

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



Том 22, 2025, № 3
Vol. 22, 2025, No. 3

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Главная тема номера:

Риск экологический
и природопользования

Volume Headline:

Environmental
and Nature Management Risk

Том 22, 2025, № 3
Vol. 22, 2025, No. 3

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 11,5 печ. л. Печать цифровая.
Тираж 1000 экз.

Подписано в печать: 23.06.2025

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 11,5 print. pages. Digital printing.
Circulation is 1000 copies.

It is sent for the press: 23.06.2025

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>

 <https://vk.com/parjournal>

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

Karantina 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 Yury 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

Мальшев 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

Martynuk 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 Ecological and Natural Risks: Pilot Projects and Methodological Aspects
Vladimir N. Bashkin, Deputy Editor-in-Chief for Environmental Safety

Ecological Risk

- 10 Development and Implementation of a Systemic Approach to Environmental Risk Assessment on the Territory of the Crimean Peninsula: Achievements and Problems
Elena V. Evstafeva, I.M. Sechenov Research Institute, Yalta, Russia
- 24 Environmental Risk Management in the Reclamation of Waste Heaps in Donbass
Vladimir N. Bashkin, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino, Russia
- 38 Assessment of the Risk From Soil Pollution by Heavy Metals
Nadezhda N. Pavlova, Ivan I. Kryshev, Tatyana G. Sazykina, Alexander I. Kryshev, Irina V. Kosykh, Anna A. Buryakova, Research and Production Association «Typhoon», Obninsk, Russia

Environmental Management Risk

- 48 An Universal Approach to Risk Assessment of Nature Management in Areas of Natural Disasters when Planning and Organizing of Economic Activities. Part 2
Sergey B. Kuzmin, Institute of Geography mem. V.B. Sotchava Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

Information Security

- 76 Possible Directions for Reducing the Risk of Information Threats to the Population of the Russian Federation
Elena V. Goryacheva, Vladlen P. Malyshev, All-Russian Scientific Research Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM of Russia (Federal Science and High Technology Center), Moscow, Russia

Risk Management

- 90 Assessing the Commercialization of Innovative Technology as an Approach to Proactive Risk Management
Tatyana Yu. Shemyakina, Ivan V. Rotin, State University of Management, Moscow, Russia

Содержание

Колонка редактора

- 8 Экологические и природные риски: пилотные проекты и методологические аспекты
Башкин В.Н., заместитель главного редактора по вопросам экологической безопасности

Риск экологический

- 10 Разработка и реализация системного подхода к оценке экологического риска на территории Крымского полуострова: успехи и проблемы
Евстафьева Е.В., АНИИ им. И.М. Сеченова, г. Ялта, Россия
- 24 Управление экологическими рисками при рекультивации терриконов Донбасса
Башкин В.Н., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия
- 38 Оценка риска от загрязнения почв тяжелыми металлами
Павлова Н.Н., Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Косых И.В., Бурякова А.А., Научно-производственное объединение «Тайфун», г. Обнинск, Россия

Риск природопользования

- 48 Универсальный подход к оценке риска природопользования в районах стихийных бедствий при планировании и организации хозяйственной деятельности. Часть 2
Кузьмин С.Б., Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

Информационная безопасность

- 76 Возможные направления снижения риска информационных угроз для населения Российской Федерации
Горячева Е.В., Малышев В.П., Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий), г. Москва, Россия

Управление рисками

- 90 Оценка коммерциализуемости инновационной технологии как подход к проактивному управлению рисками
Шемякина Т.Ю., Ротин И.В., Государственный университет управления, г. Москва, Россия

EDN: WLIGDG

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2025

Экологические и природные риски: пилотные проекты и методологические аспекты

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

Для цитирования: Башкин В.Н. Экологические и природные риски: пилотные проекты и методологические аспекты // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 3. С. 8–9.— EDN WLIGDG

Ecological and Natural Risks: Pilot Projects and Methodological Aspects

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

For citation: Bashkin V.N. Ecological and natural risks: pilot projects and methodological aspects // Issues of Risk Analysis. 2025;22(3):8–9. (In Russ.).— EDN WLIGDG

Уважаемые читатели!

В условиях постоянной и все возрастающей антропогенной нагрузки на природно-техногенные комплексы все же можно выделить ряд регионов, где такое влияние проявляется в значительно большей степени, либо где регионы играют важную роль в социально-экологическом, экономическом и рекреационном аспектах. Необходимо понимать как характер возникающих экологических и природных рисков, так и методологические аспекты управления ими. На страницах журнала периодически публикуются материалы, в той или иной мере затрагивающие различные аспекты оценки таких рисков.

Открывается этот номер в главной теме «Риск экологический» статьей одного из наших, теперь уже постоянных авторов, профессора, д. б. н. Е.В. Евстафьевой, направленной на разработку и реализацию системного подхода к оценке экологического риска на территории Крымского полуострова с анализом как достигнутых успехов, так и еще существующих проблем. Нет нужды напоминать читателям журнала о той роли, которую этот регион играет в жизни нашей страны. Крым является важным историческим, экономико-производственным культурным объектом, но гораздо важнее его рекреационная значимость. Учитывая то, что Крыму присущи общие для любой территории экологические проблемы,

а также его пространственную ограниченность и важную геополитическую роль, оценка риска здесь должна быть представлена, как ни в каком другом регионе Российской Федерации. И именно географическая ограниченность территории создавала уникальную возможность отработки механизма экологизации развития региона. Стоит отметить приведенные в статье методологическое обоснование и методические подходы к экологическому нормированию. Также показана методология, определены методические подходы к оценке риска для здоровья экосистем полуострова и населения, проведена их апробация посредством натуральных исследований разного масштаба. Предложена схема медико-экологического и эколого-биофизиологического мониторинга, реализованная, в частности, на примере Севастополя. Схема представляет собой последовательное движение от определения территорий с неблагоприятной экологической ситуацией и состоянием здоровья населения к идентификации экологических факторов риска (техногенных с учетом биогеохимических особенностей территорий), определению их содержания в организме человека и количественной оценке риска от их присутствия в организме. Необходимо с признательностью также подчеркнуть, что эти исследования были выполнены автором и/или под его руководством на протяжении более чем 40 лет. В этом году проф. Е.В. Евстафьева отмечает

свой юбилей, и редакция журнала поздравляет ее с этой замечательной датой и желает новых творческих успехов.

Продолжает номер статья профессора, д. б. н. В.Н. Башкина, посвященная оценке экологических рисков в Донбассе, важнейшем энергетическом угледобывающем регионе России. Многолетняя добыча угля и выработка энергии сопровождались накоплением огромного количества отходов в виде терриконов и золоотвалов. Их рекультивация до сих пор не приносит значимых результатов, поскольку высокое содержание тяжелых металлов и плохие водно-физические свойства не позволяют развиваться растениям-фиторе медиаторам. Требуется применение природоподобных биогеохимических сорбционных технологий как наиболее работоспособных для терриконовых масс и направленных на восстановление природной организованности биогеохимических циклов. Следовательно, необходима разработка биогеохимической технологии рекультивации почвогрунтов, включающая оценку влияния различных минеральных и органических сорбентов в качестве технологического компонента. Такой подход позволяет управлять экологическими рисками для здоровья населения и состояния окружающей среды в Донецком регионе.

Отмеченная проблема управления рисками при загрязнении сред тяжелыми металлами обуславливает необходимость интегральной оценки загрязненности ими почв на основе методологии анализа риска, представленной в статье группы авторов из Научно-производственного объединения «Тайфун». Показатели риска рассчитываются на основании данных мониторинга содержания тяжелых металлов в почве на территории обследования. Результаты оценки риска позволяют, по мнению авторов, выполнить ранжирование уровней загрязнения почвы тяжелыми металлами, рационально организовать мониторинг на территории обследования, оптимизировать защитные меры и управление этими рисками.

Также в номере, в рубрике «*Риск природопользования*», продолжается рассмотрение универсального подхода к оценке риска природопользования в районах стихийных бедствий при планировании и организации хозяйственной деятельности. Автор статьи д. геогр. н. С.Б. Кузьмин предлагает методологию количественной оценки этого вида риска на примере Иркутской области. Поскольку основным источником возникновения природной опасности на территории Иркутской области является рельеф, то геоморфологические и современные активные геодинамические процессы, как и оценка риска природопользования, должны быть основаны на характеристике и детальном анализе именно этих процессов. На этой методологической базе показано

геоэкологическое районирование Иркутской области по опасным геодинамическим процессам. Они представляют собой источники потенциальных ущербов для человека, экономики, территорий или факторы риска. Соответственно, субъекты риска в Иркутской области (бизнес-структуры, органы власти, население) должны строить планы своей деятельности с учетом этих факторов. При этом наиболее важным является информирование о подобных рисках стихийных бедствий проживающего в регионе населения.

Не менее, а возможно, и более значимыми будут предлагаемые направления снижения риска информационных угроз в целом для всего населения Российской Федерации в рамках существующего геополитического противостояния. Целями опубликованной в рубрике «*Информационная безопасность*» статьи к. псих. н. Е.В. Горячевой и проф., д.х.н., заслуженного деятеля науки Российской Федерации В.П. Малышева являлись анализ характера возможных информационных угроз для населения и определение комплекса мер по противодействию этим угрозам. В частности, необходимо оказание экстренной психологической помощи пострадавшему населению в зонах чрезвычайных ситуаций. Авторами статьи предложены возможные направления участия МЧС России в снижении риска информационных угроз и в обеспечении информационно-психологической поддержки населения.

Управление различными рисками в современном обществе требует не только государственного участия, например в форме поддержки тех или иных рассматриваемых в нашем журнале научных проблем анализа рисков, но также необходима и оценка коммерциализуемости инновационных технологий как подхода к проактивному управлению рисками. В рубрике «*Управление рисками*», по мнению авторов статьи проф., к. э. н. Т.Ю. Шемякиной и студента образовательной программы бакалавриата И.В. Ротина, такая оценка может осуществляться по 45 критериям, что позволяет провести максимально детальный анализ риск-факторов. А применение коэффициентов значимости к каждому критерию позволяет сделать результат оценки наиболее корректным, учитывая весомость каждого риск-фактора. Авторы сделали вывод о том, что предложенная методика обладает значительной эффективностью для оценки коммерческого потенциала инновационного проекта. Она может служить важным инструментом в управлении рисками и в определении наиболее перспективных проектов для последующих инвестиций.

Эти и другие рассматриваемые вопросы управления рисками, как методологические, так и технологические примеры, несомненно, будут интересны читателям этого выпуска журнала.

УДК 502.3.7
Научная специальность: 2.10.2
EDN: GHLOEK

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Разработка и реализация системного подхода к оценке экологического риска на территории Крымского полуострова: успехи и проблемы

Евстафьева Е.В.,

АНИИ им. И.М. Сеченова,
298603, Россия, г. Ялта,
ул. Мухина, 10/3
Институт фундаментальной
медицины
и здоровьесбережения
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный
университет»,
299015, Россия,
г. Севастополь, ул. Курчатова,
д. 7

Аннотация

Оценка риска на сегодняшний день является наиболее реальным инструментом для регулирования взаимодействия в системе «общество–природа» и научно обоснованного планирования хозяйственного развития регионов. Она особенно важна в таких полифункциональных регионах как Крым, где экстенсивное развитие полуострова сочетается с его важнейшим рекреационным значением и геополитической ролью.

1. Была разработана методология, определены методические подходы к оценке риска для здоровья экосистем полуострова и населения, проведена их апробация посредством натуральных исследований разного масштаба.

2. В качестве основного принципа оценки риска для экологического нормирования воздействия на экосистемы полуострова, здоровье населения и последующей оценки экологической ситуации посредством определения превышений экосистемных нормативов предложена схема медико-экологического и эколого-биофизиологического мониторинга. Схема представляет собой последовательное движение от определения территорий с неблагоприятной экологической ситуацией и состоянием здоровья населения к идентификации экологических факторов риска (техногенных с учетом биогеохимических особенностей территорий), определению их содержания и количественной оценке риска от их присутствия в организме человека.

3. Выполнена частичная реализация предлагаемых подходов, которая показала целесообразность и перспективность их использования для анализа реальной экологической ситуации и оценки риска для экосистем полуострова и здоровья населения, моделирования, прогнозирования изменений, а также принятия на их основе управленческих решений по планированию хозяйственного развития региона.

4. Несмотря на предпринимаемые крымскими учеными усилия, основная проблема неполной реализации предлагаемых подходов заключается в отсутствии государственного регулирования и организации взаимодействия ведомств и научных учреждений, изолированно занимающихся отдельными аспектами проблем охраны окружающей среды и здоровья.

5. Нельзя не признать, что существует риск неосуществимости задач ввиду сложности их решения на базе натуральных исследований, однако это единственно возможный путь получить объективную оценку реальной ситуации. В противном случае формирование ноосферы как научного регулирования взаимодействия природы и человеческого общества по В.И. Вернадскому следовало бы признать невозможным.

Ключевые слова: медико-экологический; эколого-биофизиологический мониторинг; экологическое нормирование.

Для цитирования: Евстафьева Е.В. Разработка и реализация системного подхода к оценке экологического риска на территории Крымского полуострова: успехи и проблемы // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22, № 3. С. 10–23. — EDN: GHLOEK

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Development and Implementation of a Systemic Approach to Environmental Risk Assessment on the Territory of the Crimean Peninsula: Achievements and Problems

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

Abstract

Risk assessment is currently the most realistic tool for regulating interactions in the "society-nature" system and scientifically based planning of economic development of regions. It is especially important in such multifunctional regions as Crimea, where the extensive development of the peninsula is combined with its major recreational value and geopolitical role.

1. A methodology was developed, methodological approaches to assessing the risk to the health of the peninsula's ecosystems and the population were determined, and they were tested through field studies of various scales.

2. As the main principle of risk assessment for environmental regulation of the impact on the peninsula's ecosystems and public health and subsequent assessment of the environmental situation by determining whether ecosystem standards are exceeded, a scheme of medical-ecological and eco-biophysiological monitoring is proposed, which represents a consistent movement from identifying territories with an unfavorable environmental situation and public health to identifying environmental risk factors (technogenic, taking into account the biogeochemical characteristics of the territories), determining their content in the human body and quantitatively assessing the risk from their presence in the body.

3. Partial implementation of the proposed approaches has been carried out, which has shown the feasibility and prospects of their use for analyzing the real environmental situation and assessing the risk for the peninsula's ecosystems and public health, modeling, forecasting changes and making management decisions on their basis on planning the economic development of the region.

4. Despite the efforts made by Crimean scientists, the main problem of incomplete implementation of the proposed approaches is the lack of state regulation and organization of interaction between departments and scientific institutions that are separately engaged in individual aspects of environmental protection and health issues.

5. It must be acknowledged that there is a risk of impracticability of the tasks due to the complexity of their solution based on field studies, but this is the only possible way to obtain an objective assessment of the real situation. Otherwise, the formation of the noosphere as a scientific regulation of the interaction of nature and human society according to V.I. Vernadsky should be recognized as impossible.

Keywords: medical and ecological; eco-biophysiological monitoring; environmental regulation.

For citation: Evstafeva E.V. Development and implementation of a systemic approach to environmental risk assessment on the territory of the Crimean peninsula: achievements and problems // Issues of Risk Analysis. 2025;22(3):10–23. (In Russ.). — EDN: GHLOEK

The author declares no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Основные методологические и методические принципы экологического нормирования
 2. Методические подходы к медико-экологическому и эколого-биофизиологическому мониторингу
 3. Основные результаты мониторинговых исследований
 4. Проблемы мониторинга при чрезвычайных ситуациях
 5. Региональные особенности медико-экологического мониторинга в рекреационном Крыму
- Заключение
Список источников

Введение

Оценка экологического риска для здоровья в последние десятилетия стала одним из наиболее активно разрабатываемых научно-исследовательских направлений [1–3]. Это направление начало формироваться в связи с фундаментальным характером современных вызовов и проблем, а также необходимостью гораздо более всеобъемлющего, чем гигиеническое нормирование, подхода к их решению. Его основой является понимание биогеохимического единства окружающей среды и человека как конечного консумента большинства биогеохимических трофических цепей, по которым осуществляется круговорот веществ в природе. В связи с этим биогеохимическая организация территорий в значительной степени опосредует поступление и конечное влияние на организм человека химических веществ, привносимых в окружающую среду. При этом исследования узкого экологического и/или медицинского характера решали главным образом частные задачи по оценке экологического риска для экосистем или риска для здоровья человека от тех или иных факторов, но несмотря на обилие научной литературы, по-прежнему не давали ответа на вопрос, насколько та или иная территория является территорией экологического риска для здоровья с учетом всего комплекса факторов, как природных, так и техногенных. Для этого необходима не просто интеграция медицинских и экологических данных, требуется выход за рамки узкоутилитарных подходов экологии и медицины на основе системного анализа.

В связи с этим в свое время нами была предпринята попытка формирования методологического подхода к такого рода исследованиям [4], прошедшего апробацию и получившего развитие в процессе внедрения в виде решения отдельных задач комплексного медико-экологического мониторинга [5]. К сожалению, полномасштабная реализация этой методологии до

сегодняшнего дня оказалась невозможной несмотря на то, что в 2018 г. она была включена в Стратегию научно-технологического развития Республики Крым до 2030 г. Но те подходы, которые удалось осуществить, в целом показали перспективность движения по этому пути.

Целью настоящей статьи является обобщение основных результатов внедрения разработанной методологии и методических подходов в области экологического нормирования, изложенных ранее в научных публикациях, суммирование основных достижений в этой области, а также обозначение проблем и новых перспективных направлений развития, актуальных в таком важном для отечественной медицины и экологии регионе, как полуостров Крым. Его курортно-рекреационное значение обуславливает особую важность оценки экологического риска здоровью как основного аналитического инструмента для научного обоснования управленческих решений при планировании хозяйственного развития региона. Курортная отрасль создает особые возможности в диагностике, в том числе для выявления экологических факторов риска для здоровья, а также в разработке методов коррекции состояния здоровья для жителей различных регионов Российской Федерации.

Основные результаты на этом пути заключаются:

- в разработке биогеохимического и физиологического обоснования экологического нормирования как нового методологического подхода к системному анализу воздействия техногенных факторов окружающей среды;
- в разработке методических подходов к медико-экологическому и эколого-биофизиологическому мониторингу как базе для научных исследований, позволяющих в натуральных условиях оценить влияние факторов окружающей среды на индивидуальное и популяционное здоровье;

- в проведении мониторинговых исследований разного масштаба на территории полуострова Крым, позволяющих решать разные задачи оценки влияния факторов среды, экологической ситуации и экологического нормирования в целом;

- в определении актуальных направлений в тактике «избегания» факторов риска и коррекции негативных последствий загрязнения окружающей среды, особенно важных для оздоровительно-восстановительной практики в курортно-рекреационном Крыму.

1. Основные методологические и методические принципы экологического нормирования

На самом деле речь может идти только о привнесении в разрабатываемую за рубежом методологию экологического нормирования той ее части, которая касается оценки воздействия на здоровье человека. Министерством здравоохранения Российской Федерации разработано руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических загрязнителей окружающей среды [6]. Однако остающиеся неопределенности, отставание научных исследований диктуют необходимость развития подходов к оценке риска в этой области. В отличие от практикуемого у нас в стране санитарно-гигиенического мониторинга, где оцениваются два звена — действующий фактор и организм человека, экологическое нормирование рассматривает последовательное движение химического загрязнителя по звеньям биогеохимической трофической цепи, предшествующим поступлению в организм человека, учитывая, таким образом, природные и антропогенные особенности территорий и их влияние на конечное поступление к человеку [7]. Сама методология экологического нормирования является предметом деятельности экспертных групп Конвенции LRTAP [8] в течение не одного десятилетия и основывается на фундаменте биогеохимии, которая была определена как наука В. И. Вернадским и развивалась в нашей стране его последователями. В определенной степени изложенные в этой статье материалы являются развитием его идей в Крыму [9].

Основные положения предложенной нами в свое время методологии в части нормирования воздействия на человека базировались на необходимости двойной оценки риска: определении степени риска

по превышению экологических нормативов и критических нагрузок для отдельных загрязнителей с учетом биогеохимических характеристик территорий и, с другой стороны, оценке риска здоровью населения этих территорий. Сопоставление этих оценок должно служить критерием экологического неблагополучия территорий и его последствий для населения, здоровье которого является интегральным индикатором качества среды.

Основным методическим принципом экологического нормирования, в том числе воздействия химических загрязнителей среды на здоровье населения в современных условиях, на наш взгляд, должно являться движение от конечного результата в виде выраженного негативного эффекта, выявляемого в ходе мониторинговых исследований состояния здоровья населения, к определению основных факторов риска, вносящих наибольший вклад в определяемую картину. Это не исключает все ранее наработанные подходы в области санитарно-гигиенического мониторинга и гигиенического нормирования, а лишь дополняет их и переводит решение задачи по оценке влияния экологической ситуации на здоровье человека на качественно новый уровень, позволяя приблизиться к оценке реальной ситуации во всей ее сложности. При всех необходимых попытках нормировать отдельные факторы, что становится практически невозможным с учетом количества ежегодно вовлекаемых в производство и окружающую среду химических веществ, большая часть которых синтетического, а значит, ранее не известных природе и организму человека происхождения, или даже их комплексного воздействия, реальная экологическая ситуация представляется чем-то вроде «черного ящика». Оценка конечного результата ее влияния на здоровье населения путем определения его качественных и количественных характеристик не только наиболее осуществима, но и позволяет лучше всего оценить реальную, а не прогнозируемую степень риска. Какова именно экологическая составляющая той картины здоровья, которая будет определена? Ответ на этот вопрос также требует изменения не только методологии оценки качества среды и экологического риска, но и такой интеграции медицинских и экологических данных, которая будет выполнена на биогеохимической основе. Мультифакториальная природа экологической обусловленности состояния здоровья населения на той или иной территории может быть

определена посредством сопоставления степеней риска для здоровья человека (населения) и экосистем на конкретных территориях с комплексом их природных (биогеохимических) и антропогенных характеристик.

2. Методические подходы к медико-экологическому и эколого-биофизиологическому мониторингу

Методической основой для реализации изложенных выше принципов оценки риска для экосистем и здоровья человека и основанного на этом экологического нормирования является проведение медико-экологического и эколого-биофизиологического мониторинга. Разные названия этих видов мониторинга отражают разные задачи и инструменты, используемые для их решения (рис. 1). Оценка популяционного здоровья на основании данных медицинской статистики как показатель риска здоровью является самым простым и экономичным вариантом, хотя для повышения объективности требует дополнительных индикаторов — детерминант здоровья [10]. Так, медико-экологический мониторинг является достаточно масштабным в географическом и региональном смысле, региональным и использует в основном имеющиеся ведомственные данные по медицинской статистике и оценке приоритетных загрязнителей окружающей среды. Основные задачи, которые он решает, должны лежать в плоскости интеграции имеющихся медицинских и экологических данных с целью

определения наиболее неблагоприятных в обоих отношениях территорий.

Менее масштабный вид мониторинга — субрегиональный — по сути, должен сочетать в себе экологические и биомониторинговые исследования. Иными словами, это определение содержания различных «претендующих» на приоритетность в плане негативного влияния на организм человека загрязнителей в различных компонентах окружающей среды, включая организм человека, такие его биологические субстраты, как кровь, моча и особенно волосы, поскольку последний субстрат характеризует долговременное поступление в организм тех или иных химических элементов и/или соединений. Этот вид мониторинга представляет собой следующий последовательный шаг к определению степени риска для здоровья с выявлением уже конкретных факторов на ранее определенных территориях с более высокой степенью риска для здоровья, способных оказать выраженное негативное воздействие.

Эколого-биофизиологический мониторинг — это следующий логический шаг в идентификации риска наиболее значимых на данной территории для здоровья человека поллютантов, которые были выявлены в результате предыдущих видов мониторинговых исследований. Совместный анализ биомониторинговых данных и параметров функционального (физиологического) обследования когорты населения (групп риска) позволит количественно оценить степень риска для



Рис. 1. Схема мониторинговых исследований по оценке экологического риска здоровью

Figure 1. Scheme of monitoring studies on environmental health risk assessment

здоровья от присутствия в организме того или иного уровня загрязнителя.

Такое комплексное и последовательное проведение мониторинговых исследований является наиболее рациональным построением логики медико-экологических исследований, позволяющих реально выявлять и оценивать территории, где степень риска является более высокой, что требует первоочередных решений по управлению им. В настоящее время очевидным для всех специалистов, имеющих профессиональное отношение к этим проблемам, является отсутствие иллюзии о безопасности научно-технологического развития человечества при самом идеальном научном обосновании взаимодействия общества с природой. Это плата за блага цивилизации, и речь может идти только о том, чтобы отсрочить ее на как можно больший срок, принимая меры по «смягчению» ситуации на наиболее неблагоприятных территориях и предупреждению негативных и необратимых изменений в других регионах.

Главной проблемой на пути внедрения этого подхода в практику, что позволило бы действительно приступить к использованию оценки риска как аналитического инструмента для научного обоснования управленческих решений при планировании хозяйственного развития регионов, является ведомственная разобщенность и отсутствие структур, централизованно решающих изложенные задачи.

Попытка реализовать такой подход была предпринята в Крыму путем включения его в Стратегию научно-технологического развития Республики Крым до 2030 г., а затем и в Программу по охране окружающей среды Министерства экологии. Однако после откладывания его реализации в течение нескольких лет его вовсе исключили. Тем не менее инициативной группой ученых отдельные шаги были предприняты. Обобщению практических результатов на этом пути и посвящены материалы статьи.

3. Основные результаты мониторинговых исследований

Региональный мониторинг. Основные результаты медико-экологического и эколого-физиологического мониторинга на территории Крымского полуострова описаны в соответствующих публикациях, самое полное изложение которых представлено в монографии «Современные аспекты экологической медицины:

теория и практика на Крымском полуострове» [5], а также в ряде статей настоящего журнала. Наиболее определенным из них является анализ временной динамики состояния здоровья населения за более чем 40-летний период, который свидетельствует об уверенном долговременном тренде его постепенно ухудшения. Пространственная неоднородность заболеваемости на полуострове позволила выделить территории с разной степенью риска, где вклад разных внешних факторов прогнозируемо мог различаться. Выяснение вопроса, какое место среди них занимают экологические факторы, оказывающие определенное влияние на выявленное состояние здоровья, требовало более фундаментального подхода, чем сравнение с гигиеническими нормативами в существующей системе ведомственного экологического мониторинга.

С этой целью совместно с Министерством экологии и природных ресурсов в 2008–2011 гг. были выполнены работы по оценке экологической ситуации посредством определения превышений критических нагрузок как экосистемных нормативов, учитывающих природную устойчивость экосистем, разнообразие которых на Крымском полуострове особенно велико. Эти нагрузки были рассчитаны для лесных, сельскохозяйственных и урбоэкосистем, а их превышение оценено посредством мониторинга выпадений загрязнителей на экспериментальных мониторинговых площадках в разных районах полуострова посредством методов, рекомендуемых Конвенцией LRTAP [8].

Нельзя уверенно заявить, что эти результаты совершенно объективно отражали экологическую ситуацию, но они продемонстрировали свою жизнеспособность и перспективность использования для более основательной оценки экологической ситуации. В какой-то части оценка экологической ситуации методами Конвенции совпадала с оценками, производимыми традиционными отечественными подходами. К сожалению, дальнейшее развитие этих и приведенных выше исследований по внедрению международных подходов к экологическому нормированию, несмотря на включение в Стратегию научно-технологического развития Республики Крым, не состоялось.

Однако к информативности официальных ведомственных данных и, более того, к их анализу есть вопросы. Проблеме совершенствования системы регионального экологического мониторинга была посвящена научно-исследовательская разработка по заказу Министерства

экологии и природных ресурсов, в которой автор представленной статьи принимал участие. Но на практике мониторинговых исследований, проводимых Министерством, положения этой разработки не отразились.

В пользу необходимости совершенствования ведомственного экологического мониторинга свидетельствуют и результаты UseTox-моделирования [5], которое основывалось на использовании официальных данных о выбросах в атмосферу стационарными источниками (рис. 2).

Эти данные в ряде случаев противоречили собственным мониторинговым данным, что и понятно, поскольку в Крыму основным источником загрязнения является транспорт, выбросы которого в официальных источниках не учитываются.

Субрегиональный мониторинг. Тем не менее, полученные в инициативных научных работах результаты позволили обосновано подойти к выбору площадок для проведения субрегиональных исследований. Ими

ожидаемо стали городские территории, поскольку на Крымском полуострове с его типами хозяйствования основными источниками антропогенного загрязнения является транспорт, а плотность трафика в городах и другие сопутствующие урбанизированной среде факторы формируют наиболее неблагоприятные по сравнению с сельскохозяйственными и другими территориями условия среды.

Определение содержания и территориального распределения загрязнителей в компонентах среды (почва, вода) и биологических субстратах (листья, кора деревьев, лишайники, волосы человека) на примере тяжелых металлов было проведено в городах Симферополь и Севастополь (рис. 3) и в некоторых районах полуострова [5].

В результате были обнаружены локусы с более высоким их содержанием, что позволило выявить территории более высокого риска, где в последствии проводили эколого-биофизиологический мониторинг.

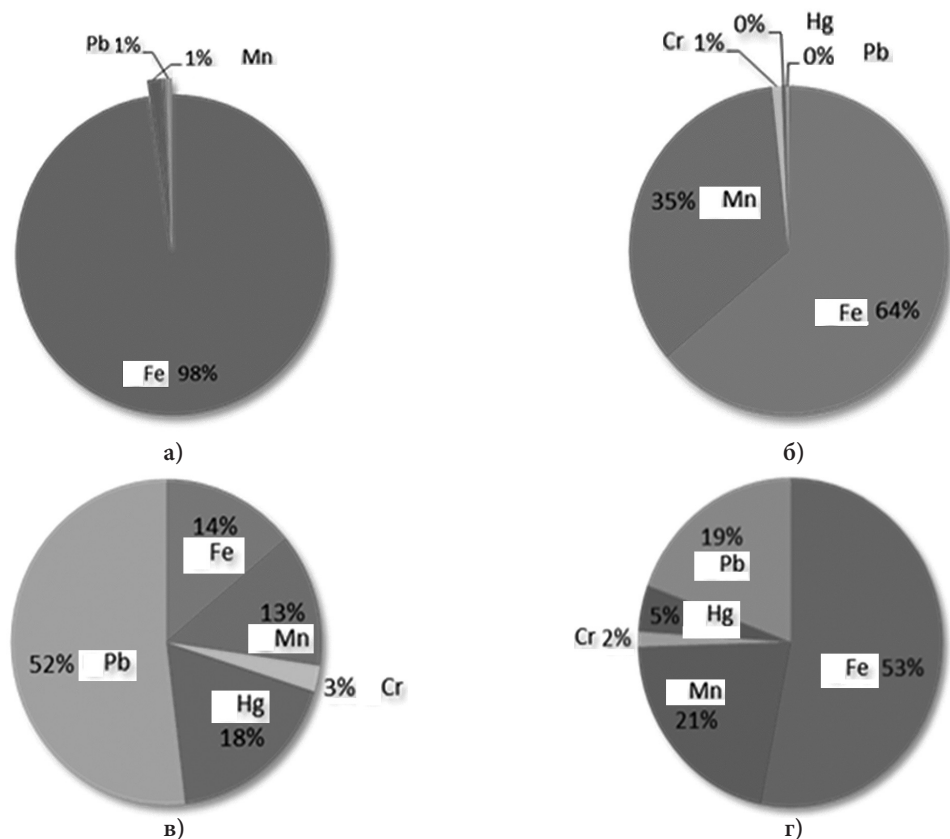


Рис. 2. Результаты моделирования вклада тяжелых металлов на разных территориях полуострова: а) Алушта; б) Керчь; в) Красноперекопск; г) Армянск

Figure 2. The results of modeling the contribution of heavy metals in different territories of the peninsula: a) Alushta; b) Kerch; c) Krasnoperekopsk; d) Armyansk

Эколого-биофизиологический мониторинг.

Основная суть мониторинга заключалась:

- в функциональном обследовании групп риска, включая детей различных возрастов, взрослых, проживающих на промышленных и экологически неблагоприятных территориях, спортсменов, а также людей с хроническими заболеваниями различных систем;
- в определении с помощью методов математической статистики зависимости от уровня отдельного загрязнителя в организме или совместного влияния загрязнителей на функциональное состояние регуляторных и висцеральных систем организма.

Выявлена различная значимость тяжелых металлов для состояния разных систем организма, что свидетельствует об их отличающейся роли в процессах, детерминирующих функции этих систем. Так, например, результаты натурных исследований показали значимость для состояния центральной нервной системы таких тяжелых металлов как: ртуть; свинец; кадмий; мышьяк и другие, не только в токсичных дозах, выявленных в экспериментальных исследованиях, но и при фоновой экспозиции, в условиях которой мы находимся. На эту тему защищен ряд кандидатских диссертаций, результаты которых заполняют нишу между представлениями об организменном

и клеточном уровнях организации человеческого организма сведениями о влиянии тяжелых металлов на системном уровне, причем по данным натурных исследований.

Разумеется, в разных регионах, отличающихся порой очень существенно как природными характеристиками, так и техногенной нагрузкой, фоновая экспозиция и фоновое содержание химических элементов и соединений в организме человека может существенно отличаться. Это лишний раз свидетельствует о необходимости разработки региональных нормативов, отталкиваясь от которых следует оценивать риск для здоровья на конкретных территориях с учетом всего комплекса факторов, действующих на организм. Полученные результаты мониторинговых исследований показали перспективность дальнейшего продвижения в этом направлении, которое позволит дать количественную оценку реального влияния на здоровье поступившего в организм загрязнителя. Это только начало очень непростого пути, но именно этот путь позволит предоставить наиболее объективную оценку реального риска для здоровья. К сожалению, теоретические наработки значительно опережают их практическое использование при решении насущных экологических проблем, поскольку отсутствует механизм их внедрения.

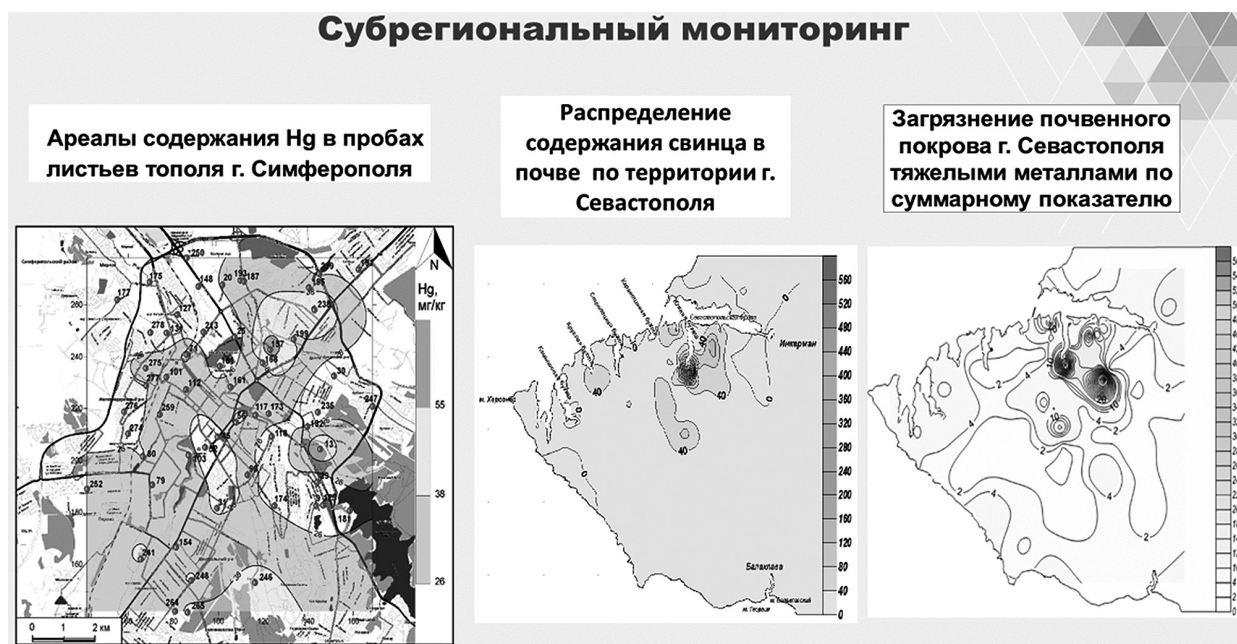


Рис. 3. Примеры картирования пространственного распределения некоторых тяжелых металлов по территориям городов

Figure 3. Examples of mapping the spatial distribution of certain heavy metals across urban areas

4. Проблемы мониторинга при чрезвычайных ситуациях

Отсутствие мониторинга особенно ярко проявляется при возникновении аварийных ситуаций, к которым, как правило, отсутствует готовность адекватно и быстро реагировать. Так, в августе 2018 г. на заводе «Крымский титан» произошло чрезвычайное происшествие (ЧП) с выбросом загрязняющих веществ, которые вызвали: появление ржавчины на металлических предметах, гибель растительности (рис. 4), заболевание или гибель животных, пивших воду из открытых поилок и т.п., раздражение слизистых дыхательных путей у жителей.

Долгое время для жителей города причина произошедшего и оценка ситуации оставались неизвестными и вызывали обоснованное беспокойство. Крымские ученые, которые и ранее изучали состояние здоровья населения вблизи завода «Титан», не имели непосредственной возможности для изучения ситуации. Благодаря усилиям инициативной группы ученых ИФХиБП РАН, работающих на базе ЦКП и сертифицированной лаборатории «Тест-Пушино», в период с августа по ноябрь 2018 г. были проведены исследования образцов верхнего пятисантиметрового слоя проб почвы и почвогрунтов, а также травы и листового опада, отобранных в городе Армянске и в селах Перекоп и Волошино. Полученные результаты свидетельствовали о возможных выбросах веществ, способствующих подкислению.

Эта ситуация продемонстрировала отсутствие целенаправленной политики и системного подхода не только к решению подобных проблем, но и к их предупреждению. Дополнительным свидетельством этого является недавняя авария сухогруза, приведшая к загрязнению мазутом Керченского пролива, что явилось повторением аналогичного инцидента, произошедшего в 2007 г.

Стремительный прогресс в технологиях, применяемых в производстве, неизбежно повышает вероятность возникновения техногенных аварий, связанных с человеческой деятельностью.

5. Региональные особенности медико-экологического мониторинга в рекреационном Крыму

Несомненно, спецификой Крымского региона является его курортное и рекреационное значение. В связи с этим есть ряд вопросов, касающихся специфических оценок риска, которые важно и можно проводить именно для курортной отрасли региона.

Крым относится к критической зоне в аспекте климатических изменений [11]. Потепление климата и химическое загрязнение среды — два взаимосвязанных процесса. А учитывая расположение Крымского полуострова в южных широтах Российской Федерации нельзя игнорировать актуальность исследования влияния на экосистемы и здоровье такого важнейшего для южных регионов атмосферного загрязнителя как приземный озон. В связи с этим в Академическом научно-исследовательском институте физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И. М. Сеченова в г. Ялте начались исследования влияния приземного озона на осложнения в состоянии больных пульмонологического, кардиологического и неврологического профиля, а также на инициацию заболеваний. Целью этих исследований является создание системы превентивного реагирования, которая позволит применять тактику избегания факторов риска путем применения предупредительных мер, как это уже делается в некоторых странах [12].

В последнее время тактике избегания факторов риска уделяется и будет продолжаться уделяться все больше внимания из-за неизбежного глобального ухудшения экологической обстановки и здоровья населения. В нашей стране подобные исследования проводятся весьма редко, тогда как за рубежом наблюдается устойчивый рост научных публикаций, посвященных влиянию приземного озона. Во многом это связано с ограниченным числом мониторинговых станций в Российской Федерации, которые занимаются постоянным отслеживанием уровней озона.

Начатые исследования позволили получить интересные результаты. С одной стороны они продемонстрировали определенную значимость концентрации приземного озона как триггера осложнений в состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем. С другой стороны, они продемонстрировали, что его влияние в Крымском регионе можно отнести к ситуации несложно управляемого риска, поскольку предварительные результаты оценки долговременного влияния приземного озона свидетельствуют о наличии дозовой зависимости при превышении определенного уровня (60 мкг/м^3), но эта зависимость выражена незначительно. Кроме того, это дает основание для введения регионального норматива для черноморского побережья, отличающегося практически вдвое от среднегодового норматива в РФ¹.

¹ Постановление 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».



Рис. 4. Повреждения объектов окружающей среды на территориях, пострадавших в результате выбросов из кислотонакопителя (фото Г. К. Васильевой)

Figure 4. Damage to environmental objects in the territories affected by emissions from the acid accumulator (photo by G. K. Vasilyeva)

Имеется еще один важный аспект, который, с одной стороны, вызван описанными выше общими экологическими проблемами, а с другой стороны приобретает специфический характер в Крыму как курортном регионе. Речь идет о важности мониторинговых исследований по определению содержания загрязнителей в организме человека как биомаркера химического загрязнения среды и его последствий для здоровья человека, который без преувеличений является интегральным индикатором химического загрязнения окружающей среды. Такого рода исследования пока не получили широкого распространения в практической медицине, отчасти в связи с тем, что значение многих элементов, количество которых в организме человека увеличивается в связи

с промышленным развитием, например, редкоземельных элементов, применяющихся в радиоэлектронике, остается неизвестным или мало известным. В то же время вариабельность их содержания в такой внутренней среде организма, как кровь, особенно у больных с хроническими заболеваниями, вызывает большой интерес, в особенности, если эти отклонения имеют значительные масштабы и затрагивают такие элементы, как например, уран.

В связи с этим, перспектива централизованного биомониторингового обследования прибывающих на отдых, оздоровление и лечение жителей разных регионов Российской Федерации представляется важной во всех отношениях. Во-первых, эффективное лечение и оздоровление различных групп населения,

восстановление постковидных больных может быть гораздо эффективнее при условии коррекции состояния внутренней среды, в том числе с помощью природных крымских ресурсов и функциональных продуктов питания. Во-вторых, это особенно важно для тех, кто проживает в кризисных в экологическом отношении регионах или в своей профессиональной деятельности подвергается влиянию вредных факторов. В-третьих, это актуально практически для любого человека, поскольку мы все находимся в условиях фонового загрязнения окружающей среды и поступления в организм токсичных элементов и, напротив, дефицита необходимых организму элементов. Малейший их дисбаланс, а также присутствие в организме ксенобиотиков — синтетических органических и ранее неизвестных природе соединений — приводят к серьезным и по-прежнему не принимаемым во внимание последствиям для здоровья. Особенно это актуально для лиц опасных профессий, у которых высокие психические и физические нагрузки способствуют интенсивному выведению необходимых химических элементов.

Подводя итог вышесказанному, обзор актуальных аспектов деятельности в области санаторно-курортной

отрасли в современных экологических условиях можно обобщить в виде следующей схемы (рис. 5).

Развитие охарактеризованных выше направлений исследований позволит перевести технологии оздоровления на качественно новый уровень, учитывая фундаментальный характер происходящих процессов и формируя понимание обусловленности здоровья человека этими процессами. Игнорирование того обстоятельства, что причины ухудшения популяционного здоровья лежат за пределами медицины и не могут быть решены только ею, будет только усугублять наблюдаемые негативные тенденции.

Заключение

Учитывая то, что Крыму присущи общие для любой территории экологические проблемы, а также его пространственную ограниченность и важную геополитическую роль, оценка риска здесь должна быть представлена как ни в каком другом регионе Российской Федерации. И именно ограниченность в географическом отношении территории создавала уникальную возможность отработки механизма экологизации развития региона, которую можно было бы



Рис. 5. Актуальные аспекты санаторно-курортной отрасли в современных экологических условиях

Figure 5. Actual aspects of the sanatorium-resort industry in modern environmental conditions

экстраполировать в дальнейшем и на другие регионы Российской Федерации.

Стоит отметить, что приведенные выше методологическое обоснование и методические подходы к экологическому нормированию, были выполнены почти 40 лет назад. Они должны были лечь в основу экологической политики в регионе, обеспечив переход от существующей модели (рис. 6) к модели научного

обоснования управленческих решений, где каждое решение основано на тщательной оценке экологических рисков (рис. 7).

Изложенные выше попытки выстраивания определенной логики научно-практических исследований показали их целесообразность и результативность. Но проблема заключается в том, что такого рода задачи требуют ресурсов и координации на



Рис. 6. Существующая тактика хозяйственной деятельности в регионе и ее последствия для окружающей среды и здоровья

Figure 6. The current tactics of economic activity in the region and its consequences for the environment and health

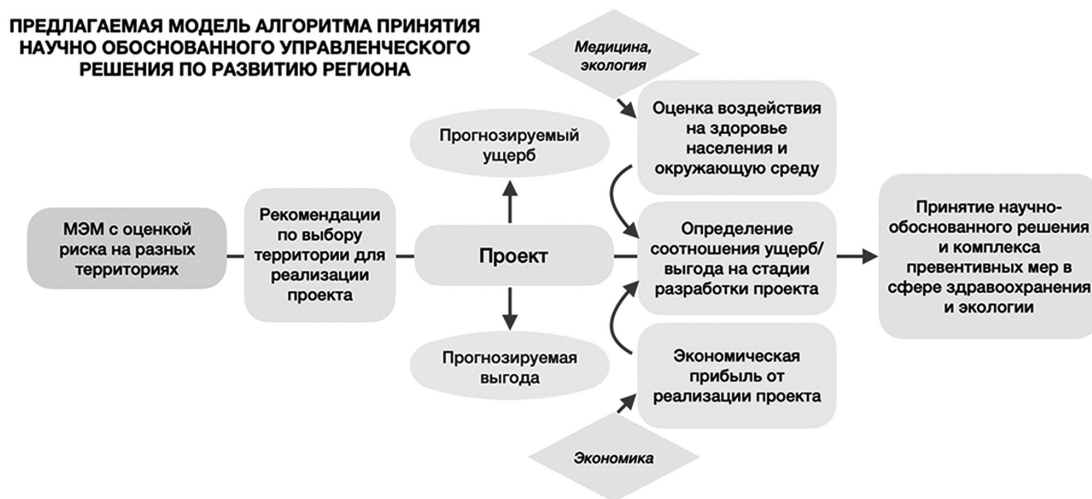


Рис. 7. Модель алгоритма научного обоснования управленческого решения в сфере планируемой хозяйственной деятельности с целью превентивной оценки риска для окружающей среды и здоровья населения, основанная на данных медико-экологического мониторинга

Figure 7. A model of an algorithm for scientific substantiation of a management decision in the field of planned economic activity for the purpose of preventive risk assessment for the environment and public health, based on data from medical and environmental monitoring

общегосударственном уровне, а значит, их решение лежит в компетенции государственных органов управления. Никакие научные разработки и обоснования не могут быть реализованы без соответствующего взаимодействия с органами государственного управления, поскольку комплексный характер проблемы экологизации развития общества требует взаимодействия ученых и госуправленцев, теоретиков и практиков. Экологическое образование и воспитание, чему уделяется достаточно внимания, недостаточны для решения стратегических вопросов экологизации экономики. В течение 30 лет предпринимались попытки их реализации, фрагментарные результаты которых и были обобщены в этой статье. Однако масштабность поставленных задач на самом деле требует работы целого института при условии его плотного взаимодействия с Правительством республики и органами власти.

Список источников [References]

1. Alcock R., Bashkin, V., Bisson, M., et al. Health risk of persistent organic pollutants from long-range transboundary air pollution. Bonn: WHO. 2003. 252 p.
2. Ma, W., Wang, Q., Mak-Mensah, E. et al. Ecological risk assessment of emerging contaminants on soil and terrestrial ecosystems (2005–2024): a bibliometric and scientometric review // *Environ Geochem Health* 47, 179 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10653-025-02486-w>
3. Yang Y, Xie ZH, Wang H, Yang SR, Wang T, He CS, Lai B. Ecological risk assessment methods for oxidative by-products in the oxidation degradation process of emerging pollutants: A review // *Sci Total Environ*. 2024 Nov 10;950:175401. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175401>
4. Биогеохимические основы экологического нормирования / Башкин В.Н., Евстафьева Е.В., Снакин В.В. и др. // М.: Наука, 1993. 304 с. [Biogeochemical base for ecological standardization / Bashkin V.N., Evstafieva E. V., Snakin V.V [et al.] // М.: Science, 1993. 304 p. (In Russ.)]
5. Современные аспекты экологической медицины: теория и практика на Крымском полуострове: монография / под общ. ред. Е.В. Евстафьевой / М.: ИНФРА-М, 2025–251 с. <https://doi.org/10.12737/1916083> [Current aspects of ecological medicine: theory and practice on Crimean peninsula: monograph / ed. by E. V. Evstafieva / М.: INFRA M, 2025–251 p. (In Russ.)] <https://doi.org/10.12737/1916083>
6. Руководство по оценке риска на здоровье населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. 143 с. [Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment. Moscow: Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2004. 143 p. (In Russ.)]
7. Евстафьева Е.В. Методологические основы и методические подходы к экологическому нормированию техногенного воздействия на организм человека // *Таврический медико-биологический вестник*. 2001. Т. 4. № 4. С. 7–11. [Evstafieva E. V. Methodological foundations and methodological approaches to environmental regulation of anthropogenic impact on the human body // *Tavricheskiy Medico-Biologicheskij Vestnik*. 2001;4(4):7–11 (In Russ.)]
8. Руководство по методологиям и критериям моделирования и картирования критических нагрузок и уровней, влияния атмосферных загрязнений, а также рисков и трендов // Конвенция ЭКЕ ООН по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния. 2004. 207 с. [Guidelines on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads and levels, the effects of atmospheric pollution, as well as risks and trends // *The UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. 2004. 207 p.]
9. Евстафьева Е.В. Развитие идей В.И. Вернадского в современной экологии человека // *Ученые записки ТНУ*. 2004. Т. 17 (56). № 1. С. 206–216. [Evstafieva E. V. The development of V.I. Vernadsky's ideas in modern human ecology // *Scientific Notes of TNU*. 2004;17(1):206–216. (In Russ.)]
10. Stevens GA, Alkema L, Black RE, Boerma JT, Collins GS, Ezzati M, Grove JT, Hogan DR, Hogan MC, Horton R, Lawn JE, Marušić A, Mathers CD, Murray CJ, Rudan I, Salomon JA, Simpson PJ, Vos T, Welch V; (The GATHER Working Group). Guidelines for Accurate and Transparent Health Estimates Reporting: the GATHER statement. *Lancet*. 2016 Dec 10;388(10062): e19–e23. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30388-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30388-9)
12. Ревич Б.А. Меняющийся климат и здоровье населения: проблемы адаптации: научный доклад / Под ред. академika РАН Б.Н. Порфирьева/ М.: Динамик Принт, 2023–168 с. <https://doi.org/10.47711/srl-2023> [Revich B. A. Changing climate and public health: problems of adaptation: scientific report / Ed. B. N. Porfiriev / М.: Dynamic Print. 2023. 168 p. (In Russ.)]

12. Park YH, Koo J. H., Jeong H., Jung J. Y., Kim Ch., Kang D. R. Evaluation of an air quality warning system for vulnerable and susceptible individuals in Korea: an interrupted time series analysis // Epidemiol Health. 2023;45:e2023020.
<https://doi.org/10.4178/epih.e2023020>. Epub 2023 Feb 14

медицина и здоровьесбережение» Института фундаментальной медицины и здоровьесбережения, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Количество публикаций: более 300

Область научных интересов:

ORCID: 0000-0002-8331-4149

SPIN-код: 2768-1760

Контактная информация

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

e.evstafeva@mail.ru

Сведения об авторе

Евстафьева Елена Владимировна: доктор биологических наук, профессор, и.о. зам. директора по науке ГБУЗ РК «АНИИ им. И. М. Сеченова», профессор кафедры «Фундаментальная

Статья поступила в редакцию: 18.04.2025

Одобрена после рецензирования: 05.05.2025

Принята к публикации: 14.05.2025

Дата публикации: 30.06.2025

The article was submitted: 18.04.2025

Approved after reviewing: 05.05.2025

Accepted for publication: 14.05.2025

Date of publication: 30.06.2025

УДК 502.3.7
Научная специальность: 2.10.2
EDN: HLGZPQ

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Управление экологическими рисками при рекультивации терриконов Донбасса¹

Башкин В.Н.,

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

Аннотация

Целью статьи является рассмотрение технологических приемов усиления эффективности фиторемедиации терриконов в Донбасском регионе как способа управления экологическими рисками. Приведен обзор по использованию минеральных и органических сорбентов как технологического приема, показано их действие в различных условиях загрязненной окружающей среды Донбасса и других аналогичных регионах. Охарактеризована возможность применения биочара (биоугля) как соответствующего сорбента для усиления процесса рекультивации терриконов при высоком содержании в их почвогрунтах тяжелых металлов.

Ключевые слова: Донецкий регион; терриконы; рекультивация; фиторемедиация; сорбенты; экологические риски.

Для цитирования: Башкин В.Н. Управление экологическими рисками при рекультивации терриконов Донбасса // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 3. С. 24–36. — EDN: HLGZPQ.

Автор заявляет 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.

Environmental Risk Management in the Reclamation of Waste Heaps in Donbass²

Vladimir N. Bashkin,

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

Abstract

The purpose of the article is to consider technological methods for enhancing the efficiency of waste heap phytoremediation in the Donbass region as a method for managing environmental risks. A review is given on the use of mineral and organic sorbents as a technological approach, their effect is shown in various conditions of the polluted environment of the Donbass and other similar regions. The possibility of using biochar (biocoal) as an appropriate sorbent to enhance the process of waste heap reclamation with a high content of heavy metals in their grounds is characterized.

Keywords: Donetsk region; waste heaps; reclamation; phytoremediation; sorbents; environmental risks.

For citation: Bashkin V.N. Environmental risk management in the reclamation of waste heaps in Donbass // Issues of Risk Analysis. 2025;22(3):24–36. (In Russ.). — EDN: HLGZPQ.

The author declares no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Ретроспективный анализ экологических рисков в Донецком регионе

2. Управление экологическими рисками

Заключение

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

Донбасский угольный бассейн — один из основных угольных бассейнов Российской Федерации. Он простирается от г. Новочеркасска до г. Краматорска и занимает площадь около 60 тыс. км². Суммарные запасы угля (до глубины 1,8 тыс. м) составляют 140,8 млрд т (рис. 1).

При этом вследствие многолетней добычи угля, в частности на территории Ростовской области, имеются крупнотоннажные углеотвалы (свыше 500 млн т) и золошлаковые отходы Новочеркасской ГРЭС (свыше 40 млн т). Породные отвалы занимают большую площадь (1,3 тыс. га) и ухудшают ландшафт местности. В результате их горения и пылеобразования загрязняется прилегающая местность, водный и воздушный бассейны.

Терриконы представляют собой шахтные отвалы углесодержащей породы. Эти угольные отвалы являются серьезной угрозой для окружающей среды, поскольку они включают в себя как тяжелые металлы (ТМ),

так и персистентные ароматические углеводороды (ПАУ) и в основном состоят из более грубых фракций породы. Отвалы угольных шахт богаты пиритом, что часто приводит к кислотному дренажу их профиля. Кислотный дренаж способствует выщелачиванию тяжелых металлов из отвалов в прилегающие почвы и водные ресурсы с соответствующим снижением рН. Поступление тяжелых металлов в процессе выщелачивания в окружающую среду опасно для людей, флоры и фауны.

По данным Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики, в настоящее время насчитывается более 500 ед. породных отвалов, из которых 430 недействующие, 83 горящие и всего 54 рекультивированы. При этом их внешнее состояние изменяется со временем, они переходят от темно-серого цвета к рыжему, что объясняется протеканием процессов горения и окисления. В среднем их высота достигает 100 м при занимаемой площади зачастую



Рис. 1. Донецкий угольный бассейн (Яндекс — открытый доступ)

Figure 1. Donetsk coal basin (Yandex — open access)

в десятки гектар. Терриконы — объекты техногенной опасности, включающие такие факторы, как окисление, сопровождающееся горением, и протекание ветровой и водной эрозии. Это сопровождается аэральным и поверхностным распространением мелкодисперсных частиц, оседающих на тысячах гектаров как плодородных почв, так и заселенных территорий по всему региону Донбасса.

Поскольку, как отмечено выше, основным видом топливной промышленности региона является угольная — коксующийся уголь (Донецкий регион) и энергетический уголь (Луганский регион), то это обуславливает огромное количество терриконов на территории рассматриваемых областей и обострению экологической ситуации во всем регионе. Актуальность этой проблематики признана и на государственном уровне, где среди приоритетов развития выделены необходимость в: обеспечении устойчивого экологического развития территории, снижении нагрузки на окружающую среду, восстановлении деградированных природных ресурсов.

Кроме того, угольные отвалы все чаще становятся мусорными свалками. Все это свидетельствует о необходимости рекультивации терриконов, так как они являются причинами химического и радиологического загрязнения грунта, пылегазового слоя атмосферы и оказывают в целом негативное влияние на окружающую среду. Помимо всего признается, что суммарно терриконы занимают большие площади плодородных земель.

Все эти проблемы сопровождаются вредным воздействием не только на окружающую среду, но и на здоровье человека. Отсюда вытекает необходимость решения проблемы экологических рисков, связанных с терриконами (углеотвалами), что и является целью этой статьи.

1. Ретроспективный анализ экологических рисков в Донецком регионе

Горение терриконов является основной причиной выпадения кислотных дождей в регионе. Из одного горного отвала за сутки выбрасывается в атмосферу до пяти тонн оксидов углерода и до одной тонны сернистого ангидрида, оксидов азота и сероводорода. Один из путей решения этой проблемы был предложен еще в 1988 г., он заключается в построении каналов,

скважин и нагнетании известковой суспензии, предотвращающей появление очагов самовозгорания. В последние годы терриконы формируются послойным складированием глины и горных пород для предотвращения горения, а основная проблема заключается в старых терриконах, для переработки которых нужны средства [1].

Также показано, что с 1 га поверхности терриконов аэральными потоками сдувается до 10 т пыли в год, водными потоками вымывается более 35 т мелкозема ежегодно, включая водорастворимые соли, радионуклиды, тяжелые металлы, соединения фтора. При ликвидации шахт, а также при сезонном подтоплении и затоплении территории резко увеличивается интенсивность растворения техногенных загрязняющих веществ (ЗВ) в почвах и подстилающих грунтах. Это, в свою очередь, повышает риск загрязнения поверхностных и подземных водозаборов и гидросферы в целом. Загрязнение почвенного покрова вызывается также породными отвалами, количество которых в регионе составляет 566 ед., а площадь, которую они занимают — 4,8 тыс. га, и шламовыми накопителями, число которых достигает 240 ед., а их занимаемая площадь — до 980 га [2].

Таким образом, процесс горения пород угольного террикона обуславливает загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами. Концентрация металлов (кадмия и цинка) в волосах детей I группы (в непосредственной близости от горящего террикона), в 4,3 и 2,2 раза превышала контроль (II группа в 20 км от горящего террикона). Различия по свинцу и никелю составляли 2,0 и 2,7 раза соответственно. В моче детей I группы, проживающих в районе горящего террикона, концентрации свинца и никеля превышали контроль в 2,4 и 2,7 раза. Корреляционная зависимость между содержанием микроэлементов в воздушном бассейне и накоплением их в волосах и моче детей была прямой и достоверной. Накопление микроэлементов в волосах и моче детей может служить биоиндикационным маркером загрязнения окружающей среды. Дети, проживающие в зоне влияния горящих породных отвалов, представляют группу повышенного риска по развитию техногенных полигипермикрорезультатов [3].

При этом проводимое в течение ряда последних лет одновременное массовое закрытие угольных шахт сопровождается возникновением многих негативных экологических последствий, которые в силу их

специфики невозможно решить за короткий срок. На основании имеющейся мировой практики это может потребовать многие годы, поскольку подобные явления могут проявляться даже через десятки лет. Следовательно, необходим комплексный мониторинг за окружающей средой и здоровьем населения на территориях закрытых шахт и необходима оценка предотвращенного экологического ущерба [4, 5].

Как отмечается, наибольшее негативное воздействие может нанести затопление горных выработок вследствие прекращения откачки шахтных вод. Это сопровождается самопроизвольным выходом шахтных вод на поверхность из-за подпора грунтовых вод и повышением их уровня, с увеличением минерализации и загрязнением водоносных горизонтов. Возрастает вероятность вытеснения шахтных газов на поверхность, происходит снижение физико-механических свойств горного массива с активацией сдвигов, провалов и других деформационных процессов на поверхности.

Исходя из понятия о возможном экологическом риске в процессе выполнения любых действий, вопрос обеспечения гидробезопасности занимает главное место в проектах по ликвидации шахт [6]. При этом возникают и разнообразные геоэкологические риски, по определению связанные не только с воздействием антропогенной деятельности на окружающую среду, но и с негативным воздействием изменяющихся условий на производственные процессы [7, 8]. В связи с этим нужно формировать БД для информационно-обеспечения различных задач геоэкологической оценки техногенно измененных горными работами территорий. Также необходимо совершенствование правовой основы для рекультивации нарушенных земель, так как существующие нормативно-правовые

акты в основном связаны с проблемами использования и охраны земель, а не их восстановлением [9].

В связи с этим эколого-экономическая модель восстановления нарушенных земель на угледобывающих территориях с учетом социальной сферы должна включать следующую последовательность процессов: формирование терриконов, вторичная переработка и утилизация отходов, озеленение терриконов (табл.).

Такой подход включает интегральную качественно-количественную оценку экологического риска. Это также предполагает учет возможного ущерба в виде экологических, экономических, медицинских и социальных потерь.

2. Управление экологическими рисками

Фиторемедиация терриконов считается основным приемом для минимизации экологического воздействия на окружающую среду и здоровье населения в Донецком регионе. Так, Донецкий ботанический сад неоднократно брался за озеленение терриконов, и еще в 80-е годы для этих целей было отобрано более 110 видов растений, с помощью которых была проведена рекультивация более 100 шахтных отвалов [11].

В современных условиях одним из распространенных приемов рекультивации является засевание трав у подножия отвала и их дальнейшее распространение по склонам. В качестве трав для засеваания предполагается использование многолетников, отвечающих экологическим и эстетическим требованиям: *Achillea millefolium* — тысячелистник обыкновенный, *Artemisia absinthium* — полынь горькая, *Artemisia vulgaris* — полынь обыкновенная, *Berteroa incana* — икотник серый, *Frigeron canadensis* — олепестник канадский, *Lactuca*

Таблица. Карта приоритетов проведения рекультивационных мероприятий на основании оценки экологического риска (на основании данных [10])

Table. Map of priorities for reclamation activities based on environmental risk assessment (based on data from [10])

Объект воздействия	Степень экологического риска				Показатель степени риска: высокая + критическая	Очередность выполнения работ
	низкая	средняя	высокая	критическая		
Рекультивация и озеленение отвалов	22	3	7	3	10	II
Рекультивация и озеленение промплощадок	10	3	5	1	6	IV
Ликвидация пруда-отстойника	5	2	2	10	12	I
Защита водозабора	2	10	8	1	9	III

seniola — латук дикий, *Melilotus officinalis* — донник лекарственный, *Tanacetum vulgare* — пижма обыкновенная [12].

Многие растения являются индикаторами геохимической среды и их можно использовать для восстановления экосистем. Однако для предлагаемых растений характерен невысокий коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов, повысить который можно с использованием современных технологий, например, с помощью клеточной селекции. Величина фитоэкстракции возрастает по сравнению с исходными растениями в два-три раза. Следовательно, нужно проводить отбор регенерантов, исходя из коэффициента биологического поглощения [13].

Тем не менее, вероятность экологических рисков закономерно возрастает при накоплении загрязняющих веществ, и прежде всего, тяжелых металлов в почвогрунтах углеотвалов вблизи районов угледобычи.

Из-за токсичности этих веществ на загрязненных территориях наблюдается деградация растительного покрова, а выживаемость растений-фиторемедиаторов крайне низкая (рис. 2). Вследствие этого земли, нарушенные угледобычей, невозможно использовать в рамках целевого назначения.



Рис. 2. Породные углеотвалы шахты Аютинская, Ростовская обл.

Figure 2. Rock coal dumps of the Ayutinskaya mine, Rostov region

Поэтому крайне важно восстанавливать такие загрязненные участки с помощью различных приемов рекультивации и ремедиации [14]. Были отработаны и предложены методы восстановления загрязненных и деградированных отвалов шахт, сочленяющие фиторемедиацию и применение мульчи, извести, биологических твердых веществ и летучей

золы в качестве почвоулучшителей [15–17]. Однако применение вышеупомянутых методов имеет определенные ограничения. Например, внесение летучей золы в почву связано с риском загрязнения тяжелыми металлами [18]. Внесение различных растительных твердых остатков в почву может вызвать загрязнение почвы органическими загрязнителями (пестицидами и гербицидами) и может увеличить биодоступность некоторых тяжелых металлов [19]. Внесение извести подходит только для кислых почв, применение навоза приводит к высвобождению ТМ после его минерализации в почве [20]. Для рекультивации почвы и удаления загрязняющих веществ также доступны другие технологии, такие как адсорбция, биodeградация и химическое окисление *in situ*, которые могут существенно удерживать и разлагать загрязняющие вещества в почве [21].

Бионакопление тяжелых металлов в экосистемах может серьезно повредить флоре и фауне и отрицательно повлиять на здоровье человека. Плохие физико-химические свойства отвалов, образующихся в результате горных работ, усложняют восстановление загрязненных и деградированных земель. В последние годы наблюдается экспоненциальный рост исследований по разработке и применению биочара (биоугля) и его композитов для рекультивации загрязненных тяжелыми металлами таких компонентов экосистем, как почва и вода. Обзор литературы показал, что за последние пять лет было опубликовано 95 обзорных статей, в которых рассматривалась полезность биочара для удаления тяжелых металлов из водной среды [22]. Однако еще недостаточно работ, посвященных применению биочара и его композитов для рекультивации загрязненных тяжелыми металлами угольных отвалов и почв, прилегающих к угольным шахтам. Необходимо рассматривать методы производства биочара из различных отходов и методы модификации первоначального биочара для разработки его функционализированных композитов (рис. 3).

Важны и физико-химические механизмы, с помощью которых биочар и его композиты удаляют и иммобилизуют тяжелые металлы в почве. При этом применение различных функционализированных композитов биочара позволяет эффективно управлять ремедиацией и рекультивацией шахтных отвалов, загрязненных тяжелыми металлами. Показано, что хотя фиторемедиация является наиболее

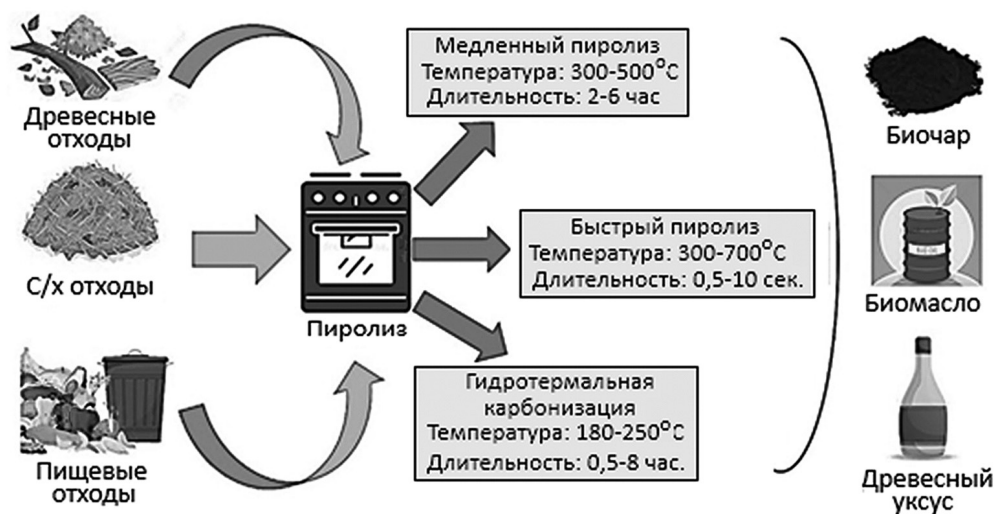


Рис. 3. Процессы пиролиза для производства биоугля, биомасла и древесного уксуса в качестве продукта из различных отходов биомассы

Figure 3. Pyrolysis processes for the production of biochar, biomass and wood vinegar as a product from various biomass wastes

распространенным и недорогим методом восстановления деградированной и загрязненной почвы путем стимулирования роста видов, устойчивых к тяжелым металлам, однако плохие физико-химические свойства этих почвогрунтов существенно ограничивают рост гипераккумуляторов. Эти негативные почвенные свойства обычно улучшаются с помощью внесения различных материалов, от различных сорбентов до речного песка.

Применение биочара (биоугля) может также улучшить как физико-химические свойства почвогрунтов углетвалов, так и позволить сорбировать тяжелые металлы. При этом сорбционные свойства производимого биочара могут быть изменены методами предварительной и последующей обработки. Так, биочар, обработанный кислотой или щелочью, показывает изменение обилия и характеристик функциональных групп и поверхностной пористости. Биочар также можно комбинировать с другими минералами с помощью методов термической и химической обработки для получения его композитов, имеющих улучшенные поверхностные свойства по сравнению с первоначальным продуктом.

Таким образом, внесение биочара в загрязненные почвогрунты и деградированные почвы улучшает их общие физико-химические свойства и способствует иммобилизации тяжелых металлов в почвенной матрице, благоприятствуя развитию процесса

фиторемедиации. Осаждение, поверхностное комплексообразование, электростатическое притяжение и ионный обмен являются доминирующими методами, посредством которых биочар адсорбирует и иммобилизует тяжелые металлы в почвенной матрице.

Следует при этом отметить, что рекультивация и ремедиация почвогрунта шахтных отвалов, загрязненных тяжелыми металлами, такими как As, Cr и Cd с использованием чистого биочара является сложной задачей. Применение модифицированного биочара или композитов биочара усиливает процесс ремедиации. Поверхностные свойства модифицированного биочара могут быть изменены с помощью различных процессов модификации для удаления, в частности, определенного класса тяжелых металлов с анионными характеристиками в водном растворе почвы.

Рассмотрено применение биочара [23] для пылеподавления и рекультивации отвалов горнодобывающей промышленности и нарушенных земель, совместно с цеолитом и гуминовыми кислотами.

Представлены результаты исследования процесса рекультивации грунта угольного отвала с использованием торфяных препаратов в качестве органических сорбентов. Установлено, что внесение торфяных препаратов в грунт отвальной породы приводит к усилению ферментативной активности, связанной с образованием лабильного органического вещества.

Это является отражением процессов трансформации органического вещества растительных остатков и накопления первичных форм гумуса [24–26].

Добавление биочара в почву, загрязненную ТМ, улучшает ее плодородие, кислотность и водоудерживающую способность, минимизируя подвижность ЗВ. Все это способствует восстановлению растительности. Фиторемедиация шламовой почвы шахт с использованием биочара, полученного из остатков обрезки плодовых деревьев и органического удобрения при четырех различных уровнях концентрации (0, 1, 5 и 10%), продемонстрировала существенные преимущества биочара, связанные, в частности, со снижением биодоступности Zn, Cd и Pb по мере увеличения содержания биочара [27].

При изучении содержания ТМ в почвах территории углеотвала шахты им. В. И. Ленина Ростовской области установлен следующий ряд их среднего валового содержания: $Mn > Zn > Cr > Cu > Pb > Ni > Cd$, что определяется составом материала породного отвала, сформировавшего террикон. Приоритетные ЗВ почв на исследуемой территории — Pb и Cu, в меньшей степени — Mn и Cr [28]. Также показано влияние хелатирующих агентов на процессы цикла азота при ремедиации загрязненных ТМ почвогрунтов углеотвалов. Эффективность индуцированной фиторемедиации зависит от содержания биодоступных форм ТМ и развития микробиологических процессов. Отмечен разнонаправленный эффект на активность нитритредуктаз при внесении в техногенные почвы лимонной и щавелевой кислоты. Так, внесение NaЭДТА и лимонной кислоты уменьшает активность медьсодержащих нитритредуктаз, тогда как внесение щавелевой кислоты, наоборот, увеличивает их активность [29].

Как уже отмечалось, из всех предложенных методов ремедиации загрязненных почв особое внимание заслуживает применение сорбентов. Особенностью их действия является регулирование воздействия поллютантов путем снижения подвижности. Помимо этого, сорбенты могут являться дополнительными источниками питательных веществ для растений, а также позволяют удерживать больше влаги в доступной для растений форме. При этом биоуголь (биочар) является одним из наиболее эффективных и экологически безопасных сорбентов. Помимо иммобилизации ТМ, внесение биочара оказывает положительное влияние на химические свойства почвы, такие как изменения

pH, емкости катионного обмена (ЕКО), содержания элементов питания [30, 31]. Так, поглощение Cu(II), Zn(II) черноземом обыкновенным, в который внесен биочар, сопровождается уменьшением pH равновесных растворов, причем более заметно при адсорбции Cu(II). Степень подкисления зависит от концентрации и свойств катиона металла и свойств адсорбента (буферными свойствами почвы, щелочной реакцией среды биочара и наличием на его поверхности большого количества функциональных групп) [32]. Сорбция тяжелых металлов на твердых поверхностях, таких как почва, является одним из ключевых процессов, определяющих судьбу загрязняющих веществ в окружающей среде. Знание особенностей адсорбции тяжелых металлов биочаром имеет важное значение для его применения при рекультивации почв. С помощью адсорбционного метода была изучена возможность использования древесного биочара для детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами (например, медью). Показано, что добавление биочара повышает способность почвы к поглощению металлов. Результаты были проанализированы с использованием уравнений изотерм Ленгмюра и Фрейндлиха. Был сделан вывод, что биочар можно использовать для иммобилизации тяжелых металлов в загрязненных почвах. Также улучшаются и биологические параметры [33].

Кроме того, известно и применение минеральных сорбентов, таких как диатомит, бентонит, монтмориллонит и пр. Их эффективность зависит как от типа отходов промышленного производства, так и от физико-химических характеристик самих тяжелых металлов. Так, мезопористые адсорбенты, полученные из природных материалов, являются хорошими кандидатами для исследования по удалению тяжелых металлов, поскольку они обладают высокой поверхностной активностью благодаря большой площади поверхности и однородному размеру пор. Мезопористые кремнеземные материалы были исследованы для удаления Cu(II), Cd(II) и Pb(II) с адсорбционной способностью около 36,3, 32,3 и 58,5 мг/г в диапазоне pH 5–7 [34]. В другой работе [35] оценена эффективность мезопористого диоксида кремния в качестве наноадсорбента для удаления ионов Pb(II) и Hg(II) с расчетом их адсорбционной способности в 303,03 и 256,41 мг/г соответственно.

Перспективным является применение современных рекультивационных технологий, основанных

на использовании нетрадиционных мелиорантов, например, компонентов осадка сточных вод (ОСВ), что позволяет повысить эффективность рекультивации и значительно снизить затраты на создание плодородного слоя. Исследования подтвердили положительное влияние ОСВ на биомассу растений и накопление в почве органического вещества, что позволяло успешно выращивать овощи, зерновые и кустарниково-древесные культуры. Также использование органоминеральных удобрений на основе торфа низинного типа позволяет активизировать биологические процессы, обеспечивая корнеобитаемый слой доступным для растений и микроорганизмов органическим веществом и элементами минерального питания, что, в свою очередь, стимулирует развитие и рост растений [36].

Исследованы минеральные сорбенты — диатомит и белый шлам (БШ - оборотный продукт глиноземного производства) на почвах, загрязненных ТМ. Их внесение оказывало положительное влияние на продуктивность зеленой массы пшеницы, хотя и не устраняло в полной мере отрицательное влияние избыточного содержания металлов. При этом БШ оказывал более заметное положительное действие, чем диатомит [37].

Также в наших экспериментах было показано, что предлагаемая биогеохимическая сорбционная технология, основанная на применении различных органических и минеральных сорбентов, включая биочар (из древесных отходов), позволяет эффективно проводить рекультивацию почвогрунтов углеотвалов шахты «Аютинская» Донецкого угольного бассейна. Уже в течение одного вегетационного сезона достигается заметное увеличение биомассы газонных трав.

Заключение

Следовательно, биоремедиация/фиторемедиация с использованием сорбентов, в частности биочара, может быть одной из наиболее привлекательных технологий восстановления почв, загрязненных тяжелыми металлами и металлоидами. Фиторемедиация, стимулируемая биочаром, имеет значительный потенциал для иммобилизации катионных тяжелых металлов и металлоидов в почвах шахтного шлама и других загрязненных металлами почвах, особенно в условиях высокой кислотности. Биочар может значительно снизить биодоступность и выщелачиваемость катионных

металлов и металлоидов в почвах, улучшить структуру почвы, физико-химические свойства, плодородие и восстановление растительности и способствовать развитию микробных популяций. При этом важно выбрать подходящий биочар, чтобы разработать успешную стратегию иммобилизации анионных металлов и металлоидов изначально с помощью подхода *in vitro*.

Необходимо подчеркнуть, что требуются более обширные исследования для оценки эффективности биоремедиации/фиторемедиации с использованием биочара для почвогрунтов, загрязненных тяжелыми металлами.

Научные исследования должны быть сосредоточены на следующих важных темах:

- демонстрация взаимосвязей между сырьевыми материалами, используемыми при пиролизе, физико-химическими свойствами биочара и биоремедиацией/фиторемедиацией почвы;
- оценка консистенции биочара и ее влияния на перенос металлов и металлоидов в шахтном шламе и почвах, загрязненных металлами, в полевых исследованиях;
- знание механизмов биоремедиации/фиторемедиации с использованием биочара, особенно взаимодействия между биоуглем, микробными популяциями, корнями растений и частицами почвы.

Приведенный обзор литературы показал эффективность рекультивации почвогрунтов углеотвалов с использованием различных сорбентов, как минеральных, так и органических. При этом следует особо подчеркнуть, что проведение рекультивации всегда является сайт-специфическим процессом, требующим подбора различных технологических приемов. Кроме того, требуется применение природоподобных биогеохимических технологий, как наиболее работоспособных для терриконовых масс и направленных на восстановление природной организованности биогеохимических циклов. Следовательно, необходима разработка биогеохимической технологии рекультивации почвогрунтов углеотвалов и оценка влияния различных минеральных и органических сорбентов. Такой технологический подход позволяет управлять экологическими рисками для здоровья населения и состояния окружающей среды в рассматриваемом Донецком регионе.

Список источников [References]

1. Житников В.В., Кусков А. А. Терриконы — источник сырья и экологических проблем Донецкой республики // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 1(5). С. 263–265 [Zhitnikov V. V., Kuskov A. A. Waste heaps are source of raw materials and environmental problems of the Donetsk People's Republic // Fire and Technosphere Safety: Problems and Ways of Improvement. 2020;(1):263–265 (In Russ.)]
2. Шило И.Н., Котенко А. А. Терриконы и экологические проблемы Донбасса // Донецкие чтения 2016. образование, наука и вызовы современности. Материалы I Международной научной конференции. Том 1. Под общей редакцией С. В. Беспаловой. 2016, ЮФУ, С. 379–382 [Shilo I. N., Kotenko A. A. Waste heaps and environmental problems of Donbass // Donetsk readings 2016: education, science and challenges of our time. Proceedings of the I International scientific conference. Volume 1. General editor S. V. Bepalova. 2016, SFedU, P. 379–382 (In Russ.)]
3. Сочилин А.В., Садеков Д. Р., Котов В. С. Биоиндикационная оценка влияния продуктов горения породных отвалов угольных шахт на экологическую ситуацию // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2023. Т. 27. № 1. С. 51–53 [Sochilin A. V., Sadekov D. R., Kotov V. S. Bioindication assessment of the impact of the combustion products of coal mines dumps on the ecological situation // Vestnik of Hygiene and Epidemiology. 2023;27(1):51–53 (In Russ.)]
4. Жукова И.А., Лобунец В.С. Совершенствование эколого-и социально-экономической политики в угледобывающих территориях в пост-реструктуризационный период: Монография / И. А. Жукова, В. С. Лобунец. Ростов-на-Дону: Изд-во «Содействие–XXI век», 2016. 80 с. ISBN 978-5-91423-133-7 [Zhukova I. A., Lobunets V. S. Improvement of environmental and socio-economic policies in coal mining areas in the post-restructuring period: Monograph / I. A. Zhukova, V. S. Lobunets. Rostov-on-Don: Publishing house «Assistance–XXI century», 2016. 80 p. ISBN 978-5-91423-133-7 (In Russ.)]
5. Жукова И. А. Экоуправление техногенными ресурсами в системе реабилитации добывающих регионов: Монография. Ростов-на-Дону: Изд-во «Содействие–XXI век», 2013. 128 с. ISBN 978-5-91423-071-2 [Zhukova I. A. Ecological management of technogenic resources in the system of rehabilitation of mining regions: Monograph. - Rostov-on-Don: Publishing house «Assistance–XXI century», 2013. 128 p. ISBN 978-5-91423-071-2 (In Russ.)]
6. Прокопенко Е.В., Павлыш В. Н. Применение пакета SURFER для экологической оценки при закрытии шахт // Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях (СИТОНИ-2017). Материалы V Международной научно-технической конференции, Донецк, 20 ноября 2017, отв. ред. Павлыш В. Н., С. 133–137 [Prokopenko E. V., Pavlysh V. N. Application of the SURFER package for environmental assessment during mine closure // Modern information technologies in education and scientific research (SITONI-2017). Proceedings of the V International Scientific and Technical Conference, Donetsk, November 20, 2017, ed. Pavlysh V. N., P. 133–137 (In Russ.)]
7. Башкин В. Н. Управление геоэкологическими рисками при загрязнении водных систем // Проблемы анализа риска. 2020. Т. 17. № 1. С. 8–9, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-1-8-9> [Bashkin V. N. Geocological risks management at pollution of water systems // Issues of Risk Analysis. 2020;17(1):8–9. (In Russ.). <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-1-8-9>]
8. Башкин В. Н. Управление экологическими рисками для предотвращения экологических катастроф // Проблемы анализа риска. 2020. Т. 17. № 3. С. 8–10, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-3-8-10> [Bashkin V. N. Environmental risk management to prevent environmental disasters // Issues of Risk Analysis. 2020;17(3):8–10. (In Russ.). <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-3-8-10>]
9. Гаврилов В.Л., Немова Н. А., Резник А. В., Косарев Н. С., Колесников А. А. О необходимости комплексной геоэкологической оценки техногенно нарушенных горными работами земель // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. № 10. С. 76–87. <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/10/4212> [Gavrilov V. L., Nemova N. A., Reznik A. V., Kosarev N. S., Kolesnikov A. A. On the need for a comprehensive geocological assessment of lands disturbed by mining // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2023;334(10):76–87. (In Russ.). <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/10/4212>]
10. Улицкий О. А. Основные факторы загрязнения природной среды и требования по исключению их вредного влияния при ликвидации шахт // Наука и мир. 2014. № 6–1(10). С. 105–108 [Ulitsky O. A. Major factors of pollution of environment and the requirements for the

- exception of adverse effect at liquidation of mines // *Science and World*. 2014;(6–1(10)):105–108. (In Russ.)]
11. Хоменко Я.В., Солдатова А. С. Оценка проблемы терриконов ДОНБАССА // *Экономический вестник Донбасса*. 2015. № 1(39). С. 12–19 [Khomenko Ya.V., Soldatova A. S. The problem of waste banks of Donbass // *Economic Bulletin of Donbass*. 2015;(1(39)):12–19. (In Russ.)]
 12. Зыков В.И., Малезик Е. С. Экологическое обоснование рекультивации терриконов // *Вестник РУДН: сер. Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2007. № 4. С. 68–70 [Zykov V.I., Malczik E. S. Ecological substantiation of terikone recultivation // *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2007;(4):68–70. (In Russ.)]
 13. Гладков Е. А., Гладкова О. В. Экобиоготехнологические подходы для повышения коэффициента биологического поглощения растений в фиторемедиации // *Известия ТулГУ. Науки о Земле*. 2019. № 4. С. 32–40 [Gladkov E. A., Gladkova O. V. Ecobiogeotechnological approaches for increasing the biological absorption of plants in phytoremediation // *Izvestija Tulsogo Gosudarstvennogo Universiteta. Nauki o Zemle*. 2019;(4):32–40. (In Russ.)]
 14. Pajak M., Błonska E., Szostak M., Gasiorek M., Pietrzykowski M., Urban O., Derbis P. Restoration of vegetation in relation to soil properties of spoil heap heavily contaminated with heavy metals // *Water. Air. Soil Pollut*. 2018;(229):392–401. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-4040-6>
 15. Bech J., Duran P., Roca N., Poma W., Sánchez I., Roca-Pérez L., Boluda R., Barceló J., Poschenrieder C. Accumulation of Pb and Zn in *Bidens Triplinervia* and *Senecio Sp.* spontaneous species from mine spoils in Peru and their potential use in phytoremediation // *J. Geochem. Explor*. 2012;(123):109–113.
 16. Maiti S. K. *Ecorestoration of the coalmine degraded lands* // Springer Science & Business Media: Berlin / Heidelberg, Germany, 2012; ISBN9788578110796
 17. Prasad M.N.V., de Campos Favas P.J., Maiti S. K. Fly Ash and lime-stabilized biosolid mixtures in mine spoil reclamation // *In Bio-Geotechnologies for Mine Site Rehabilitation*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2018;159–180
 18. Pandey V.C., Singh N. Impact of fly ash incorporation in soil systems // *Agric. Ecosyst. Environ*. 2010;(136):16–27
 19. Mossa A.W., Bailey E. H., Usman A.; Young S.D., Crout N.M.J. The Impact of long-term biosolids application (>100 years) on soil metal dynamics // *Sci. Total Environ*. 2020;(720):137441
 20. Adnan M., Shah Z., Sharif M., Rahman H. Liming induces carbon dioxide (CO₂) emission in PSB inoculated alkaline soil supplemented with different phosphorus sources // *Environ. Sci. Pollut. Res*. 2018;(25):9501–9509
 21. Qu J., Tian X., Zhang X., Yao J., Xue J., Li K., Zhang B., Wang L., Zhang Y. Free radicals-triggered reductive and oxidative degradation of highly chlorinated compounds via regulation of heat-activated persulfate by low-molecular-weight organic acids // *Appl. Catal. B Environ*. 46 2022;(310):121359
 22. Chandra S., Medha I., Tiwari, A. K. The Role of modified biochar for the remediation of coal mining-impacted contaminated soil: a review. *Sustainability*. 2023;(15):3973. <https://doi.org/10.3390/su15053973>
 23. Крупская Л.Т., Голубев Д. А., Растанина Н. К., Филатова М. Ю. Рекультивация поверхности хвостохранилища закрытого горного предприятия Приморского края с использованием биоремедиации // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2019. № 9. С. 138–148. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-09-0-138-148> [Krupskaya L. T., Golubev D. A., Rastanina N. K., Filatova M. Yu. Reclamation OF tailings storage surface at a closed mine in the Primorsky krai by bio remediation // *Mining Information and Analytical Bulletin*. 2019;(9):138–148. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-09-0-138-148> (In Russ.)]
 24. Алексеева Т.П., Бурмистрова Т. И., Сысоева Л.Н., Трунова Н. М., Середина В. П. Технология рекультивации почв угольного отвала с использованием торфяных препаратов // *Экология и промышленность России*. 2016. Т. 20. № 11. С. 39–43. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-11-39-43> [Aleksееva T. P., Burmistrova T. I., Sysoeva L. N., Trunova N. M., Serecina V. P. Process of Soil Remediation at Coal Dump Using Peat Preparations // *Ecology and Industry of Russia*. 2016;20(11):39–43 (In Russ.)]
 25. Патент РФ 2655215С1 Способ иммобилизации свинца в загрязненных почвах, автор Неведров Н. П., 2017 [Patent of the Russian Federation 2655215C1 Method of immobilization of lead in contaminated soils, author N. P. Nevedrov, 2017 (In Russ.)]
 26. Петункина Л.О., Заушинцева А. В., Шатилов Д. И. Оптимальные соотношения рекультиваторов для целевого использования на угледобывающем предприятии // *Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсных регионов: пути решения. Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции*, 2016; Кемерово. Кемерово: Кузбасский государственный

- технический университет им. Т. Ф. Горбачева, С. 38 [Petunkina L. O., Zaushintsena A. V., Shatilov D. I. Optimal ratios of reclamation plants for targeted use at a coal mining enterprise // *Environmental problems of industrially developed and resource regions: solutions. Proceedings of the All-Russian youth scientific and practical conference, 2016; Kemerovo. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev, P. 38 (In Russ.)]*
27. Drozdova M. Yu., Pozdnyakova A. V., Osintseva M. A., Burova N. V., Minina V. I. The microorganism-plant system for remediation of soil exposed to coal mining // *Foods and Raw Materials. 2021; 9(2):406–418.*
<https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-2-406-418>
28. Бауэр Т.В., Барахов А. В., Минкина Т. М., Латынник Е. С. Оценка степени загрязнения почв техногенных ландшафтов в зоне влияния терриконов угольных шахт Ростовской области // *Материалы Международной научно-практической конференции «Пятые ландшафтно-экологические чтения, посвященные Г. Е. Гришанкову «Природа и общество: интеграционные процессы» Севастополь. 2022. С. 212–217 [Bauer T. V., Barakhov A. V., Minkina T. M., Latsynnik E. S. Assessment of the degree of soil pollution in technogenic landscapes in the zone of influence of coal mine waste heaps in the Rostov region // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «The Fifth Landscape and Ecological Readings Dedicated to G. E. Grishankov «Nature and Society: Integration Processes» Sevastopol. 2022. P. 212–217 (In Russ.)]*
29. Пуликова Е.П., Горовцов А. В., Невидамская Д. Г., Казарян К. А., Минкина Т. М. Влияние хелатирующих агентов на процессы денитрификации в почвах степных ландшафтов районов угледобычи восточного Донбасса // *Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной нагрузки. Материалы Международной молодежной научной школы. Ростов-на-Дону—Таганрог. 2022. С. 238–243 [Pulikova E. P., Gorovtsov A. V., Nevidomskaya D. G., Kazaryan K. A., Minkina T. M. Influence of chelating agents on denitrification processes in soils of steppe landscapes of coal mining areas of eastern Donbass // Monitoring, protection and restoration of soil ecosystems under anthropogenic load. Proceedings of the International Youth Scientific School. Rostov-on-Don — Taganrog. 2022. P. 238–243 (In Russ.)]*
30. Amonette J.E., Joseph S. Characteristics of biochar: microchemical properties // In: Lehmann J., Joseph S. (eds.): *Biochar for Environmental Management Science and Technology*. Earthscan: London. 2009. P. 33–43
31. Zimmerman A.R., Gao B., Ahn M. Y. Positive and negative carbon mineralization priming effects among a variety of biochar-amended soils // *Soil Biology and Biochemistry. 2011;(43):1169–1179.*
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.02.005>
32. Бурачевская М.В., Минкина Т. М., Бауэр Т. В., Лобзенко И. П., Северина В. И. Влияние биочара из отходов сельского хозяйства на изменение рН почвы при поглощении тяжелых металлов // *Актуальная биотехнология. 2021. № 1(35). С. 208–210 [Burachevskaya M. V., Minkina T. M., Bauer T. V., Lobzenko I. P., Severina V. I. The influence of biochar from agricultural waste on the change in soil pH during the absorption of heavy metals // Actual Biotechnology. 2021;(1):208–210 (In Russ.)]*
33. Минникова Т.В., Минин Н. С., Колесников С. И., Горовцов А. В., Чистяков В. А. Оценка фитотоксичности чернозема обыкновенного при применении *Bacillus* sp. и биочара для стимуляции разложения пожнивных остатков озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // *Агрохимия. 2023. № 5. С. 60–69.*
<https://doi.org/10.31857/S0002188123050058>
[Minnikova T. V., Minin N. S., Kolesnikov S. I., Gorovtsov A. V., Chistyakov V. A. Evaluation of phytotoxicity of common chernozem in the application of bacillus sp. and biochar for stimulation of decomposition of winter wheat harvest residues (*Triticum aestivum* l.) // *Agrohimia. 2023;(5):60–69 (In Russ.)*.
<https://doi.org/10.31857/S0002188123050058>]
34. Zhu W., Wang J., Wu D., Li X., Luo Y., Han C., Ma W., He S. Investigating the heavy metal adsorption of mesoporous silica materials prepared by microwave synthesis // *Nanoscale Research Letters. 2017;12(1): 1–9.*
<https://doi.org/10.1186/s11671-017-2070-4>
35. Vojoudi H., Badieli A., Bahar S., Ziarani G. M., Faridbod F., Ganjali, M.R. A new nano-sorbent for fast and efficient removal of heavy metals from aqueous solutions based on modification of magnetic mesoporous silica nanospheres // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2017;(441):193–203.*
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.05.065>
36. Черных В. И., Черных А. В. Перспективы использования техногенно нарушенных земель луганского региона // *Экологические проблемы. Взгляд в будущее, сборник трудов IX Международной научно-практической конференции. Под редакцией Ю. А. Федорова; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону—Таганрог. 2020. С. 691–695 [Chernykh V. I., Chernykh A. V. Prospects*

for the use of technogenically disturbed lands in the Luhansk region // Environmental problems. A look into the future, collected papers of the IX International scientific and practical conference. Edited by Yu. A. Fedorov; Southern Federal University. Rostov-on-Don—Taganrog. 2020. P. 691–695 (In Russ.)]

37. Кизилев О.А., Байкин Ю.Л., Овчинников П.Ю. Применение минеральных сорбентов при загрязнении почв тяжелыми металлами // Вестник биотехнологии. 2017. № 1(11). С. 16–18 [Kizilov O. A., Baikin Yu.L., Ovchinnikov P. Yu. Application of mineral sorbents for soil contamination with heavy metals // Bulletin of Biotechnology. 2017;(1):16–18 (In Russ.)]

Сведения об авторе

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. Пушкино, ул. Институтская, д. 2–1, ИФХБПП РАН

vladimirbashkin@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 28.03.2025

Одобрена после рецензирования: 11.04.2025

Принята к публикации: 18.04.2025

Дата публикации: 30.06.2025

The article was submitted: 28.03.2025

Approved after reviewing: 11.04.2025

Accepted for publication: 18.04.2025

Date of publication: 30.06.2025



4-5 сентября 2025 года

XXII Профессиональный форум

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ – НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

Сочи, отель «Голден Тюлип Роза Хутор» (набережная Панорама, 3)

Приглашаем руководителей и специалистов в области риск-менеджмента, страхования, внутреннего контроля и аудита на самый известный ежегодный форум по управлению рисками в России.

На сессиях и круглых столах ключевые вопросы ФОРУМА:

- Теория и практика диагностики уровня зрелости систем управления рисками (СУР) в российских компаниях нефинансового сектора. Итоги исследования АО «ДРТ» и АРМ «РусРиск».
- Ретроспективы и перспективы совместных проектов по созданию и совершенствованию СУР на производствах России.
- Управление кросс-функциональными рисками при реализации проектов.
- Новый Кодекс корпоративного управления Банка России. Место управления рисками и внутреннего контроля.
- Управление рисками непрерывности деятельности.
- Эффективность страховой защиты, ее критерии.
- Взаимное страхование-эффективный инструмент организации страховой защиты.
- Формирование центров компетенции по страхованию.
- Альтернативные страхованию способы и формы передачи риска
- Практические аспекты экономической безопасности: скоринги, выявление связей, интеграция и импортозамещение.
- Опыт перехода с SAP GRC на отечественные системы управления рисками.
- Движение к цели НОЛЬ. Единый цифровой инструмент управления рисками безопасности производств и персонала на всех уровнях: аппаратчик, мастер смены, начальник цеха, директор.
- Применение ИИ в управлении рисками. Практика и возможности.
- Разработка предупредительных мероприятий по предотвращению рисков.
- Технические и производственные риски.
- Модели интеграции климатического риска в кредитный риск банковского портфеля.

НА ФОРУМЕ ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ УЧАСТИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ:

МЧС России, РСПП, ТПП РФ, ПАО «Газпром», ПАО ГМК «Норильский никель», ГК «Автодор»; ООО «РК Страховой брокер», ПАО «АФК «Система», Банка России, «ПМ СОФТ», ПАО «РусГидро», ПАО «Совкомфлот», ПАО «НК «Роснефть», АО «ИнфоТеКС», Группа «Интерфакс». ООО «Дайнемик Сан», ООО «Квадриум системы», ООО «СБ «Нобилис», ООО «Страховой брокер «ССГ», ООО «Страховые брокеры АСТ», РНПК, АО СК «Турикум», СК «РЕСО-Гарантия», МГИМО МИД России, Финансового университета при Правительстве РФ, МГУ, Вятского госуниверситета и др.

Участие в Форуме бесплатное.

Заявка на сайте www.rrms.ru

Тел/факс: +7(916) 164-39-29 или E-mail: vt@rrms.ru

УДК 004.413.4:614.77:57.044
Научная специальность: 2.10.2
EDN: IPPBYK

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Оценка риска от загрязнения почв тяжелыми металлами

Павлова Н.Н.*,
Крышев И.И.,
Сазыкина Т.Г.,
Крышев А.И.,
Косых И.В.,
Бурякова А.А.,

Научно-производственное
объединение «Тайфун»,
249038, Россия, Калужская
область, г. Обнинск,
ул. Победы, 4

Аннотация

Целью представленного в статье исследования является интегральная оценка загрязненности почв тяжелыми металлами на основе методологии анализа риска. Риски от загрязнения почв тяжелыми металлами рассчитываются на основе критериев, обеспечивающих сохранение благоприятной окружающей среды, с учетом пространственного масштаба, продолжительности и интенсивности воздействия загрязняющего вещества. В качестве критерия экологической безопасности (экологического критерия) используется ограничение содержания тяжелых металлов в почве уровнями, при соблюдении которых сохраняются основные экологические функции почвы, обеспечивается сохранение биологического разнообразия и устойчивое функционирование естественных экосистем, не нарушаются химические и физические функции почвы. Гигиеническим критерием является предельно допустимая (или ориентировочно допустимая) концентрация загрязнителя в почве. В целях сохранения благоприятной окружающей среды в качестве контрольного уровня содержания тяжелого металла в почве выбирается минимальное по экологическому и гигиеническому критериям значение. Для оценки риска от химического загрязнения почв тяжелыми металлами используются следующие показатели: индекс риска, равный отношению содержания тяжелых металлов в почве к контрольному уровню; индекс опасности, представляющий собой сумму отношений наблюдаемых концентраций тяжелых металлов в почве к соответствующим контрольным уровням; обобщенный показатель риска, являющийся интегральным показателем оценки загрязнения почв тяжелыми металлами. Показатели риска рассчитываются на основе данных мониторинга содержания тяжелых металлов в почве на территории обследования. Результаты оценки риска позволяют выполнить ранжирование уровней загрязнения почвы тяжелыми металлами, рационально организовать мониторинг на территории обследования, оптимизировать защитные меры с целью сохранения благоприятной окружающей среды.

Ключевые слова: экологический риск; экологическая безопасность; химическое загрязнение почв; тяжелые металлы; мониторинг загрязнения почв; контрольный уровень; обобщенный показатель риска.

Для цитирования: Павлова Н.Н., Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Косых И.В., Бурякова А.А. Оценка риска от загрязнения почв тяжелыми металлами // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 3. С. 38–47. — EDN: IPPBYK.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Assessment of the Risk From Soil Pollution by Heavy Metals

Nadezhda N. Pavlova,
Ivan I. Kryshev,
Tatyana G. Sazykina,
Alexander I. Kryshev,
Irina V. Kosykh,
Anna A. Buryakova,
Research and Production
Association «Typhoon»,
Pobedy Str., 4, Obninsk,
Kaluga region, 249038, Russia

Abstract

The purpose of the research presented in the article is an integrated assessment of soil contamination with heavy metals based on the methodology of risk analysis. The risks from soil pollution by heavy metals are calculated based on criteria that ensure the preservation of a favorable environment, taking into account the spatial scale, duration and intensity of exposure to pollutants. As a criterion of ecological safety (ecological criterion), the limitation of the content of heavy metals in the soil is used to levels that preserve the basic ecological functions of the soil, ensure the conservation of biological diversity and the sustainable functioning of natural ecosystems, and do not disrupt the chemical and physical functions of the soil. The hygienic criterion is the maximum permissible (or approximately permissible) concentration of a contaminant in the soil. In order to preserve a favorable environment, the minimum value according to environmental and hygienic criteria is selected as the reference level of heavy metal content in the soil. To assess the risk from chemical contamination of soils with heavy metals, the following indicators are used: the risk index, equal to the ratio of the content of heavy metals in the soil to the control level; the hazard index, which is the sum of the ratios of the observed concentrations of heavy metals in the soil to the corresponding control levels; a generalized risk indicator, which is an integral indicator for assessing soil contamination with heavy metals. Risk indicators are calculated based on data from monitoring the content of heavy metals in the soil in the survey area. The results of the risk assessment make it possible to rank the levels of soil contamination with heavy metals, rationally organize monitoring in the survey area, and optimize protective measures in order to preserve a favorable environment.

Keywords: environmental risk; environmental safety; chemical pollution of soils; heavy metals; monitoring of soil pollution; reference level; generalized risk indicator.

For citation: Pavlova N.N., Kryshev I.I., Sazykina T.G., Kryshev A.I., Kosykh I.V., Buryakova A.A. Assessment of the risk from soil pollution by heavy metals // *Issues of Risk Analysis*. 2025;22(3):38–47. (In Russ.). — EDN: IPPBYK.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение
1. Методология анализа риска
2. Показатели оценки экологического риска
Заключение
Список источников

Введение

В связи с загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами в результате деятельности предприятий различных отраслей промышленности, возникает необходимость в оценке этого воздействия на экологическую безопасность почвы как природного компонента, имеющего ведущую роль в функционировании биосферы.

Существующая система регламентации техногенной нагрузки на компоненты окружающей среды в основном базируется на санитарно-гигиенических нормативах, направленных на обеспечение безопасности человека.

Ключевым элементом обеспечения экологической безопасности является государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Одна из важных задач такого мониторинга — оценка загрязнения почвы тяжелыми металлами и анализ данных регулярных наблюдений в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды, а также оценка и прогноз этих изменений¹.

Информативным методом интегральной оценки степени загрязнения компонентов природной среды является расчет показателей риска для окружающей среды.

Преимуществом методологии оценки риска является разработка единого интегрального показателя, позволяющего объективно проанализировать степень опасности загрязненности почв при воздействии тяжелых металлов различной токсичности и ранжировать территории с учетом уровня загрязненности для принятия управленческих решений по использованию земель и проведению различных природоохранных мероприятий.

Для оценки риска от загрязненности почв тяжелыми металлами используются данные мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

1. Методология анализа риска

Интегральный показатель загрязненности почвы тяжелыми металлами рассчитывается на основе методологии анализа риска с учетом критериев, обеспечивающих сохранение благоприятной окружающей среды.

В качестве критерия экологической безопасности (экологического критерия) используется ограничение содержания тяжелых металлов в почве уровнями, при

соблюдении которых сохраняются основные экологические функции почвы и не нарушаются ее химические и физические свойства. Пример обобщенных оценок контрольных уровней содержания тяжелого металла (КУТМ) в почве по данным [1–6] приведен в табл. 1. При наличии информации о региональных значениях КУТМ рекомендуется использовать местные данные с учетом типа почв и экологических особенностей региона. Например, для почв юга России лучше использовать данные, опубликованные в статьях С. И. Колесникова с соавт. [1, 2].

Таблица 1. Значения контрольных уровней содержания химических загрязнителей в почве, обеспечивающих сохранение ее экологических функций

Table 1. Values of control levels of chemical pollutants in the soil, ensuring the preservation of its ecological functions

Элемент	Значение КУТМ, мг/кг
Cd	2,5
Co	55
Cr	102
Cu	79
Hg	1
Mn	1010
Ni	74
Pb	83
Zn	163

В качестве гигиенического критерия используется ограничение содержания тяжелых металлов в почве нормативами ПДК и ОДК².

Для оценки риска от химического загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) используются следующие показатели:

- индекс риска (ИР), равный отношению содержания ТМ в почве к контрольному уровню, при превышении которого обеспечивается сохранение благоприятной окружающей среды;
- индекс опасности (ИО), интегральный показатель загрязнения почвы тяжелыми металлами, представляющий собой сумму отношений наблюдаемых концентраций тяжелых металлов в почве к соответствующим контрольным уровням;

² СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

¹ ФЗ РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

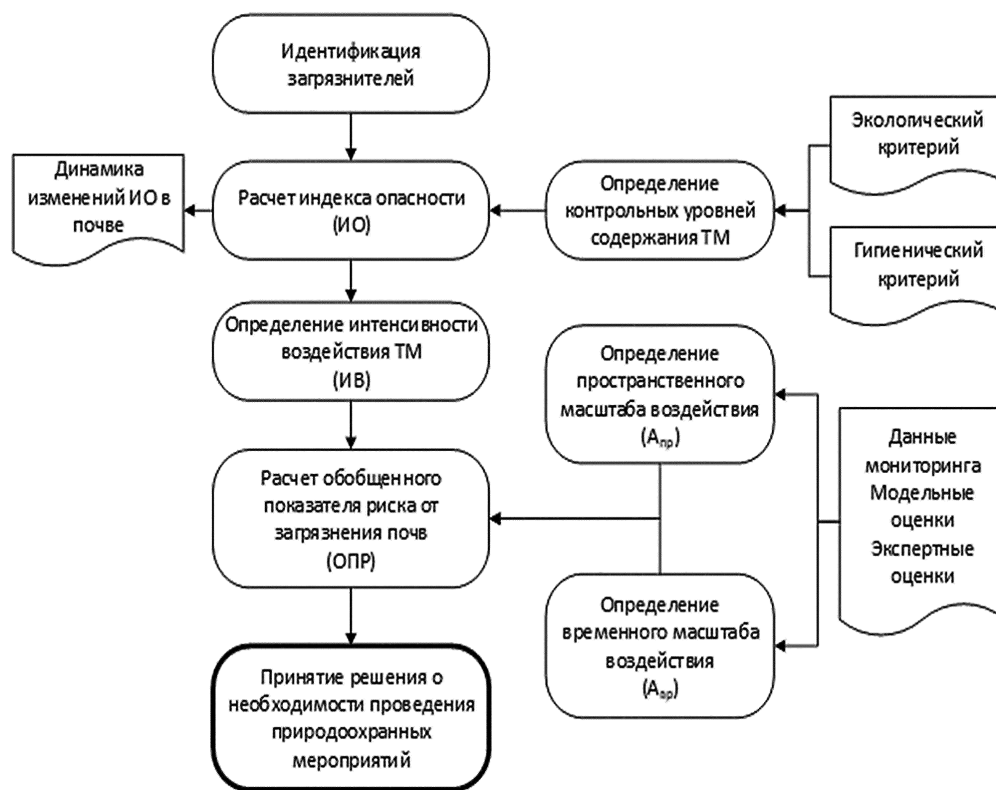


Рис. 1. Порядок оценки обобщенного показателя риска от загрязнения почв тяжелыми металлами

Figure 1. The procedure for assessing the generalized risk indicator from soil pollution by heavy metals

- обобщенный показатель риска (ОПР) на территории обследования, являющийся интегральным показателем оценки загрязнения почв ТМ с учетом пространственного масштаба, продолжительности и интенсивности воздействия на компоненты природной среды.

ОПР используется для интегральной оценки загрязнения почв ТМ по данным мониторинга и экспертным оценкам с учетом пространственного масштаба, продолжительности и интенсивности воздействия. Порядок оценки обобщенного показателя риска от загрязнения почв тяжелыми металлами представлен на рис. 1.

Оценка риска от загрязнения почв ТМ является составной частью анализа данных мониторинга.

2. Порядок расчета показателей экологического риска

В целях сохранения благоприятной окружающей среды в качестве КУТМ в почве выбирается минимальное из значений по экологическому и гигиеническому критериям.

Выбор КУТМ при сравнении экологического и гигиенического критериев производится с использованием валового содержания ТМ в почве [7].

Экологическим критерием является концентрация ТМ, при которой не происходит существенного нарушения биологических, физико-химических свойств почвы и ее экологических функций [1–6].

Если на территории обследования выявлено несколько тяжелых металлов, то необходимо определить индекс опасности (ИО):

$$\text{ИО} = \sum_i \frac{C_i}{\text{КУТМ}_i}. \quad (1)$$

На основе анализа результатов расчетов ИО и их многолетней динамики формулируются выводы о современном состоянии и изменении содержания ТМ в почве обследуемой территории по критерию сохранения благоприятной окружающей среды.

При расчете ОПР учитываются следующие параметры [6, 8–10]:

- пространственный масштаб;
- временной масштаб;
- интенсивность воздействия загрязнения почвы

ТМ.

Каждый из этих параметров оценивается по специальной шкале (табл. 1–3).

ОПР от загрязнения почв ТМ, безразмерный и рассчитывается по формуле:

$$\text{ОПР} = A_{\text{пр}} \cdot A_{\text{вр}} \cdot A_{\text{инв}}, \quad (2)$$

где:

$A_{\text{пр}}$ — коэффициент, учитывающий пространственный масштаб загрязнения территории ТМ, безразмерный;

$A_{\text{вр}}$ — коэффициент, учитывающий временной масштаб воздействия ТМ, безразмерный;

$A_{\text{инв}}$ — коэффициент, учитывающий интенсивность воздействия ТМ на компоненты почвы, безразмерный.

Определение пространственного масштаба воздействия ТМ на почвы проводится на основе данных мониторинга, модельных или экспертных оценок по следующим категориям:

- локальное воздействие в районе размещения источника загрязнения на территории площадью не более 10 км²;
- местное воздействие в районе размещения источника загрязнения на территории площадью от 10 до 100 км² включительно;
- региональное воздействие за пределами района размещения источника загрязнения на территории площадью свыше 100 км².

Шкала оценки пространственного масштаба $A_{\text{пр}}$ воздействия ТМ на почву представлена в табл. 2. При невозможности определить площадь воздействия при оценке пространственного масштаба консервативно выбирается максимальный балл. Определение продолжительности воздействия тяжелых металлов на почвы $A_{\text{вр}}$ проводится на основе данных мониторинга, модельных или экспертных оценок по следующим категориям:

- кратковременное воздействие продолжительностью не более одного месяца;
- воздействие средней продолжительности на протяжении от одного месяца до одного года включительно;
- продолжительное воздействие в период времени более одного года.

Таблица 2. Шкала оценки пространственного масштаба воздействия ТМ

Table 2. Scale of assessment of the spatial scale of HM impact

Воздействие	Пространственные границы воздействия (км ² или км)		Значение $A_{\text{пр}}$, балл
Локальное воздействие	площадь воздействия до 10 км ²	воздействие на удалении до 1 км от источника загрязнения	1
Местное воздействие	площадь воздействия от 10 до 100 км ²	воздействие на удалении от 1 до 10 км от источника загрязнения	2
Региональное воздействие	площадь воздействия более 100 км ²	воздействие на удалении более 10 км от источника загрязнения	3

Шкала оценки временного масштаба воздействия ТМ, содержащихся в почве, представлена в табл. 3. При невозможности определить продолжительность воздействия загрязнителя консервативно выбирается максимальный балл.

Определение интенсивности воздействия $A_{\text{инв}}$ ТМ на состояние почв проводится на основе расчетных оценок ИО с использованием данных мониторинга по следующим категориям:

- незначительное воздействие при уровнях содержания ТМ в почве, не отличающихся значимо от фоновых значений;
- слабое воздействие при ИО ≤ 8 ;
- умеренное воздействие при ИО $8 < \text{ИО} \leq 27$;
- сильное воздействие при $27 < \text{ИО} \leq 64$.

Шкала оценки интенсивности воздействия ТМ $A_{\text{инв}}$ на экологические функции почв представлена в табл. 4 [6, 8].

В целях интерпретации ОПР для интегральной оценки воздействия ТМ, содержащихся в почве, с учетом пространственного масштаба, продолжительности и интенсивности воздействия используются категории, представленные в табл. 5.

Результаты оценки риска от загрязнения почв ТМ применяются при выработке и принятии решений о необходимости проведения природоохранных мероприятий для обеспечения экологической безопасности окружающей среды.

По данным многолетнего мониторинга была проведена оценка загрязнения почв ТМ в районе

Таблица 3. Шкала оценки временного масштаба (продолжительности) воздействия

Table 3. Scale of assessment of the time scale (duration) of the impact

Воздействие	Временной масштаб воздействия	Значение $A_{вр}$, балл
Кратковременное	Не более одного месяца	1
Средней продолжительности	от одного месяца до одного года включительно	2
Продолжительное	Свыше одного года	3

расположения филиала АО «Уралэлектромедь» (г. Кировград Свердловской области). На обследованной территории определяли содержание в почве Pb, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Co³. На первом этапе был рассчитан индекс опасности (ИО) (см. табл. 6). По данным расчета, основной вклад в загрязнение почвы в районе расположения филиала АО «Уралэлектромедь» вносят медь, цинк, свинец и кадмий.

Была проведена оценка ОПР в районе расположения филиала АО «Уралэлектромедь». Результаты (см. рис. 2) показывают, что за весь период наблюдений почвы в районе расположения филиала АО «Уралэлектромедь» подвергаются сильному воздействию ТМ.

Для оценки состояния почв на территориях с разным уровнем содержания ТМ было проведено сравнение значений ОПР в районе расположения АО «Самарский металлургический завод» (участок многолетних наблюдений УМН-1) и пункта многолетних наблюдений (ПМН) г. Ревда Свердловской области, который находится в зоне влияния АО «Среднеуральский медеплавильный завод» (АО «СУМЗ»)⁴. По результатам оценки (см. рис. 3), почвы УМН-1 в районе расположения АО «Самарский металлургический завод» подвергаются слабому воздействию от деятельности предприятия, ПМН г. Ревда — умеренному (2016 г., 2019 г.) и сильному воздействию (2012 г., 2022 г.) в разные годы наблюдений.

³ Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения: Ежегодники (1994–2024) / Росгидромет, НПО «Тайфун», Обнинск.

⁴ Там же.

Таблица 4. Шкала оценки интенсивности воздействия при загрязнении почв ТМ

Table 4. Scale for assessing the intensity of exposure to HM soil pollution

Воздействие	Интенсивность воздействия		Значение ИВ
Незначительное воздействие	Изменения экологических функций почвы не превышают пределы естественной изменчивости	Концентрации ТМ в почве не отличаются значительно от фоновых значений	1
Слабое воздействие	Возможно превышение пределов естественной изменчивости экологических функций почвы, экологические функции почвы самовосстанавливаются	$1 < ИО \leq 8$	2
Умеренное воздействие	Возможны нарушения отдельных экологических функций почвы, сохраняется способность к ее восстановлению	$8 < ИО \leq 27$	3
Сильное воздействие	Возможны значительные нарушения экологических функций почвы, потеря способности к восстановлению	$27 < ИО \leq 64$	4

Таблица 5. Оценка уровня влияния источника загрязнения на окружающую среду по значению ОПР и необходимости проведения природоохранных мероприятий

Table 5. Assessment of the impact of the source of pollution on the environment by the value of generalized risk indicator and the need for environmental protection measures

Воздействие	Значение ОПР	Мероприятия
Незначительное	Не более 10	Не требуется проведение природоохранных мероприятий по обеспечению безопасности окружающей среды
Слабое	Св. 10 до 20 включительно	Оценивается влияние природных и техногенных факторов на экологическую обстановку территории путем сопоставления значений ОПР, рассчитанных по данным мониторинга на территории обследования и фоновом участке
Умеренное	Св. 20 до 30 включительно	Рекомендуется проведение дополнительных исследований по снижению неопределенности в оценках риска.
Сильное	Св. 30	Оценивается необходимость проведения природоохранных мероприятий с учетом экологических, технологических и экономических факторов

Таблица 6. Результаты расчетов индекса опасности (ИО) по данным мониторинга загрязнения почв тяжелыми металлами

Table 6. Results of calculations of the hazard index based on monitoring data on soil pollution by heavy metals

Место отбора проб: направление, расстояние от источника загрязнения	Год наблюдения	Значение ИО	Вклад в ИО наиболее значимых ТМ: ТМ, %			
			Cu	Zn	Pb	Cd
Филиал АО «Уралэлектромедь», зона радиусом 0–5 км вокруг источника	1993	18	32	22	13	17
	1998	23	41	30	10	10
	2003	33	34	29	12	13
	2008	29	43	26	10	12
	2013	28	38	30	12	11
	2018	30	40	27	12	13
	2023	28	39	25	13	9

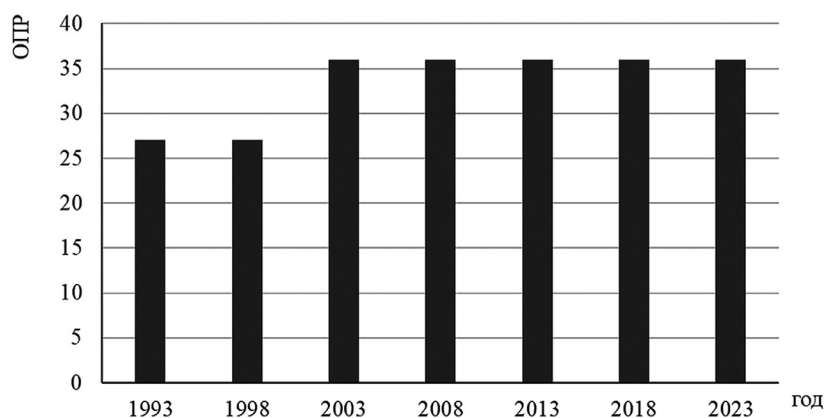


Рис. 2. Оценка риска от загрязнения почв тяжелыми металлами в районе расположения филиала АО «Уралэлектромедь»

Figure 2. Assessment of the risk of soil contamination with heavy metals in the areas of «Uralelectromed»

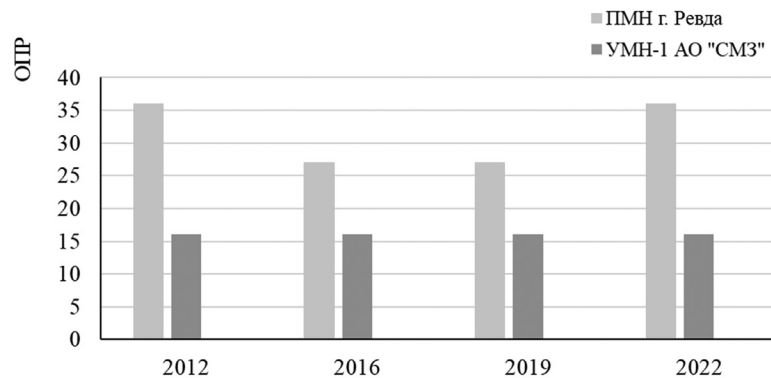


Рис. 3. Оценка риска от загрязнения почв тяжелыми металлами в районах расположения металлургических предприятий Самарской (АО «СМЗ») и Свердловской (АО «СУМЗ») областей.

Figure 3. Assessment of the risk of soil contamination with heavy metals in the areas of metallurgical plants in the Samara and Sverdlovsk regions.

Заклучение

Представленный метод расчета интегральной оценки загрязненности почвы тяжелыми металлами разработан с учетом требований нормативных документов Российской Федерации. Предложен порядок интегральной оценки загрязненности почвы тяжелыми металлами на основе методологии анализа риска с учетом контрольных уровней содержания тяжелых металлов в почвах, не превышение которых обеспечивает сохранение благоприятной окружающей среды.

Интегральная оценка загрязненности почв тяжелыми металлами на основе методологии анализа риска может быть использована для:

- анализа и оценки состояния почв обследованных территорий субъектов Российской Федерации по данным мониторинга с учетом требований в области охраны окружающей среды (природоохранных требований);
- получения объективной информации о степени загрязненности почв обследованных территорий тяжелыми металлами и ее интерпретации на основе природоохранных критериев;
- сравнения рисков от радиоактивного и химического загрязнения почв.

Таким образом, результаты оценки риска позволяют рационально организовать мониторинг на территории обследования, оптимизировать защитные меры с целью сохранения благоприятной окружающей среды. Предложенный подход интегральной оценки загрязненности почв может быть применен для более широкого спектра токсикантов, для которых

установлены экологические критерии (в форме нормативов или результатов научных исследований) по содержанию в почвах.

Список источников [References]

1. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Денисова Т. В., Даденко Е. В. Разработка региональных экологических нормативов содержания загрязняющих веществ в почвах юга России // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 82(08) [Электронный ресурс] <http://ej.1gb.ru/2012/08/pdf/73.pdf> [Kolesnikov S. I., Kazeev K. Sh., Denisova T. V., Dadenko E. V. Development of a regional ecological regulations of content of contaminants in soils of southern Russia // Scientific Journal KubSAU. 2012;(82(08)): [Electronic resource] <http://ej.1gb.ru/2012/08/pdf/73.pdf> (In Russ.)]
2. Колесников С. И., Вернигорова Н. А., Кузина А. А. и др. Пределы устойчивости почв и экосистем Крыма к загрязнению тяжелыми металлами // Экология и промышленность России. 2019. № 10. С. 56–60. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-10-56-60> [Kolesnikov S. I., Vernigorova N. A., Kuzina A. A. [et al.] The limits of resistance of soils and ecosystems of Crimea to heavy metals pollution // Ecology and Industry of Russia. 2019;(10):56–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-10-56-60>]
3. Carlon C. (Ed.) Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonization. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, 2007. EUR22805-EN. 306 p.
4. Семенов И. Н., Королева Т. В. Международные системы нормирования содержания химических элементов

- в почвах: принципы и методы (обзор) // Почвоведение. 2019. № 10. С. 1259–1268.
<https://doi.org/10.1134/S0032180X19100101> [Semenkov I. N., Koroleva T. V. International environmental legislation on the content of chemical elements in soils: guidelines and schemes // Pochvovedenie. 2019;(10):1259–1268. (In Russ.).
<https://doi.org/10.1134/S0032180X19100101>]
5. Семенков И. Н., Королева Т. В. Нормативы содержания химических элементов в почвах функциональных зон городов (обзор) // Почвоведение. 2022. № 1. С. 96–105.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22010105> [Semenkov I. N., Koroleva T. V. Guideline values for the content of chemical elements in soils of urban functional zones: a review // Pochvovedenie. 2022(1):96–105. (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0032180X22010105>]
 6. Р 52.18.941-2025 Интегральная оценка загрязненности почв тяжелыми металлами на основе методологии анализа риска. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2025. 28 с. [Recommendations of Roshydromet R52.18.941-2025. Integrated assessment of soil contamination with heavy metals based on risk analysis methodology. Obninsk: RPA «Typhoon», 2025. 28 p. (In Russ.)]
 7. Колесников С. И. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2006. 385 с. ISBN 5-7509-1201-9. [Kolesnikov S. I. Ecological state and functions of soils under conditions of chemical pollution / S.I. Kolesnikov, K. Sh. Kazeev, V. F. Valkov. Rostov-on-Don: Rostizdat, 2006. 385 с. ISBN 5-7509-1201-9. (In Russ.)]
 8. Методические указания по проведению оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. Астана. 2010. 73 с. [Methodological guidelines for assessing the impact of economic activity on the environment. Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan. Astana. 2010. 73 p. (In Russ.)]
 9. Р 52.18.923-2022 Порядок оценки риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды по данным мониторинга радиационной обстановки. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». 2022. 28 с. [Recommendations of Roshydromet R52.18.923-2022. The procedure for assessing the risk of radioactive contamination of the environment according to the monitoring of the radiation situation. Obninsk: RPA «Typhoon». 2022. 28 p. (In Russ.)]
 10. Крышев И. И., Павлова Н. Н., Сазыкина Т. Г., Крышев А. И., Косых И. В., Бурякова А. А., Росновская Н. А. Оценка экологического риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 3. С. 10–26.
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-3-10-26> [Kryshch I. I., Pavlova N. N., Sazykina T. G., Kryshch A. I., Kosykh I. V., Buryakova A. A., Rosnovskaya N. A. Assessment of environmental risk from radioactive pollution of the environment // Issues of Risk Analysis. 2023;20(3):10–26. (In Russ.).
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-3-10-26>]
- ### Сведения об авторах
- Павлова Надежда Николаевна:** кандидат биологических наук, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)
Количество публикаций: более 75
Область научных интересов: радиоэкологический мониторинг, экологическое нормирование загрязнения почв, экологические риски
Scopus Author ID: 57211508893
ORCID: 0000-0003-3460-0234
Контактная информация:
Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4
nadpavl@yandex.ru
- Крышев Иван Иванович:** доктор физико-математических наук, профессор, академик РАЕН, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)
Количество публикаций: более 500
Область научных интересов: радиоэкологический мониторинг, экологические риски, экологическое моделирование, радиационная безопасность окружающей среды, разработка показателей качества окружающей среды
Scopus Author ID: 7004198434
Контактная информация:
Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4
kryshch@rpatyphoon.ru
- Сазыкина Татьяна Григорьевна:** доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Количество публикаций: более 330

Область научных интересов: экологическое моделирование, экологическая дозиметрия, экологические риски, радиоэкологический мониторинг, экология Арктики

Scopus Author ID: 6603832974

Контактная информация:

Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4
sazykina@rpatyphoon.ru

Крышев Александр Иванович: доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Количество публикаций: более 240

Область научных интересов: моделирование миграции радионуклидов в окружающей среде, радиоэкологический мониторинг, экологические риски, радиоэкология Арктики

Scopus Author ID: 6603584776

Research ID: S-7427-2018

Контактная информация:

Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4
kai@rpatyphoon.ru

Косых Ирина Владимировна: научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Количество публикаций: более 70

Область научных интересов: радиоэкологический мониторинг, экологические риски, базы радиоэкологических данных
Scopus Author ID: 6505528255

Контактная информация:

Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4
ivk@rpatyphoon.ru

Бурякова Анна Александровна: младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Количество публикаций: более 50

Область научных интересов: радиоэкологический мониторинг, экологические риски

Scopus Author ID: 57203977733

Контактная информация:

Адрес: 249038, Калужская область, г. Обнинск, ул. Победы, 4
buriakova@rpatyphoon.ru

Статья поступила в редакцию: 09.04.2025

Одобрена после рецензирования: 15.04.2025

Принята к публикации: 18.04.2025

Дата публикации: 30.06.2025

The article was submitted: 09.04.2025

Approved after reviewing: 15.04.2025

Accepted for publication: 18.04.2025

Date of publication: 30.06.2025

УДК 911.9 + 004.413.4 + 338.24.01 + 528.94 + 65.01 +
+ 621.316.7
Научная специальность: 2.10.2
EDN: YVEFYO

Универсальный подход к оценке риска природопользования в районах стихийных бедствий при планировании и организации хозяйственной деятельности¹. Часть 2

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Окончание.
Начало Т. 22. № 2. 2025

Кузьмин С.Б.,

Институт географии
им. В.Б. Сочавы СО РАН
664033, Россия, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1

Аннотация

В статье приведен пример использования инструмента ОРП — оценка риска природопользования и обсуждаются результаты его применения. В качестве примера выбрана территория Иркутской области, где широко распространены опасные природные процессы (ОПП). Они образуют факторы природной опасности, т.е. реальное ее проявление в виде природного процесса, явления или их совокупности, которые способны нанести вред конкретной хозяйственной деятельности человека в природе (природопользованию), отрасли экономики, предприятию или территории, снизить их эффективность и рентабельность. Взаимодействие человека и природы устанавливает природно-антропогенные связи, которые формируют систему факторов природной опасности или такое пространственно-временное сочетание природных (экологических) и антропогенных (техногенных) систем, при котором их выгодное для определенного сообщества людей взаимное функционирование возможно, но всегда сопряжено с опасностью. Выявлено, что в результате развития ОРП безопасность населения, хозяйства и территорий Иркутской области находятся под угрозой. Поэтому разработанные модели имеют большое значение для всех этапов оценки риска и управления СБ. При их конкретном использовании ученые должны сначала понять потребности органов управления, а затем сосредоточиться на выявлении проблем, связанных с этими потребностями. Разработка совместно используемой схемы управления риском природопользования с обеих сторон, учет различных точек зрения, лежат в основе обеспечения безопасности населения и хозяйства Иркутской области.

Ключевые слова: оценка риска природопользования; опасные геодинамические процессы; стихийные бедствия; чрезвычайные ситуации природного характера; Иркутская область.

Для цитирования: Кузьмин С.Б. Универсальный подход к оценке риска природопользования в районах стихийных бедствий при планировании и организации хозяйственной деятельности. Часть 2 // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 3. С. 48–75. — EDN: YVEFYO.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

¹ Работа выполнена в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН по госзаданию. Тема: Морфолитогенез Внутренней Азии: теоретические, методические и практические аспекты исследования. Регистрационный № АААА-А21-21012190017-5. Раздел 4: Проанализировать основные проблемы изучения опасных природных процессов и риска. Выявить глобальную, национальную и региональную специфику риска природопользования и безопасности человека, экономики и территорий в обстановке стихийных бедствий.

An Universal Approach to Risk Assessment of Nature Management in Areas of Natural Disasters when Planning and Organizing of Economic Activities². Part 2

Ending.
Beginning in Vol. 22. № 2. 2025

Sergey B. Kuzmin,

Institute of Geography mem.
V.B. Sochava Siberian Branch
Russian Academy of Sciences,
Ulan-Batorskaya str., 1, Irkutsk,
66403, Russia

Abstract

The article provides an example of the use of the ERA tool - environmental risk assessment and discusses the results of its use. As an example, the territory of the Irkutsk region was chosen, where hazardous natural processes (OPP) are widespread. They form factors of natural danger, i.e. its real manifestation in the form of a natural process, phenomenon or their combination, which can harm a specific human economic activity in nature (nature management), industry, enterprise or territory, reduce their efficiency and profitability. The interaction of man and nature establishes natural-anthropogenic connections that form a system of natural hazard factors or such a spatio-temporal combination of natural (ecological) and anthropogenic (anthropogenic) systems, in which their mutual functioning, beneficial for a certain community of people, is possible, but always associated with danger.

It was revealed that as a result of the development of the DGP, the safety of the population, economy and territories of the Irkutsk region is under threat today. Therefore, the developed models are of great importance for all stages of risk assessment and SS management. With their specific use, scientists must first understand the needs of the governing bodies, and then focus on identifying the problems associated with these needs. Development of a shared environmental risk management scheme on both sides, taking into account various points of view, are the basis for ensuring the safety of the population and economy of the Irkutsk region.

Keywords: risk assessment of nature management; hazardous geodynamic processes; natural disasters; natural and man-made emergencies; Irkutsk region.

For citation: Kuzmin S.B. An universal approach to risk assessment of nature management in areas of natural disasters when planning and organizing of economic activities. Part 2 // Issues of Risk Analysis. 2025;22(3):48–75. (In Russ.). — EDN: YVEFYO.

The author declares no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Методика исследований

2. Результаты исследований

3. Обсуждение результатов исследований

Заключение

Список источников

² The work was carried out at the Institute of Geography. V.B. Sochava SB RAS on state assignment. Topic: Morpholithogenesis of Inner Asia: theoretical, methodological and practical aspects of research. Registration No. AAAA-A21-21012190017-5. Section 4: Analyze the main problems of studying hazardous natural processes and risk. Identify global, national and regional specificities of environmental risk and human, economic and territorial security in a disaster environment.

Введение

Представленная статья является продолжением предыдущей статьи [49], в которой рассматривалась теоретическая часть исследования инструмента оценки риска природопользования (ОРП). В этой статье будет рассмотрена практическая часть исследований и проиллюстрировано использование инструмента ОРП на примере территории Иркутской области. Использование в качестве примера Иркутской области обусловлено следующими причинами. Во-первых, она изобилует опасными природными процессами (ОПП), мощнейшие из которых геолого-геоморфологические, на что мы обращали внимание в предыдущих публикациях [23, 26]. Во-вторых, Иркутская область очень перспективна в экономическом отношении. Здесь расположены самые богатые из субъектов Российской Федерации (РФ) лесные угодья, поэтому высоко развиты деревообрабатывающая и лесохимическая промышленности. Представлены крупнейшие месторождения природного газа, нефти, железных и редкоземельных руд, золота, каменного и бурого угля, каменной соли. На их базе развиты нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, химическая, микробиологическая и медицинская отрасли экономики. Имеется крупнейший в РФ энергетический комплекс, состоящий из каскада четырех ГЭС по р. Ангаре, других ГЭС, ТЭС и ТЭЦ. За счет дешевой электроэнергии функционируют и находятся на стадии проектирования крупнейшие в мире предприятия по производству алюминия. В-третьих, Иркутская область является трансграничной территорией, по которой осуществляются основные экономические потоки между РФ и Азиатско-Тихоокеанским регионом (АТР). В тоже время, есть социальные проблемы, связанные, прежде всего, с оттоком населения, несмотря на большой потенциал в плане трудовой занятости.

В Иркутской области разрабатываются и внедряются многочисленные инжиниринговые проекты по использованию природных ресурсов, ведется широкомасштабное инфраструктурное и коммуникационное строительство, внедряются новые технологии, активизируется научно-прикладная деятельность. Это делает актуальными вопросы, связанные с воздействием на окружающую природную среду, с активизацией ОПП, с увеличением числа стихийных бедствий (СБ) и чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и природно-техногенного характера.

Это способствует пристальному вниманию органов управления (от областного до муниципального), менеджеров производства, разработчиков проектов и других заинтересованных лиц к оценкам риска текущей и предстоящей производственной деятельности. Поэтому наши исследования по использованию инструмента ОРП, анализу и управлению риском являются актуальными и своевременными.

Основная цель использования инструмента ОРП — это предоставить менеджерам и администраторам реальный контекст для принятия решений, который позволит им: 1) достичь оптимального или, по крайней мере, приемлемого уровня риска, при котором выгоды, вытекающие из конкретного действия или решения, перевешивают потенциальные потери или ущерб; 2) избежать неприемлемых уровней рисков, когда вероятность и величина потенциальных потерь или ущерба перевешивают ожидаемые выгоды, или когда их величина, независимо от вероятности и предсказуемости, такова, что их невозможно обратить вспять или смягчить. Система управления рисками в РФ включает рассмотрение рисков для всех экологических, социальных и экономических ценностей общества, а также других факторов, таких, например, как история деятельности производственного субъекта, отдельной отрасли экономики или инициатора конкретного проекта развития, рамочная концепция социально-экономического развития всего региона, история формирования ландшафтов и экосистем и т.п. В рамках этой системы ОРП предлагает метод определения аспекта комплексного риска в процессе управления развитием.

Предлагаемый инструмент ОРП актуален в связи еще и с тем, что сегодня в бизнес-сообществах, органах власти, да и в самой науке утвердилась тенденция к узкому, одноцелевому мышлению, что для науки, например, объясняется растущим акцентом на анализе как на самоцели. Точность и строгость стали более приемлемы как методы хорошего исследования или проектирования, чем целостность и общность. Поскольку только небольшие и хорошо ограниченные вопросы или проблемы могут быть подвергнуты строгому анализу (в смысле изучения и последующего решения). Этим и определяется стремление науки сводить проблемы к составным частям, что во многом способствовало узкому принятию и самих управленческих решений. И с геополитической точки зрения

есть веские основания полагать, что сегодня правота в конкретном частном вопросе или проблеме с вполне определенным содержанием и важностью более ценна и требует усилий, чем обоснование и решение общих вопросов и проблем. Для науки этот выбор заключается не между анализом и синтезом, а скорее между тем, как эффективно использовать оба метода исследования и предлагать их структурам управления. Именно инструмент ОРП в этом смысле не уводит администраторов в удобные сегодня частные задачи, а позволяет выделять общую проблематику и уже на ее фоне решать эти частные задачи.

1. Методика исследований

Оценка риска природопользования только на основе прошлых событий не дает полной информации о текущем состоянии риска поскольку: 1) охватывают ограниченный интервал времени и могут не включать редкие, но серьезные природные опасности, которые просто не случились в течение времени, охватываемого каталогом; 2) наблюдаемые события не отражают распределения всех возможных будущих событий, большей величины, разной продолжительности, в разных местах и т.д.; 3) обычно не предоставляют полную временную и пространственную информацию и подробные записи о последствиях, особенно связанные с локальной природной опасностью. В этом смысле нами различаются понятия оценка риска природопользования и риска стихийных бедствий (РСБ). Инструмент ОРП решает в основном прогностические задачи. Инструмент РСБ направлен преимущественно на оценку производственных объектов, циклов, цепочек, а также конкретных регионов и административных единиц, подвергавшихся или подвергающихся воздействию стихийных бедствий и природных катастроф. В методологическом плане оба инструмента имеют одну основу. Но в плане методики имеются нюансы. Они рассматриваются отдельно для каждого конкретного случая использования этих двух инструментов. Это зависит от текущей природной, социально-экономической и геополитической ситуаций.

Главные аспекты ОРП для Иркутской области являются практическим следствием и фундаментом рассмотренных в предыдущей статье теоретико-методологических вопросов районирования территорий по ОПП. Инструмент ОРП используется

для прогностических целей на полуколичественной основе, т.е. в анализе используются как статистические данные, так и экспертные оценки. Основным источником возникновения природной опасности (ПО) в Иркутской области является рельеф, геоморфологические и современные активные геодинамические процессы [24, 25]. Поэтому оценка риска природопользования основана на характеристике и детальном анализе именно этих процессов. При исследовании ОРП используется районирование Иркутской области по опасным геоморфологическим и геодинамическим процессам (ОГП). ОГП представляют собой источники потенциальных ущербов для человека, экономики и территорий, а также факторы риска. Субъекты риска (бизнес, власть, население) должны строить планы своей деятельности с учетом этих факторов. Специалисты по ОПП — геологи, геоморфологи, метеорологи, гидрологи и др. — редко вовлечены в хозяйственно-экономическую деятельность, поэтому основные сведения об ОПП должны быть доступны населению и лицам, принимающим решения в коммерческом и государственном секторах.

Международная практика изучения ОПП и риска природопользования показывает [43–46, 48], что в процессе разработки алгоритмов и сценариев регионального развития ОГП являются главным объектом исследования и управления для обеспечения безопасности и снижения риска, особенно в районах высокой геодинамической активности, к которым относится значительная часть территории Иркутской области. К подобным заключениям пришли и отечественные исследователи [2, 4, 15, 22, 27, 29].

Риск природопользования — это процесс осуществления хозяйственной и иной деятельности человека с непосредственным использованием природных ресурсов в обстановке и с осознанием природной опасности. *Природная опасность* — это наличие или вероятность возникновения на территории осуществления хозяйственной деятельности опасных или потенциально опасных природных процессов и явлений, которые могут негативно повлиять на условия хозяйствования, снизить его эффективность, нанести ущерб. *Фактор природной опасности* (ФПО) — конкретное проявление ПО в виде природного процесса или явления (или их совокупности), которое способно нанести вред конкретной хозяйственной деятельности или снизить его эффективность, когда известен субъект

риска, например, хозяйственная инфраструктура и ее функции. Природно-антропогенные связи формируют систему факторов природной опасности (СФПО), под которой будем понимать такое пространственно-временное сочетание природных (экологических) и антропогенных (техногенных) систем, при котором их выгодное для определенного сообщества людей функционирование возможно, но сопряжено с опасностью.

Инструмент ОРП применим в нескольких случаях: 1) при комплексном территориальном анализе и планировании всего административного субъекта, отдельного региона или муниципального образования, когда учитываются все виды ОПП для всех видов природопользования в рамках субъекта; 2) при анализе конкретного вида хозяйственной деятельности, осуществляемой в рамках административного субъекта, его региона или муниципального образования, например, разработка месторождений полезных ископаемых, прокладка линейных сооружений, строительство горно-обогатительных комбинатов, создание рекреационно-туристических комплексов и т.п., когда учитываются только те ФПО, которые преимущественно влияют на производственный процесс; 3) при изучении конкретного ФПО, который может повлиять на субъект риска, например, создание атласов сейсмической опасности, разработка карт эрозионно-дефляционной опасности для ведения сельского хозяйства, создание кадастров опасных паводков и наводнений для ведения сельского хозяйства в горных и предгорных районах и т.п. Инструмент ОРП используется для всей Иркутской области с преимущественным влиянием ОГП.

Список всех ОПП следует регламентировать по степени опасности (табл. 1). Для Иркутской области наиболее опасными являются геоморфологические и современные активные геодинамические процессы, такие как: землетрясение, линейная эрозия, осыпи и обвалы, набухание и просадочность грунтов, сели, переработка берегов, их подтопление и наводнение и др. Полный список ОГП будет рассмотрен ниже. Инструмент ОРП позволяет районировать Иркутскую область и оценивать риск природопользования по ПО от ОГП. Опыт таких исследований имеется в литературе, например, составлены карты природных опасностей мира [42, 46], Индии [45], Сибирского федерального округа РФ [19]. В целом инструмент ОРП опирается на разработки по оценке риска и принятия

управленческих решений в области экономики, бизнеса и финансов [5–7, 33].

Геоморфологические и активные геодинамические процессы — это смена состояний, ход изменений в формировании земной поверхности и приповерхностных частей земной коры, осуществляемые агентами морфогенеза [36]. Для оценки влияния ОГП на человека и хозяйственную инфраструктуру Иркутской области необходимо выделить классы (экспертные ранги) ПО. Это требует создания ОГП-каркаса — выделения районов с характерными типами ОГП, т.е. районирования. Эта идея в географии не нова [35], но ее приложение к анализу геоэкологического состояния субъектов РФ не разработано, хотя для Байкальского региона имеются отдельные примеры [41].

Следует подобрать критерии выделения ОГП Иркутской области (табл. 2).

Главным подходом к районированию территории Иркутской области по ОГП является их классификация. Сформулируем основные принципы классификации ОГП.

1) Классификация проводится на региональном уровне как анализа ОГП, что определило их набор и уровень соподчинения.

2) В классификацию включены только те классы и группы ОГП, которые представляют реальную угрозу для населения, территории, социальной и хозяйственной инфраструктуры Иркутской области, остальные включены в категорию «Другие».

3) Основания деления выбраны нами по аналогии с классификацией В. Б. Выркина [9]: на уровне типа и класса ОГП — источник привноса вещества и энергии; на уровне подтипа ОГП — дальность переноса вещества и энергии; на уровне группы ОГП и единичных ОГП — форма и виды перемещения вещества и энергии.

4) На основе работ Л. Н. Ивановского [16, 18] определены ведущий, сопутствующий и второстепенный типы ОГП.

5) На принципах составления карты геоморфологических процессов СССР [12] определен характер пространственного проявления ОГП: ареальный, линейный, фронтальный. Ареальный разделен на два класса: площадной и точечный.

6) По аналогии с классификацией А. В. Чайко, А. А. Мистрюкова [39] и А. Р. Агатовой [1] определен высотный пояс и ярусы распределения ОГП.

7) На базе классификации В. Н. Невского [28] определен низший таксономический ранг и проведена типизация геоморфологических единиц районирования.

8) Определена СФПО в виде одного или субординированных процессов, явлений или определенных морфогеодинимических и климатических условий, возникающих на территориях, сопоставимых с анализируемым таксономическим рангом классификации.

9) Определены негативные воздействия ОГП на человека, территории и хозяйственную инфраструктуру.

Они используются для формирования системы предупреждения и ликвидации СБ, ПО и ЧС.

При составлении карт использованы картографические принципы. *Принцип ранговости* требует соблюдения четкой иерархии (соподчинения) при выделении на карте геоморфологических элементов или процессов. *Принцип полноты деления* требует, чтобы вся исследуемая территория (лист карты) без остатка была разделена на субординированные или топологические объекты в соответствии с выбранной методикой

Таблица 1. Классификация ОПП по масштабам СБ

Table 1. Classification of hazardous natural processes by the scale of natural disasters

Очень опасные	Наводнения, землетрясения, цунами, оползни и обвалы, ураганы и смерчи, лавины, сели, засухи, эпидемии
Опасные	Линейная эрозия, извержения вулканов, карст, суффозия, набухание и просадочность грунтов, подтопление и переработка берегов
Слабо опасные	Плоскостная эрозия, площадное засоление грунтов, дефляция, термокарст, наледеобразование, термоэрозия, солифлюкция

Таблица 2. Шкала оценок ОГП для Иркутской области

Table 2. Hazardous geodynamic processes rating scale for Irkutsk region

Интенсивность	Характеристика	Изменения ландшафта	Примеры	Возможные разрушения	Ликвидация ЧС
1 – не интенсивный процесс, низкая опасность	Происходит на небольшой площади, охватывает малые массы грунта; малые скорости и расстояние перемещения	Ландшафт практически не изменяется	Оплывины на склонах и откосах дорог, оползни, размыв донных оврагов, локальный сыв-намыв почвы, пучение грунтов, подмыв берегов, суффозия, солифлюкция	Небольшие нарушения сооружений и конструкций, локальная деформация и разрушение дорожного полотна	Ликвидируются местным населением
2 – умеренно интенсивный процесс, умеренная опасность	Охватывает заметную площадь и массу грунта; перемещение – на метры по горизонтали и на сантиметры по вертикали	Локальные изменения в ландшафтической среде	Камнепады, осыпи, локальная активизация оползней, образование и рост донных и береговых оврагов, эрозионных рытвин, заметный сыв-намыв почвы	Частичное разрушение сооружений, наклон зданий, искривление трубопроводов и дорожного полотна, линий электропередач	Местные административные и муниципальные власти
3 – интенсивный процесс, высокая опасность	Охватывает большую площадь и массы грунта; перемещение – до десятков метров по горизонтали, до десятков сантиметров по вертикали	Заметные изменения в ландшафте и гидрогеологической среде	Сели, крупные оползни, обрушение скал, откосов дорог, стенок карьеров, активная эрозия, сильный сыв-намыв почвы, русловые деформации, карстовые и суффозионные просадки	Значительное, но не полное разрушение сооружений, больших участков сельхозугодий, трубопроводов, дорог, травмы и единичные жертвы среди населения	Местные административные, муниципальные, областные и краевые власти
4 – очень интенсивный процесс, очень высокая опасность	Быстрые перемещения значительных масс грунта на больших площадях: горизонтальные – до сотен метров, вертикальные – до десятков метров	Сильные изменения ландшафта. Негативное влияние на соседние территории вне очага их распространения	Серия селей, площадная активизация оползней, карстовые провалы, разрушение берегов, дефляция, массовое оврагообразование, сплошной сыв-намыв почвы, пыльные бури	Полное разрушение хозяйственной инфраструктуры, сохраняются отдельные сооружения, участки сельхозугодий, трубопроводов, число жертв превышает десять человек	Областные и федеральные организации, общенациональные и международные службы спасения

картографирования. *Принцип целостности* требует, чтобы каждый из картографируемых элементов (компонентов) рельефа отвечал определенному этапу рельефообразования, принадлежал к определенному генетическому типу, характеризовался определенными морфометрическими показателями, специфическими эндогенными и экзогенными геоморфологическими процессами и структурно-вещественными комплексами (горными породами). *Принцип однородности описания* требует, чтобы каждый выделяемый на карте типологический элемент рельефа был охарактеризован одинаковым набором свойств с равной точностью и степенью детальности в соответствии с определенным иерархическим уровнем принятой систематики (классификации). *Принцип специализации* требует использовать при картографировании рельефа или ОГП такое их разбиение, которое наиболее полно отвечает поставленным задачам. *Принцип однородности границ* требует проведения границ между геоэкологическими районами с фиксированным набором свойств. *Принцип непересечения* границ требует, чтобы на карте не выделялись участки, относящиеся более чем к одному классу картографируемых объектов.

2. Результаты исследований

Изложенные методические указания позволяют провести классификацию ОГП Иркутской области, дополнив ее региональной и предметной спецификой, что позволяет переходить от классификации к районированию (табл. 3).

На базе разработанной классификации построена карта районирования Иркутской области по ОГП (рис. 1).

В качестве дополнительных ФПО составлены карты: 1) неотектоники и сейсмической опасности (рис. 2); 2) подземных вод зоны свободного водообмена и гидрогеодинамических процессов (рис. 3), которые в совокупности с первой картой образуют СФПО.

Интегральная карта районирования Иркутской области по ОГП строилась по следующему принципу. На основе геолого-геоморфологического строения, генезиса и истории развития рельефа, распределения землетрясений и сетки активных разломов, величины деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, основных гидрогеодинамических комплексов геоморфологические подобласти в дальнейшем частично объединялись, разъединялись, экстраполировались,

насыщались дополнительной информацией, после чего интерпретировались и анализировались как геоэкологические районы, разделенные на четыре уровня по классам риска природопользования (рис. 4).

Были разъединены: 1) геоморфологические подобласти Приморский, Байкальский и Аkitканский хребты геоморфологической области горы Прибайкалья; 2) геоморфологическая подобласть Ангаро-Чунское плато геоморфологической области Среднеангарское плато; 3) геоморфологическая подобласть низкие пластовые плато геоморфологической области Лено-Ангарское плато; 4) геоморфологическая подобласть хребты Делюн-Уранский и Кодар геоморфологической области горы Прибайкалья.

Остались в прежних своих границах: 1) геоморфологическая подобласть высокие плато и плоскогорья геоморфологической области Лено-Ангарское плато; 2) геоморфологическая подобласть высокогорные горстовые хребты и эрозионное среднегорье и низкогорье геоморфологической области горы Восточного Саяна; 3) геоморфологическая подобласть хребет Хамар-Дабан геоморфологической области горы Прибайкалья.

Были объединены: 1) геоморфологические области Иркутско-Черемховская равнина, Канско-Рыбинская равнина, равнины Предбайкальского краевого прогиба и часть подобласти Ангаро-Чунское плато геоморфологической области Среднеангарское плато; 2) геоморфологическая область Тунгусское плато, геоморфологическая подобласть Ангарский кряж геоморфологической области Среднеангарское плато, части геоморфологических подобластей низкие плато геоморфологической области Лено-Ангарское плато и Ангаро-Чунское плато геоморфологической области Среднеангарское плато; 3) геоморфологическая подобласть Приольхонское плато геоморфологической области горы Прибайкалья и часть геоморфологической подобласти Приморский, Байкальский и Аkitканский хребты геоморфологической области горы Прибайкалья; 4) геоморфологическая область нагорья сводового поднятия, части геоморфологических подобластей низкие пластовые плато геоморфологической области Лено-Ангарское плато, а также хребты Делюн-Уранский и Кодар геоморфологической области горы Прибайкалья; 5) все геоморфологические подобласти области Байкало-Патомское нагорье.

Таблица 3. Классификация ОГП Иркутской области

Table 3. Classification of hazardous geodynamic processes of Irkutsk region

Класс процессов	Группа процессов	Ведущий процесс	Характер	Высотный пояс (м)	ФПО	Возможные негативные последствия
Сейсмогенный	Быстрая	Землетрясения	Площадной	460-3000, все ярусы	Тектонические движения, мантийная дифференциация вещества	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
	Медленная	Тектонический крип	Фронтальный	400-2500, все ярусы	Тектонические движения по зонам разломов	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст, пучение грунтов	Точечный	300-1800, пойменный, водораздельный	Термогидрогенные изменения в грунтах, наледеобразование	Деформация оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Гравитационно-склоновый	Гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	Фронтальный	700-2500, склоновый	Гравитационные процессы, трещинообразование, сейсмичность	Разрушение сооружений и конструкций, средств коммуникации, гибель людей
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блокового сползания	Оползни, осывы	Фронтальный	500-1000, склоновый, террасовый	Дезинтеграция и обводнение рыхлых осадков, сейсмические сотрясения, гравитационные процессы	Деформация оснований конструкций и фундаментов сооружений, разрыв средств коммуникации
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия	Линейный	400-800, склоновый, террасовый	Обильные атмосферные осадки, техногенное разрушение почв и грунтов	Разрушение сельхозугодий, отдельных зданий и конструкций, нарушение коммуникации
Озерный	Абразионная	Абразия	Фронтальный	450-500, прибрежно-озерный	Волноприбойная деятельность	Нарушение оснований сооружений
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	Линейный	400-1500, пойменно-долинный	Обильные атмосферные осадки, питание за счет ледников и снежников, гравитационный потенциал рельефа	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, хозяйственных объектов, разрыв средств коммуникации
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели	Линейный	460-1000, пойменный	Обильные атмосферные осадки, образование подпруд в речных долинах	Нарушение строительных площадок, объектов промышленности, коммуникаций, возможна гибель людей
Подземноводный	Денудации растворимых пород	Карст	Точечный	500-1000, все ярусы, исключая пойменно-долинного	Наличие карстующихся пород	Нарушение оснований сооружений и строительных площадок, хозяйственных объектов, разрыв средств коммуникации
	Денудации нерастворимых пород	Суффозия	Точечный	400-800, все ярусы, кроме останцового	Наличие подземных водонесных горизонтов	Нарушение строительных площадок, хозяйственных объектов, разрыв средств коммуникации
Техногенный	Технобилизационная	Подтопление, просадки	Площадной	300-500, пойменно-долинный	Техногенно-спровоцированное формирование водоемов, наличие водоупорных грунтов	Подтопление объектов промышленности, средств коммуникации с просадкой и деформацией грунтов

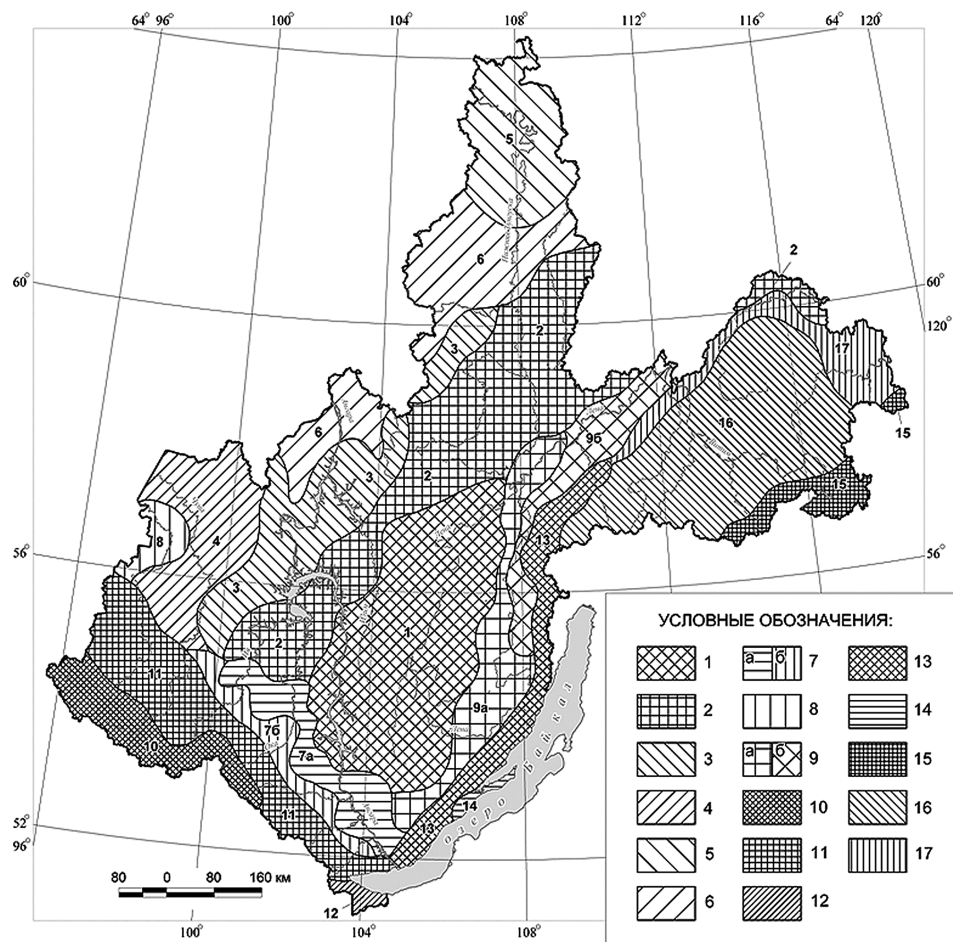


Рис. 1. Карта районирования Иркутской области по ОГП
Средне-Сибирское плоскогорье. Лено-Ангарское моноклиналиное плато: 1 — высокие плато и плоскогорья; 2 — низкие плато. **Среднеангарское плато, осложненные пластовыми интрузиями:** 3 — Ангарский кряж; 4 — Ангаро-Чунское плоское плато. **Тунгусская синклиальная впадина:** 5 — низкие плато с плоскими водоразделами; 6 — низкие плато с плоскими водоразделами и невысоко поднимающимися над ними трапповыми грядами. **Краевые впадины:** 7 — Иркутско-Черемховская равнина (а — равнины с почти плоскими междуречьями и наклонные равнины древних озерных террас; б — плоские озерно-аллювиальные равнины внутренних); 8 — Канско-Рыбинская равнина; 9 — равнина Предбайкальского краевого прогиба (а — равнина с грядово-ложбинным структурным рельефом; б — почти плоские предгорные равнины). **Горы Южной Сибири. Горы Восточного Саяна:** 10 — высокогорные горстовые хребты; 11 — эрозивное среднегорье и низкогорье. **Горы Прибайкалья:** 12 — хребт Хамар-Дабан; 13 — Приморский и Байкальский хребты; 14 — Приольхонское плато; 15 — хребты Делюн-Уранский и Кодар. **Нагорья сводового поднятия:** 16 — Байкало-Патомское нагорье; 17 — эрозивное низкогорье краевых частей

Figure 1. Zoning map of the Irkutsk region for hazardous geodynamic processes
 Middle Siberian Plateau. Leno-Angarsk monocline plateau: 1 — high plateaus and plateaus; 2 — low plateaus. Middle Angarsk plateau, complicated by formation intrusions: 3 — Angarsk ridge; 4 — Angara-Chun flat plateau. Tunguska syncline depression: 5 — low plateaus with flat watersheds; 6 — low plateaus with flat watersheds and low trap ridges rising above them. Marginal depressions: 7 — Irkutsk-Cheremkhov plain (a - plains with almost flat interfluves and inclined plains of ancient lake terraces; b — flat lacustrine-alluvial internal plains); 8 — Kansk-Rybinsk plain; 9 — the plain of the Pre-Baikal regional trough (a - a plain with a ridge-hollow structural relief; b — almost flat foothill plains).

Mountains of Southern Siberia. East Sayan Mountains: 10 — high mountain ranges; 11 — erosive middle and low mountains. Mountains of the Baikal region: 12 — Khamar-Daban ridge; 13 — Primorsky and Baikal ranges; 14 — Priolkhon plateau; 15 — Delyun-Uransky and Kodar ranges. Uplands of the arch uplift: 16 — Baikal-Patom Highlands; 17 — erosion low mountain of edge parts

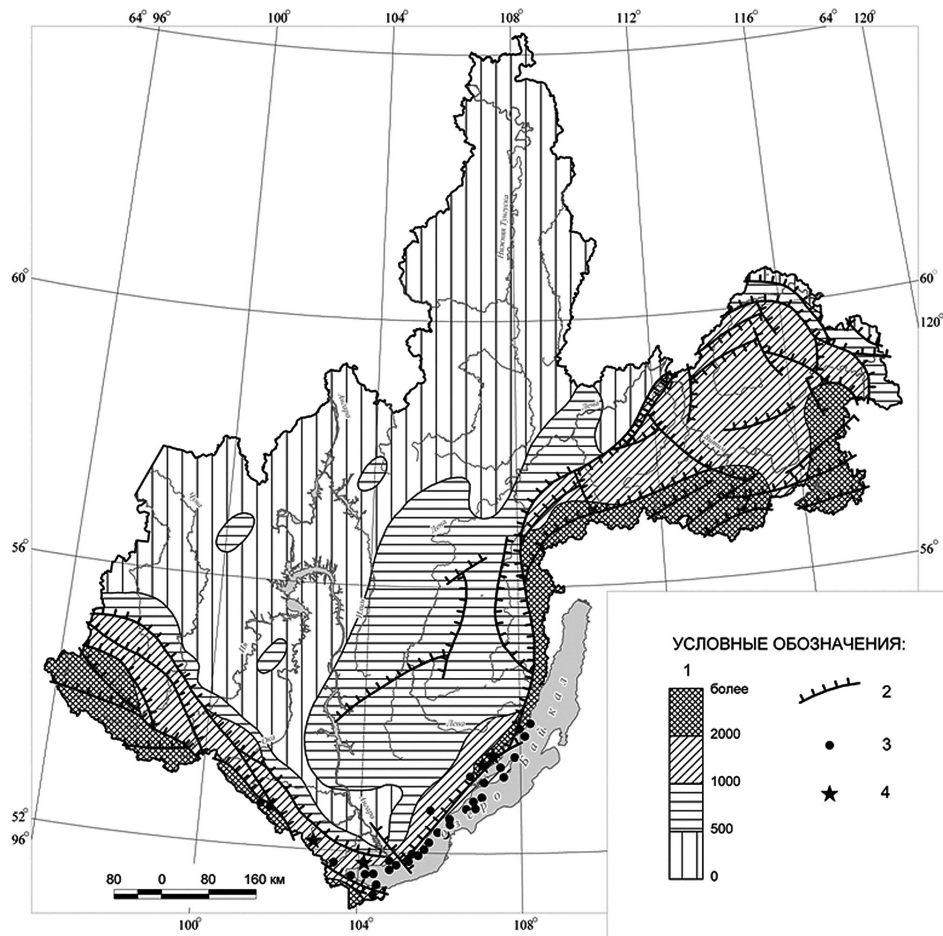


Рис. 2. Неотектоника и сейсмическая опасность Иркутской области. 1 — области суммарных неотектонических деформаций мел-палеогеновой поверхности выравнивания, отражающие формы новейшей структуры и интенсивность тектонических движений земной коры (м); 2 — главные активные разломы земной коры с тектоническими подвижками за последние 100 тысяч лет; 3 — эпицентры зарегистрированных землетрясений энергетического класса $K \geq 13$ (сильные, с магнитудой по шкале Рихтера $M \geq 6$ баллов); 4 — палеосейсмодислокации с вероятной магнитудой землетрясений по шкале Рихтера $M \geq 6.5$ баллов (сильные)

Figure 2. Neotectonics and seismic hazard of the Irkutsk region. 1 — areas of total neotectonic deformations of the Cretaceous-Paleogene leveling surface, reflecting the forms of the latest structure and the intensity of tectonic movements of the earth's crust (m); 2 — the main active faults of the earth's crust with tectonic movements over the past 100 thousand years; 3 — epicenters of registered earthquakes of energy class $K \geq 13$ (strong, with magnitude on the Richter scale $M \geq 6$ points); 4 — paleo-seismic dislocations with probable magnitude of earthquakes on the Richter scale $M \geq 6.5$ points (strong)

На интегральной карте районирования территории Иркутской области по ОГП выделено 10 районов (рис. 4).

Развитие любой формы рельефа всегда обусловлено несколькими процессами, среди которых можно выделить ведущий. Он действует с неодинаковой интенсивностью, по-разному взаимодействует с другими процессами, образуя некоторый

комплекс (систему, структуру) процессов, которые связаны друг с другом. На территории Иркутской области единство ОГП находится в определенном пространственном и временном соотношении и взаимодействии и неодинаково от места к месту, т.е. метакронно. Это позволяет говорить о структуре процессов, под которой можно понимать их пространственные и временные соотношения

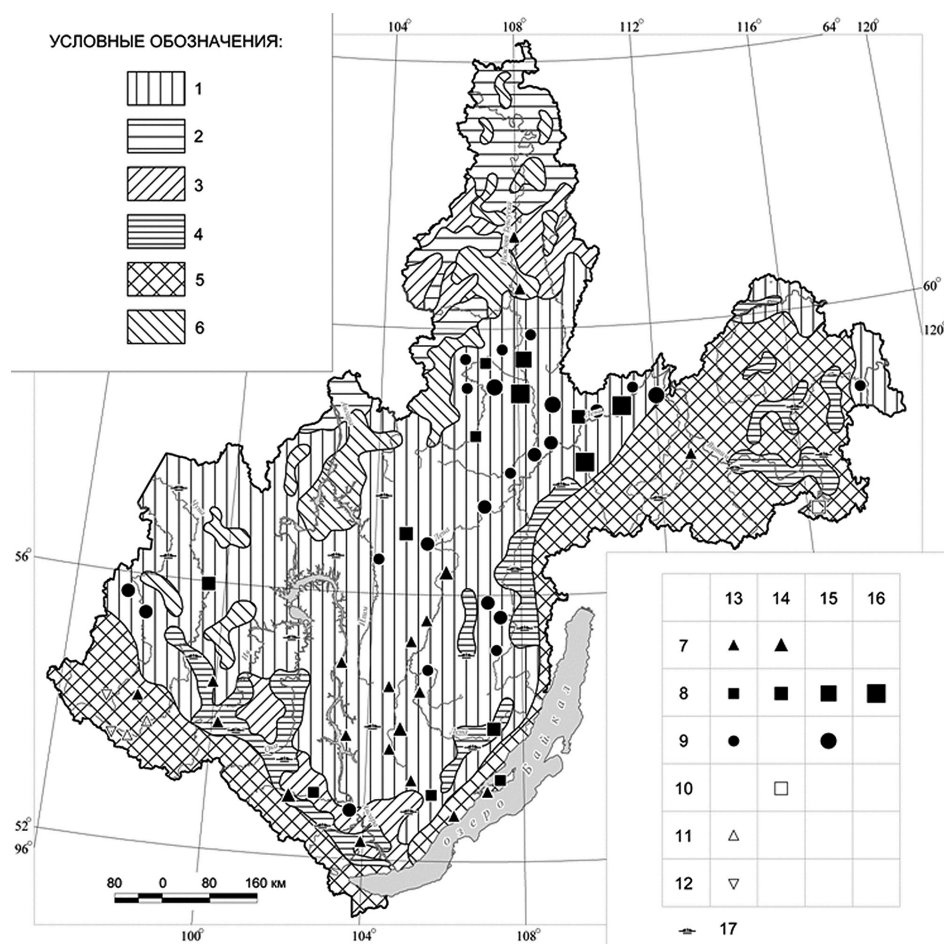


Рис. 3. Гидрогеодинамика зоны свободного водообмена на территории Иркутской области. Пресные водоносные горизонты: 1 — трещинно-пластовые среднеобильные в терригенных и трещинно-карстовые в карбонатных отложениях (кембрий-карбон) Сибирской платформы; 2 — пластово-трещинные слабообильные в туфогенных отложениях (триас) Сибирской платформы; 3 — трещинно-пластовые слабообильные (север) и порово-пластовые высокообильные (юг) в терригенных отложениях (юра) Сибирской платформы; 4 — порово-пластовые средне- и высокообильные в рыхлых неоген-четвертичных отложениях; 5 — трещинные и трещинно-жилые средне- и высокообильные в метаморфических и изверженных породах (архей-протерозой) горно-складчатых областей; 6 — трещинные среднеобильные в изверженных породах (пермо-триас) Сибирской платформы. Источники подземных вод: 7 — гидрокарбонатных и сульфатных с минерализацией до 1 г/л; 8 — сульфатных и сульфатно-кальциевых с минерализацией 1–10 г/л; 9 — хлоридных и хлоридно-натриевых с минерализацией 10–50 г/л и более; 10 — термальные; 11 — слабо сероводородные пресные; 12 — углекислые. Дебит источников: 13–0.1–1 л/сек; 14–1–10 л/сек; 15–10–100 л/сек; 16 — более 100 л/сек. 17 — области подтопления и заболачивания

Figure 3. Hydrogeodynamics of the free water exchange zone in the Irkutsk region. Fresh aquifers: 1 — medium-abundant fracture-bed in terrigenous and fracture-karst in carbonate deposits (Cambrian–Carboniferous) of the Siberian platform; 2 — layer-fracture weakly abundant in tuffaceous deposits (Triassic) of the Siberian platform; 3 — fractured-stratum low-abundance (north) and porous-stratum high-abundance (south) in terrigenous deposits (Jurassic) of the Siberian platform; 4 — medium and high pore-beds in loose Neogene-Quaternary deposits; 5 — fractured and fractured vein medium- and highly abundant in metamorphic and igneous rocks (Archean-Proterozoic) of mountain-folded areas; 6 — fractured medium-abundant in igneous rocks (Permian-Triassic) of the Siberian platform. Groundwater sources: 7 — hydrocarbonate and sulfate with mineralization up to 1 g/l; 8 — sulfate and sulfate-calcium with mineralization of 1–10 g/l; 9 — chloride and chloride-sodium with mineralization of 10–50 g/l and more; 10 — thermal; 11 — slightly hydrogen sulfide fresh; 12 — carbon dioxide. Source flow rate: 13–0.1–1 l/s; 14–1–10 l/s; 15–10–100 l/s; 16 — more than 100 l/s. 17 — areas of flooding and waterlogging

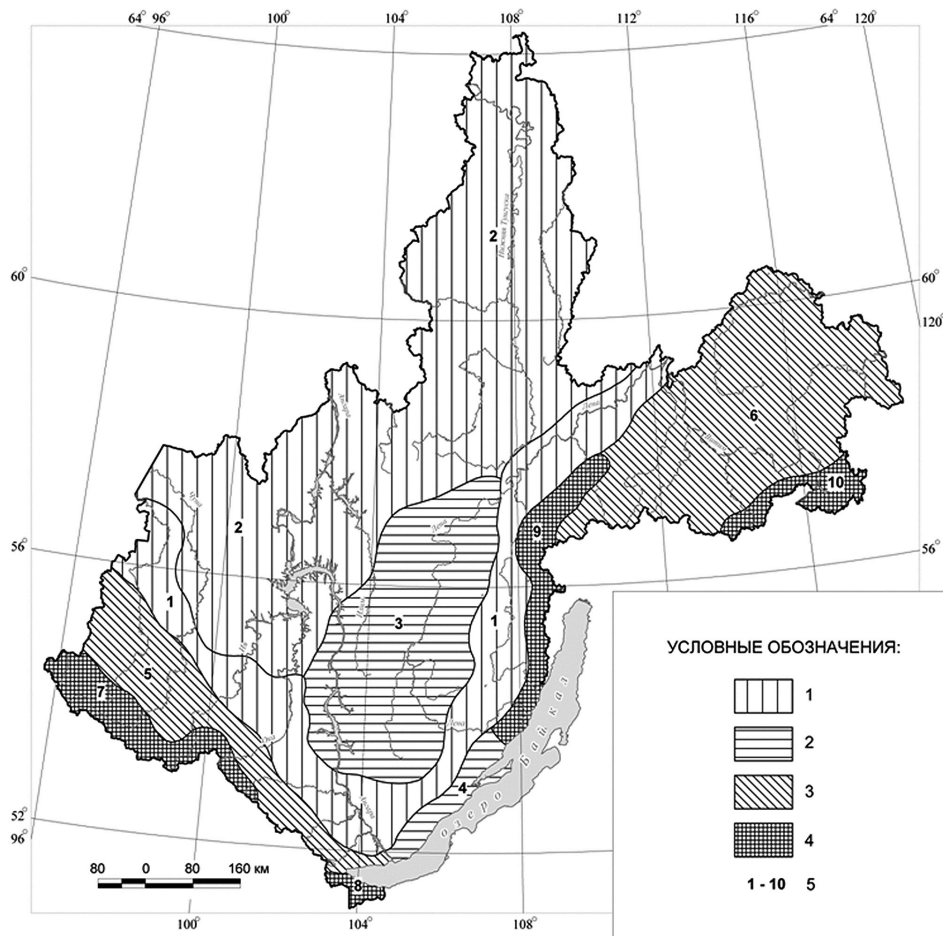


Рис. 4. Районирование Иркутской области по риску природопользования
 Риск природопользования: 1 — I класс (низкий); 2 — II класс (умеренный); 3 — III класс (высокий); 4 — IV класс (очень высокий). 5 — геоэкологические районы по номерам: 1 — Канско-Ленский; 2 — Ангаро-Тунгусский; 3 — Лено-Ангарский; 4 — Приморский; 5 — Предсаянский; 6 — Байкало-Патомский; 7 — Восточно-Саянский; 8 — Хамар-Дабанский; 9 — Северо-Байкальский; 10 — Забайкальский

Figure 4. Zoning of the Irkutsk region on the risk of environmental management

Environmental management risk: class 1 — I (low); 2 — II class (moderate); 3 — III class (high); 4 — IV class (very high). 5 — geoeological areas by numbers: 1 — Kansko-Lensky; 2 — Angaro-Tunguska; 3 — Leno-Angarsk; 4 — Primorsky; 5 — Presayan; 6 — Baikal-Patomsky; 7 — East Sayan; 8 — Hamar-Dabansky; 9 — North Baikal; 10 — Trans-Baikal

и взаимодействия, порождающие новые процессы, определяющие парагенетические связи, направленность и ритмичность развития [17].

Геоэкологические районы Иркутской области существенно дифференцированы как по набору (спектру), так и степени проявления ОГП. Возникает задача оценки их структуры, которая осуществляется в двух направлениях: 1) оценка спектра ОГП по геоэкологическим районам; 2) оценка взаимосвязей ОГП внутри и между районами.

Все ОГП Иркутской области разделены на три типа: 1) ведущие; 2) сопутствующие; 3) второстепенные. Под *ведущим ОГП* понимается такой процесс, который формирует основные морфологические черты района, имеет наибольшую интенсивность и представляет наибольший риск. Под *сопутствующим ОГП* понимается процесс, участвующий в формировании основных морфологических черт района, имеющий значительную интенсивность и представляющий потенциальный риск. Под *второстепенным ОГП* понимается процесс,

участвующий в формировании отдельных морфологических черт локальных регионов, на которых он имеет относительную интенсивность и представляет потенциальный риск. В разряд *другие* включены ОПП, представляющие потенциальную опасность на небольших участках и полигонах, где их интенсивность мало значима.

Для оценки спектров ОПП использован метод экспертно-статистических построений при балльных классификациях. Его применимость и эффективность при оценке риска обоснована во многих работах [8, 14, 22, 26]. Сложность управления риском природопользования заключается в тщательном анализе целей и задач хозяйственной деятельности в условиях действия ОПП, путей и средств их достижения, оценки влияния различных факторов на повышение эффективности

и качества управленческих решений. Это приводит к необходимости широкого применения экспертных оценок в процессе формирования и выбора таких решений. Экспертиза как способ получения информации всегда использовалась при выработке решений, однако научные исследования по ее рациональному проведению были начаты всего три десятилетия назад, и теперь экспертные оценки являются сформировавшимся научным методом анализа сложных, не формализуемых проблем [13]. Детально вопрос экспертных оценок при балльных классификациях рассмотрен в работах [11, 21] и основан, главным образом, на учете весовых коэффициентов, определяемых методом анализа иерархий [34].

Выявление отношений между геоэкологическими районами Иркутской области по ОПП и отношений

Таблица 4. Степень общности/разобщенности геоэкологических районов Иркутской области по спектру ОПП

Table 4. Degree of commonality/disconnection of geoeological regions of the Irkutsk region by the spectrum of hazardous geodynamic processes of the Irkutsk region

Районы	Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Забайкальский
Канско-Ленский	1,000									
Ангаро-Тунгусский	0,125	1,000								
Лено-Ангарский	-0,263	-0,048	1,000							
Приморский	-0,200	-0,430	0,075	1,000						
Предсаянский	-0,331	-0,238	0,785	0,167	1,000					
Байкало-Патомский	-0,314	0,252	0,707	0,024	0,828	1,000				
Восточно-Саянский	-0,443	0,238	0,554	-0,145	0,728	0,912	1,000			
Хамар-Дабанский	-0,279	-0,112	0,380	-0,183	0,702	0,706	0,846	1,000		
Северо-Байкальский	-0,419	0,047	0,589	0,051	0,795	0,916	0,923	0,816	1,000	
Забайкальский	-0,439	0,091	0,529	0,020	0,787	0,923	0,953	0,840	0,971	1,000

Примечание: коэффициент корреляции $R > 0,9$ — степень общности/разобщенности очень высокая; $0,7-0,9$ — высокая; $0,4-0,7$ — средняя; $0,2-0,4$ — низкая; $< 0,2$ — отсутствует.

между ОГП внутри районов производилось в несколько этапов: 1) оценка связи районов по спектру (процентный вклад) ОГП; по доле (спектру) ведущих, сопутствующих и второстепенных процессов; по количеству этих процессов; 2) оценка связи районов по спектру ОГП с помощью полиномиальных зависимостей; 3) оценка распределения ОГП по районам с помощью полиномиальных зависимостей; 4) оценка роли процесса как ведущего в структуре ОГП; 5) распределение ОГП внутри геоэкологических районов для создания модели формирования и типа структуры ОГП.

Анализ связи геоэкологических районов по спектру ОГП показывает четкую зависимость между горными районами (Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский и Забайкальский) с положительным коэффициентом корреляции > 0.9 . Особняком стоит Хамар-Дабанский район, коэффициенты связи которого с другими горными районами < 0.9 . Достаточно высокие коэффициенты корреляции с горными районами характерны для Байкало-Патомского района — > 0.7 . Предсаянский район имеет высокую степень общности со всеми горными районами, а также с Байкало-Патомским районом. Одновременно он определил хоть и низкую ($R > -0,2$), но устойчивую степень разобщенности с равнинными районами. У Приморского района нет статистически достоверной

общности с каким-либо другим районом. Однако по степени разобщенности он имеет устойчивую отрицательную связь с равнинными районами (Лено-Ангарским и Ангаро-Тунгусским). Это обстоятельство позволяет нам предположить определенную самобытность Приморского района, который нельзя однозначно относить к равнинным, предгорным или горным. Лено-Ангарский район имеет среднюю степень общности с горными районами (> 0.5) и высокую — с предгорными и низкогорными (> 0.7), что позволяет рассматривать его как район, тяготеющий к горам. Ангаро-Тунгусский район, также как и Приморский, не имеет статистически достоверной связи с другими районами; исключением является его высокая разобщенность с самим Приморским районом. Канско-Ленский район имеет высокую степень разобщенности с горными районами и среднюю степень разобщенности с предгорными и низкогорными районами; одновременно у него имеется хоть и статистически незначимая, но, тем не менее, определенная тенденция к общности с Ангаро-Тунгусским районом (табл. 4).

Взаимоотношения между ведущими, сопутствующими и второстепенными ОГП имеют большое значение при оценке характера их протекания и особенностей воздействия на хозяйственную инфраструктуру (табл. 5).

Таблица 5. Соотношение типов ОГП в геоэкологических районах Иркутской области по классам риска

Table 5. Correlation of types of hazardous geodynamic processes in geoecological areas of the Irkutsk region by risk classes

Опасные ОГП		Классы риска природопользования										Иркутская область в целом
		I		II		III		IV				
		Геоэкологические районы										
		Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Забайкальский	
Ведущие	Кол-во	2	1	2	3	1	2	2	2	1	2	2
	Вклад в спектр, %	40	34	37	38	17	40	43	30	20	36	30
Сопутствующие	Кол-во	4	4	3	3	4	6	3	5	4	3	4
	Вклад в спектр, %	39	50	30	30	44	51	36	55	51	39	34
Второстепенные	Кол-во	8	7	8	8	7	4	5	6	7	5	8
	Вклад в спектр, %	21	16	33	32	39	9	21	15	29	25	36
Сумма ОГП		13	11	12	13	11	11	9	12	11	9	13

На базе этой таблицы выявлено соотношение между геоэкологическими районами по спектру ведущих, сопутствующих и второстепенных ОГП (табл. 6). Два условно равнинных района Канско-Ленский и Ангаро-Тунгусский показали высокую степень общности с коэффициентом корреляции 0,86. Примечательна и статистически высоко значима ($R > -0,9$) степень разобщенности Предсаянского района с другими средне- и низкоргорными районами — Приморским и Ангаро-Тунгусским. Степень разобщенности Лено-Ангарского и Северобайкальского районов также статистически высоко значима. Хотя эти районы территориально близки друг к другу, однако, структура ОГП указывает на различие их происхождения. Эти же выводы относятся и к зависимости Приморского

и Северобайкальского районов. Не совсем ясны отрицательные зависимости между Восточно-Саянским и Предсаянским районами. Однако это можно объяснить тем, что структура процессов в горных и равнинных районах более упорядочена, чем в предгорных, переходных районах (зонах). Это подтверждают и положительные, высокосзначимые отношения общности по данным показателям между равнинными и горными районами.

Анализ взаимоотношений между районами Иркутской области по количеству ведущих, сопутствующих и второстепенных ОГП показал (табл. 7), что все геоэкологические районы обладают статистически значимой величиной общности между собой ($R = 0,8-1,0$), что является отражением общей

Таблица 6. Степень общности/разобщенности геоэкологических районов по спектру ведущих, сопутствующих и второстепенных ОГП

Table 6. Degree of commonality/disconnection of geoeological regions by the spectrum of leading, accompanying and secondary hazardous geodynamic processes

Районы	Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Забайкальский
Канско-Ленский	1,000									
Ангаро-Тунгусский	0,860	1,000								
Лено-Ангарский	0,129	-0,396	1,000							
Приморский	0,322	-0,207	0,980	1,000						
Предсаянский	-0,375	0,140	-0,964	-0,998	1,000					
Байкало-Патомский	0,955	0,973	-0,172	0,024	-0,093	1,000				
Восточно-Саянский	0,964	0,692	0,388	0,563	-0,617	0,841	1,000			
Хамар-Дабанский	-0,371	0,984	-0,552	-0,376	0,313	0,916	0,554	1,000		
Северо-Байкальский	0,190	0,665	-0,949	-0,869	0,833	0,473	-0,079	0,786	1,000	
Забайкальский	0,969	0,960	-0,122	0,077	-0,143	0,999	0,867	0,895	0,426	1,000

Примечание: коэффициент корреляции $R > 0,9$ — степень общности/разобщенности очень высокая; $0,8-0,9$ — высокая; $0,6-0,8$ — средняя; $0,4-0,6$ — низкая; $< 0,4$ — отсутствует.

Таблица 7. Степень общности/разобщенности геоэкологических районов по количеству ведущих, сопутствующих и второстепенных ОГП

Table 7. Degree of commonality/disconnection of geoecological regions by the number of leading, accompanying and secondary hazardous geodynamic processes

Районы	Канско-Ленский	Ангаро-Тунгусский	Лено-Ангарский	Приморский	Предсаянский	Байкало-Патомский	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский	Северо-Байкальский	Забайкальский
Канско-Ленский	1,000									
Ангаро-Тунгусский	0,982	1,000								
Лено-Ангарский	0,984	0,933	1,000							
Приморский	0,945	0,866	0,988	1,000						
Предсаянский	0,982	1,000	0,933	0,866	1,000					
Байкало-Патомский	0,327	0,500	0,156	0,000	0,500	1,000				
Восточно-Саянский	1,000	0,982	0,984	0,305	0,982	0,327	1,000			
Хамар-Дабанский	0,891	0,961	0,797	0,632	0,961	0,721	0,891	1,000		
Северо-Байкальский	0,982	1,000	0,933	0,866	1,000	0,500	0,982	0,961	1,000	
Забайкальский	1,000	0,982	0,984	0,305	0,982	0,327	1,000	0,891	0,982	1,000

Примечание: коэффициент корреляции $R > 0,9$ — степень общности/разобщенности ОГП очень высокая; $0,8-0,9$ — высокая; $0,6-0,8$ — средняя; $0,4-0,6$ — низкая; $< 0,4$ — отсутствует.

тенденции к связи различных морфометрических единиц по роли ОГП в их структуре. Выделяется в этом смысле Байкало-Патомский район, который обладает лишь средней степенью общности с Хамар-Дабанским районом и низкой степенью общности с Предсаянским районом. Степень взаимосвязи его с другими районами статистически неразличима. Хамар-Дабанский район имеет среднюю степень общности с Лено-Ангарским, Приморским и Байкало-Патомским районами.

Далее мы проверили намеченные в вышеприведенных таблицах тенденции к общности и разобщенности геоэкологических районов Иркутской области с помощью полиномиальных трендов. Использование

полиномиального подхода к анализу открытых динамических систем, какими являются спектры ОГП и геоэкологические районы Иркутской области, специально обосновано в работах [10, 30, 31]. Для полиномиального анализа первоначально были построены диаграммы распределения коэффициента корреляции в уравнениях регрессии между геоэкологическими районами по спектру ОГП. Затем были построены полиномиальные тренды распределения этих коэффициентов. При этом из расчета полиномиальных трендов исключены автокорреляционные коэффициенты для уменьшения уровня статистического «шума».

Показатели степени достоверности аппроксимации для рассчитанных трендов сведены в табл. 8.

Таблица 8. Степень (коэффициенты) достоверности аппроксимации для связей геоэкологических районов Иркутской области между собой по доле (спектру) ОГП

Table 8. Degree (coefficients) of approximation reliability for connections of geoeological regions of the Irkutsk region with each other according to the share (spectrum) of dangerous geodynamic processes

Геоэкологический район	Коэффициент достоверности аппроксимации в полиномиальном тренде R2	Степень полинома
Канско-Ленский	0,9839	6
Ангаро-Тунгусский	0,9847	6
Лено-Ангарский	0,5238	6
Приморский	0,8112	6
Предсаянский	0,7528	6
Байкало-Патомский	0,8006	6
Восточно-Саянский	0,8618	6
Хамар-Дабанский	0,8444	6
Северо-Байкальский	0,8703	6
Забайкальский	0,8909	6

Полиномиальный тренд для Канско-Ленского геоэкологического района фиксирует только один положительный максимум связи (общности) с Ангаро-Тунгусским районом; для других районов отмечается тенденция к обратной связи (разобщенности).

Полиномиальный тренд для Ангаро-Тунгусского геоэкологического района формирует два максимума, из которых только один имеет статистическую достоверность — это положительная связь с Канско-Ленским районом. Второй максимум указывает на тенденцию к связи с некоторыми горными районами (Байкало-Патомским, Восточно-Саянским и Хамар-Дабанским), однако сами коэффициенты корреляции в этом случае статистически неразличимы. Однако статистически различим минимум тренда, отражающий отрицательную связь (разобщенность) Ангаро-Тунгусского и Приморского районов.

Полиномиальный тренд для Лено-Ангарского района проявляет только один статистически и логически объяснимый максимум связи с Предсаянским и Байкало-Патомским районами, поскольку все они являются своего рода переходными геоморфологическими зонами. Тенденция к положительной связи Лено-Ангарского района с горными районами отражает некоторую специфику структуры опасных геолого-геоморфологических процессов, которая развивается отчасти по сценарию горных районов.

В полиномиальном тренде Приморского геоэкологического района статистически значимыми являются только минимумы: первый отражает отрицательную связь с равнинными районами,

второй — разобщенность с высокогорными районами. Таким образом, Приморский геоэкологический район следует отнести скорее к переходным зонам, что выражается хоть и в статистически мало значимой, но логически хорошо объяснимой положительной связи его с Предсаянским геоэкологическим районом.

В доказательство этого, полиномиальный тренд Предсаянского геоэкологического района однозначно фиксирует его как переходную зону от равнинных районов к горным, на что указывают два статистически хорошо различимых максимума.

Полиномиальный тренд Байкало-Патомского геоэкологического района указывает на его устойчивую тенденцию к общности с Лено-Ангарским районом и всеми высокогорными районами, что также говорит о нем, как о некоторой переходной зоне между равнинами и высокогорьями, но с большей общностью с горами.

Полиномиальные тренды высокогорных районов (Восточно-Саянского, Хамар-Дабанского, Северо-Байкальского, Забайкальского) практически аналогичны с небольшими вариациями. Для них характерна статистически значимая разобщенность с равнинными районами, средняя степень общности с переходными зонами и высокая степень общности между собой (коэффициенты достоверности аппроксимации варьируют от 0,84 до 0,89). Только Хамар-Дабанский район показал не очень высокие степени общности с другими высокогорными районами, что говорит о своеобразии его структуры.

Проведенный анализ подтверждает репрезентативность оценки геоэкологических районов Иркутской области по ОГП и классам риска природопользования. Выделены четыре группы районов: I — с равнинно-холмисто-грядовым рельефом; II — с низко- и среднегорным и плоскогорным рельефом; III — со среднегорным и плоско-горно-нагорным рельефом; IV — с высокогорным рельефом. Выстроив районы

в указанном порядке, получаем гипотетический геоморфологический профиль: от условно равнинных районов к условно горным. Для каждого из ОГП выявлен характер полиномиального распределения на этом профиле и выявлена их иерархия (табл. 9).

При анализе структуры ОГП в геоэкологических районах Иркутской области важна оценка не только их спектра, но и роли в этой структуре, т.е. упорядоченное

Таблица 9. Иерархия ОГП и коэффициенты достоверности аппроксимации для полиномиального распределения их спектра вдоль гипотетического геоморфологического профиля от равнинных к горным геоэкологическим районам Иркутской области

Table 9. Hierarchy of dangerous geodynamic processes and approximation reliability factors for polynomial distribution of their spectrum along hypothetical geomorphological profile from flat to mountain geoeological regions of Irkutsk region

Класс риска ОГП	Группа ОГП	Единичные ОГП	Коэффициент достоверности аппроксимации R ²	Степень полинома
Сейсмогенный	Быстрая	Землетрясения. Проявляют устойчивую тенденцию к возрастанию доли своего участия в спектре ОГП по мере продвижения от равнинных районов к горным.	0,37	2
	Медленная	Тектонический крип. Определяет устойчивую зависимость к возрастанию доли своего участия в спектре ОГП по мере продвижения от равнинных районов к горным.	0,63	2
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст, пучение грунтов, нивация, термоэрозия и др. Эти процессы определили два максимума в полиноме: 1) для равнинных районов на севере Иркутской области; 2) для высокогорных районов. В предгорных и низкогорных районах эти ОГП менее развиты.	0,10	4
Гравитационно-склоновый	Гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины. Их полином практически линейный с высоким коэффициентом достоверности аппроксимации отражает увеличение доли данных ОГП по направлению от равнин к горам.	0,82	2
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блокового сползания	Оползни, осывы. Полиномиальное распределение ОГП на гипотетическом геоморфологическом профиле не показало какой-либо статистически достоверной связи или хотя бы тенденции к ней. Оползни и осывы практически в равной степени развиты как на равнинах, так и в горах, с той лишь особенностью, что приурочены к районам широкого распространения осадочных горных пород.	0,26	4
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия. Полиномиальное распределение показывает устойчивую тенденцию, даже зависимость к снижению ее процентной доли в спектре ОГП по направлению от равнинных районов к горным.	0,69	3
Озерный	Абразионная	Абразия. График полиномиального распределения фиксирует максимумы в районах, тяготеющих к оз. Байкал и Ангарскому каскаду водохранилищ, вдоль берегов, которых развита абразионная деятельность.	0,46	4
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия. Полином фиксирует тенденцию к нарастанию их доли в общем спектре ОГП по направлению от равнин к горам.	0,62	2
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Сели. Полином аналогичен предыдущему с меньшим коэффициентом достоверности аппроксимации.	0,58	2
		Пойменная, старичная и дельтовая седиментация. Полином фиксирует два максимума: больший – для равнин, меньший – для гор. В первом седиментация развита в Канско-Ленском районе, во втором – в горных районах, обрамляющих прогибающиеся внутригорные котловины Байкальской рифтовой зоны.	0,98	4

Окончание табл. 9

Класс риска ОГП	Группа ОГП	Единичные ОГП	Коэффициент достоверности аппроксимации R ²	Степень полинома
Подземно-водный	Денудации растворимых пород	Карст. Полиномиальный тренд указывает на устойчивую тенденцию к возрастанию роли ОГП в предгорных, низко- и среднегорных и снижению в равнинных и высокогорных районах.	0,69	4
	Денудации нерастворимых пород	Суффозия. Полиномиальный тренд аналогичен предыдущему, но коэффициент достоверности аппроксимации ниже, что говорит о меньшей упорядоченности в распределении ОГП на профиле.	0,39	4
Техногенный	Техномобилизационная	Подтопление. Полиномиальный тренд определил четкую тенденцию к снижению его процентной доли по направлению от равнин к горам. Это связано с тем, что основные техногенные объекты расположены в равнинных геоэкологических районах.	0,79	4

подразделение по категориям: ведущий, сопутствующий, второстепенный. Для этого построены диаграммы распределения ОГП вдоль гипотетического геоморфологического профиля «равнины — горы» (табл. 10).

Оценка взаимосвязи между геоэкологическими районами Иркутской области по структуре ОГП,

а также взаимосвязи между ОГП вдоль гипотетического геоморфологического профиля «равнины — горы» позволила выстроить иерархический ряд как геоэкологических районов по их структурно-геоморфологической позиции, так и ОГП по генезису или источникам поступления энергии. Установленные закономерности позволяют перейти к анализу

Таблица 10. Коэффициенты достоверности аппроксимации для полиномиального распределения роли (значимости) ОГП вдоль гипотетического геоморфологического профиля от равнинных к горным геоэкологическим районам Иркутской области

Table 10. Approximation reliability factors for polynomial distribution of the role (significance) of dangerous geodynamic processes along the hypothetical geomorphological profile from flat to mountainous geoecological regions of the Irkutsk region

Класс риска ОГП	Группа ОГП	ОГП	Коэффициент достоверности аппроксимации R ²	Степень полинома
Сейсмогенный	Быстрая	Землетрясения	0,7949	5
	Медленная	Тектонический крип	0,4841	3
Криогенный	Мерзлотная	Термокарст, пучение грунтов, нивация, термоэрозия	Статистически недостоверен	-
Гравитационно-склоновый	Собственно гравитационная	Обвалы, осыпи, лавины	0,6045	5
Склоновый гидрогенного оползания и течения	Блокового сползания	Оползни, осывы	0,5159	5
Склоновый водно-эрозионный	Линейного размыва	Овражная эрозия	0,7001	3
Озерный	Абразионная	Абразия	Логически недостоверен	-
Флювиальный	Эрозии рек и временных водотоков	Глубинная и боковая эрозия	0,8479	3
		Сели	0,5430	4
	Аккумуляции рек и временных водотоков	Пойменная, старичная и дельтовая седиментация	0,8474	4
Подземноводный	Денудации растворимых пород	Карст	0,7469	3
	Денудации нерастворимых пород	Суффозия	0,4296	4
Техногенный	Техномобилизационная	Подтопление	0,9280	2

структуры ОГП внутри геоэкологических районов. На основе иерархического отношения ОГП по источникам энергии необходимо выявить характер их распределения внутри геоэкологических районов для оценки типов структур ОГП, модели формирования этих структур и синергетического баланса внутри модели.

3. Обсуждение результатов исследований

В геоэкологической практике в последние годы обычно используют стохастические методы моделирования риска. Для инструментов ОРП и РСБ применимы основные положения теории синергетики природных процессов [3, 20, 38, 40].

В 70-х г.г. XX в. И. Р. Пригожин установил что: 1) механизмом связи подсистем в систему является поле или пространственно-временная неравномерность распределения фактора, приведшего к формированию новой структуры — импульс самоорганизации; 2) механизмом взаимодействия системы со средой является наблюдаемая в природных процессах вспышка энергии, приток отрицательной энтропии и последующая ее растрата — диссипация. Структуры, формирующиеся вследствие притока отрицательной энтропии в неравновесной области и характеризующиеся согласованным поведением подсистем в системе, было предложено называть диссипативными [32].

Для изучения ОГП и геоэкологических районов Иркутской области как сложных нелинейных диссипативных самоорганизующихся систем важны следующие составляющие методологического арсенала синергетики: 1) теория катастроф; 2) теория динамических систем; 3) закономерности перехода от регулярных процессов к хаотическим; 4) странные аттракторы; 5) фрактальная геометрия; 6) самоорганизация сложных систем, которая определяется поведением небольшого числа параметров, называемых ведущими модами или параметрами порядка; 7) эргодическая теория; 8) неравновесная термодинамика; 9) теория нелинейных волновых процессов, автоволн и автоструктур; 10) диссипативные структуры; 11) концепции вихре-волнового и структурно-волнового резонанса как механизма самоорганизации; 12) самоорганизованная критичность.

Геоморфосистемы обладают всеми основными признаками и свойствами диссипативных синергетических структур. Равновесным состоянием геоморфосистемы является гомеостаз — высокая энтропия. Поток энергии, снижающим энтропию (неравновесным фактором-полем), являются эндогенные и экзогенные агенты рельефообразования. Они постоянно формируют новые связи подсистем, новую структуру. Поэтому основу самоорганизации в геоморфосистемах составляет согласованное и упорядоченное действие агентов рельефообразования, которое и выражается через формирование особых типов структур ОГП. Диссипативные структуры в геоморфосистемах порождаются однонаправленными процессами (потоками энергии), необратимыми во времени.

С позиций синергетики универсальность диссипативных механизмов заключается в том, что потоки энергии и энтропии реализуются в виде дискретных переходов от неравновесного состояния к равновесному и обратно. Так, приток энергии к геоморфосистеме (оростаз — оростатическое начальное состояние) уже несет в себе некоторую упорядоченность (структуру), которая зависит от количества источников и объема поступающей энергии. Принятие геоморфосистемой этой энергии и ее последующая трансформация (метастаз — метастатическое переходное состояние) всегда осуществляется по наибольшему числу каналов связи. Это формирует новую структуру, которая ведет себя всегда иначе, чем изначальная, что выражается в усилении неравновесности геоморфосистемы. Далее происходит диссипация трансформированной энергии и вновь формируется определенная структура, которая по законам синергетики стремится к формированию наименьшего числа каналов диссипации энергии, что упорядочивает ее и в целом повышает энтропию геоморфосистемы (гомеостаз — гомеостатическое финальное состояние).

Эти приток, трансформация и диссипация энергии геоморфосистем носят не поступательный или вращательный, а колебательный характер. Колебательный характер синергетического баланса не представляет собой кривую скачка с дальнейшим постепенным затуханием амплитуды колебаний (аналогичных автомодельных состояний) после сообщения геоморфосистеме энергетического импульса (рис. 5). Наоборот, первоначальный импульс приводит к нарастанию амплитуды колебаний и увеличению неравновесности

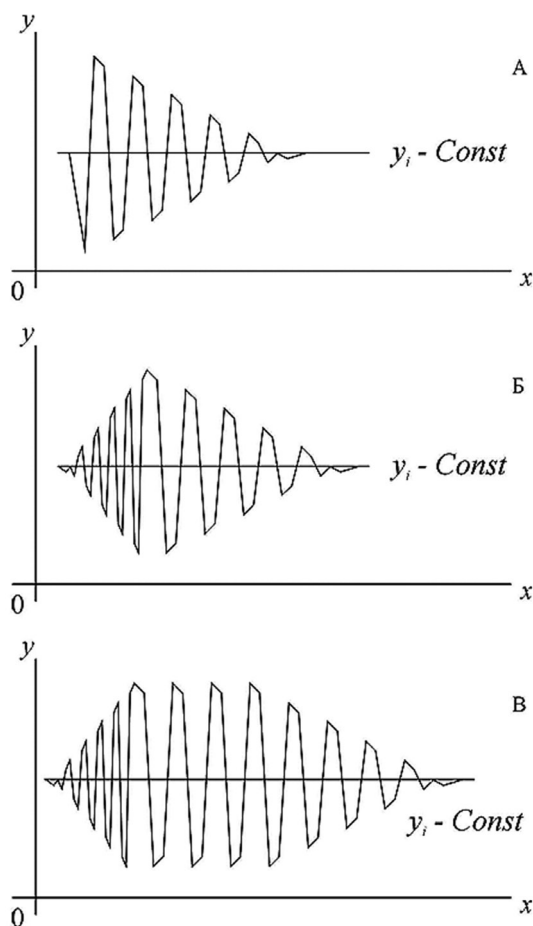


Рис. 5. Элементарные модели синергетического баланса в геоморфосистемах. А — с первоначальным скачкообразным притоком энергии и последующей ее диссипацией через автомодельные аналогичные состояния системы, Б — с постепенным нарастанием притока энергии и последующей ее диссипацией через автомодельные аналогичные состояния системы, В — с постепенным нарастанием притока энергии, последующим ее дополнительным притоком и сохранением автомодельных гомологичных состояний и дальнейшей диссипацией через автомодельные аналогичные состояния геоморфосистемы

Figure 5. Elementary models of synergistic balance in geomorphosystems. A — with the initial abrupt influx of energy and its subsequent dissipation through automodel analogous states of the system, B — with a gradual increase in the influx of energy and its subsequent dissipation through automodel analogous states of the system, B — with a gradual increase in the influx of energy, its subsequent additional influx and preservation of automodel homologous states and further dissipation through automodel analogous states of the geomorphosystem

системы. При этом если синергетический фактор-поле достаточно стабильный и долгоживущий, то после нарастания амплитуды наступает период автомодельных гомологичных (тождественных) состояний геоморфосистемы. А как только фактор-поле прекращает сообщать ей энергетические импульсы, то после некоторого критического состояния происходит затухание амплитуды колебаний (аналогичных автомодельных состояний), которое повышает энтропию и приводит геоморфосистему к гомеостазу.

Теперь можно создать эвристическую модель формирования типов структур и синергетического баланса ОГП в геоэкологических районах Иркутской области как геоморфосистемах (рис. 6).

Принципиальные положения и граничные условия модели ОГП заключаются в следующем: 1) приток энергии к активно развивающимся геоморфосистемам осуществляется из двух источников: а) эндогенная энергия — горообразовательный процесс или восходящий литодинамический поток; б) экзогенная энергия — гороразрушительный процесс или нисходящий литодинамический поток (по Н. А. Флоренсову [37]). Эти потоки энергии несут с собой начальную структуру ОГП, которая для сохранения синергетического баланса должна описываться бимодальным (или близким к нему) распределением кривой ОГП. В результате притока энергии формируются оростатические геоморфосистемы с инициальной структурой ОГП и аккумуляцией энергии; 2) нарастает амплитуда автомодельных колебаний геоморфосистемы, энергия распределяется по наибольшему из возможного числа каналов связи, происходит ее преобразование или трансформация. Такие потоки энергии в неравновесной области описываются полимодальным распределением кривой ОГП. В результате формируются метастатические геоморфосистемы с транзакционной структурой ОГП и трансформацией энергии; 3) нарастает энтропия геоморфосистемы, происходит максимально возможное упорядочивание потока энергии (минимизация числа каналов связи с внешней средой) и последующая ее диссипация. Потоки энергии такого рода описываются уномодальным (или близким к нему) распределением кривой ОГП. В результате формируются гомеостатические геоморфосистемы с новой финальной структурой ОГП и диссипацией энергии; 4) формируются три зоны: а) притока энергии — оростатическое состояние геоморфосистем;

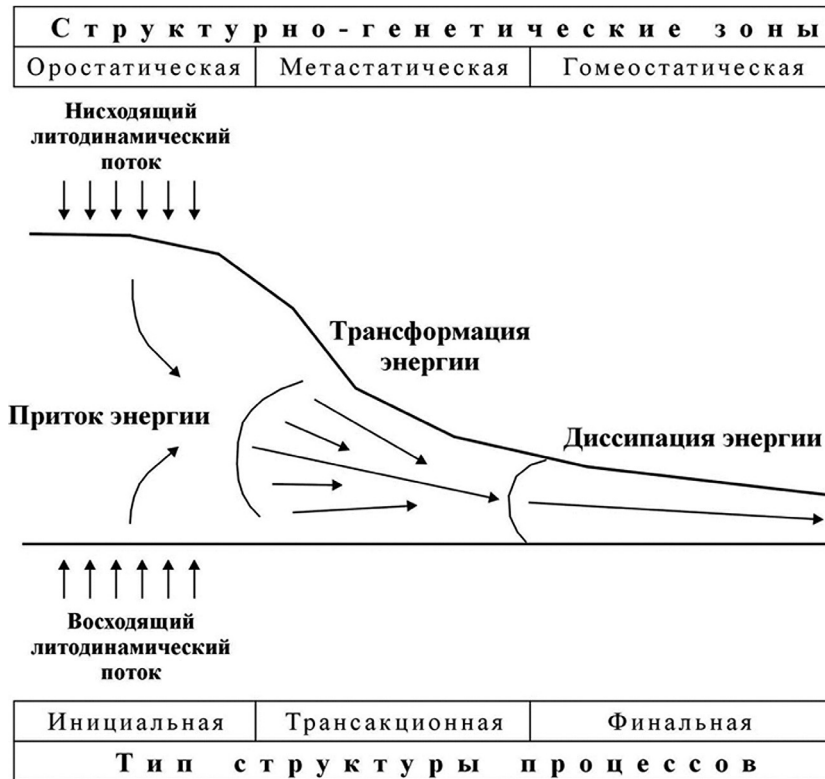


Рис. 6. Синергетическая модель формирования типов структур ОГП в геоэкологических районах Иркутской области

Figure 6. Synergetic model of formation of types of structures of dangerous geodynamic processes in geoecological areas of the Irkutsk region

б) трансформации энергии — метастатическое состояние геоморфосистем; в) диссипации энергии — гомеостатическое состояние геоморфосистем. Это приводит к формированию 3 типов структур ОГП: инициальной, трансакционной и финальной.

Посмотрим, насколько предложенная эвристическая модель подтверждается реальными данными по структуре ОГП. Для этого построены графики модального распределения их спектра для каждого

геоэкологического района, расположенные последовательно по источникам поступления энергии. В результате получаем следующую картину типизации геоэкологических районов Иркутской области по характеру модального распределения ОГП (табл. 11).

Теперь можно классифицировать геоэкологические районы Иркутской области по типу структур ОГП, синергетическому балансу и структурно-генетической позиции геоморфосистем (табл. 12).

Таблица 11. Характер модального распределения спектра ОГП в геоэкологических районах Иркутской области

Table 11. Nature of modal spectrum distribution to hazardous geodynamic processes in geoecological regions of Irkutsk region

Бимодальное	Переходное от бимодального к полимодальному	Полимодальное	Уномодальное
Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский, Забайкальский	Лено-Ангарский, Байкало-Патомский	Канско-Ленский, Приморский, Предсаянский	Ангаро-Тунгусский

Таблица 12. Синергетическая классификация геоэкологических районов Иркутской области

Table 12. Synergistic classification of geoecological areas of the Irkutsk region

Геоэкологические районы	Распределение спектра ОГП	Синергетический баланс	Структурно-генетическая позиция (зона)	Тип структуры ОГП
Восточно-Саянский, Хамар-Дабанский, Северо-Байкальский, Забайкальский	Бимодальное	Приток энергии	Оростатическая	Инициальный
Лено-Ангарский, Байкало-Патомский	Переходное от бимодального к полимодальному	Переход от притока к трансформации энергии	Переход от оростатической к метастатической	Переходный от инициального к транзакционному
Канско-Ленский, Приморский, Предсаянский	Полимодальное	Трансформация энергии	Метастатическая	Транзакционный
Ангаро-Тунгусский	Уномодальное	Диссипация энергии	Гомеостатическая	Финальный

Заключение

В последние годы в мире проводится активная работа по обеспечению доступности информации о стихийных бедствиях и природных катастрофах не только для узкого круга специалистов, но и для широкой общественности. Современные спутниковые сети с быстрыми циклами отработки данных позволяют получать изображения районов, подвергшихся воздействию ОПП и СБ в режиме, близком к реальному времени. Общедоступные многоспектральные наборы данных, например, такие как Landsat, Sentinel-2, в этом смысле особенно полезны при анализе пространственного распространения ОПП. Однако каталоги таких данных имеют большой размер и требуют интенсивной обработки специально обученными аналитиками на мощных компьютерах. Тем не менее, сегодня уже есть примеры программных продуктов, доступных простым пользователям. Например, HazMapper — приложение для картирования ОПП с открытым доступом, разработанное в компании Google Earth Engine, которое дает возможность получать информацию на основе карт и ГИС-наборов данных без затратных по времени и средствам ресурсов, необходимых для традиционного анализа. HazMapper обеспечивает быстрый анализ и визуализацию как недавних, так и исторических ОПП и СБ. В нее включены тематические исследования для выявления разных видов ОПП: ураганы, сели, наводнения, оползни и др. HazMapper предназначен для использования учеными, менеджерами по ЧС, лицами, принимающими решения в области безопасности [47].

На этапах реагирования на СБ и восстановления разрушенной инфраструктуры заинтересованные стороны, включая государственные учреждения, собирают информацию о последствиях катастрофы для оказания помощи и распределения ресурсов. Но данные об ущербе, собранные с помощью полевых исследований и спутниковых изображений, часто недоступны сразу после СБ, в то время как оперативная информация имеет решающее значение для принятия срочных управленческих решений. Сегодня структуры управления территориями обращаются к социальным сетям для получения ситуационной информации об ущербе от СБ в режиме реального времени. Однако в этом случае возникают трудности для извлечения полезной информации из огромного числа зашумленных данных.

В результате развития ОПП безопасность населения, хозяйства и территорий Иркутской области сегодня находятся под угрозой. Обусловленные ими СБ не только разрушают производственные объекты, ведут к травматизму и гибели людей, прерывают производительные циклы на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, но и создают ситуации эмоциональной напряженности и паники среди населения, неуверенности предпринимателей в эффективности инвестиций и капитальных вложений, и, в конечном счете, снижают уровень национальной безопасности РФ. Поэтому в Администрации и Правительстве Иркутской области, Главном управлении МЧС России по Иркутской области, ведомственных учреждениях и организациях, бизнес-структурах,

общественных организациях ведется большая работа по обеспечению силами и средствами для ликвидации ЧС природного и природно-техногенного характера. Сегодня этот процесс находится на достаточно высоком уровне, а меры борьбы с СБ достаточно эффективны. Жилой сектор, общественные и производственные здания, сооружения и конструкции, коммуникации выдерживают нагрузки, что говорит о высоком качестве строительства и определенной надежности производственно-профилактических мероприятий на объектах.

Степень риска хозяйственной деятельности почти всегда оценивается апостериори, т.е. величиной понесенного материального и морального ущерба. Но стохастическая природа риска и ОПП заставляет использовать вероятностные методы для оценки уязвимости населения, экономики и территорий к СБ вместо широко распространенного прямого расчета по величине ущерба, посредством которого не может быть осуществлен достоверный прогноз. Поэтому особенно актуальными сегодня становятся априорные оценки риска, которые помогали бы формировать систему превентивных мероприятий еще до того как СБ произошло. Инструменты ОРП и СРБ восполняют этот пробел.

Однако даже они не лишены неопределенностей, например, неопределенность входной информации, алгоритма расчета из-за неизбежного упрощения реальности, границ воздействия негативных факторов, субъективность принятия решения управляющим лицом, получившим исходную информацию, преднамеренное или случайное ее искажение и т.д. Наличие неопределенности обуславливает исключительно вероятностный характер всех оценок ОПП. Именно в такой ситуации и возникает риск, которым для нормального функционирования производства необходимо управлять. Это обеспечит целенаправленный процесс воздействия на риск-ситуацию, разработку мер правового, организационно-экономического и технического характера, направленных на минимизацию угрозы и ослабление последствий потенциальной катастрофы. Тогда риск будет приемлемым, а характеризующие его величины — вероятность неблагоприятных ситуаций и ожидаемые негативные последствия — незначительны. Ради получаемой выгоды в виде материальных и социальных благ человек и общество в целом готовы им пренебречь.

В кризисных ситуациях, к которым относятся СБ, жизненно важные функции общества следует восстановить как можно быстрее. Но организации и люди в таких непростых условиях имеют дело с событиями, которые по своей природе изначально непредсказуемы до того, как они произойдут. Инструменты ОРП и СРБ учитывают это, т.е. кумулятивные и каскадные эффекты, триггерные механизмы, неопределенность условий, касающихся технических, организационных, экономических и человеческих факторов, интегрируют временные и пространственные аспекты. Они находятся в русле современных тенденций использования стандартизированных сетевых инфраструктур с применением конвергентной интеграции систем. Эта интеграция объединяет интеллектуальные устройства и сам ИИ, которые функционируют как локальные информационные системы реального времени, и предполагает распределенную обработку и хранение данных на основе взаимодействия и объединения корпоративных сетевых сред различных владельцев.

Конвергентная интеграция сетевых инфраструктур и корпоративных сетевых сред позволяет осуществить превращение традиционных линейно-иерархических цепей управления риском в самоорганизующиеся. При этом организационные агенты — администраторы и менеджеры по управлению риском — свободно общаются между собой в рамках постоянных или временных кластеров, выполняя самооптимизацию, обеспечивая недостижимую ранее надежность, устойчивость и восстанавливаемость управления риском. На этой основе создается возможность реализации автоматизированного мониторинга и контроля за ОПП и СБ. Задаются базовые характеристики системно-динамического анализа электронного контента управления риском при поддержании режимов самонастраивающейся антикризисной интеграции, адаптированной к быстро возникающим и развивающимся ОПП и ЧС известного, предсказуемого и неизвестного характера.

Модели ОПП, такие как представлена в данной статье, имеют большое значение для всех этапов оценки риска и управления СБ. Но неопределенности, присущие этим моделям, негативно отражаются на связи исследователей, которые разрабатывают модели, со структурами управления риском. Отсутствие такой связи может привести к еще большей

неопределенности в принятии решений. Для ее преодоления исследователям необходимы: 1) четкая типология неопределенностей; 2) эффективное взаимодействие с пользователями и структурами управления риском; 3) управление ансамблями, уверенность, консенсус, преодоление предвзятости и разногласий; 4) методы передачи конкретных неопределенностей (например, карты, графики) и время; 5) оценки альтернативных подходов. Ученые должны сначала понять потребности лиц, принимающих решения в области управления риском, а затем сосредоточить усилия на выявлении неопределенностей, связанных с этим решением. Разработка совместно используемой схемы управления эпистемологическими взглядами обеих сторон учитывает различные точки зрения, которые лежат в основе предположений модели и суждений, к которым она апеллирует, что повышает устойчивость к неопределенности. Это жизненно важно, так как неопределенности в будущем будут только возрастать в связи с увеличением сложности моделей ОПП и СБ.

Список источников [References]

- Агатова А. Р. Крупномасштабное картографирование рельефа горных стран (на примере Алтая) // Геоморфология. 2003. № 2. С. 48–60 [Agatova A. R. Large-scale geomorphological mapping of mountain regions (the Altai as an example) // Geomorfologiya. 2003;(2):48–60. (In Russ.)]
- Айзман Р. И. Опасные ситуации природного характера и защита от них. М.: Академия, 2014. 680 с. [Aizman R. I. Dangerous situations of a natural nature and protection against them. M.: Academy, 2014. 680 p. (In Russ.)]
- Баранцев Р. Г. Синергетика в современном естествознании. М.: Едиториал УРСС, 2003. 144 с. [Barantsev R. G. Synergy in modern natural science. M.: URSS Editorial, 2003. 144 p. (In Russ.)]
- Баринов А. В., Седнев В. А., Шевчук А. Б. и др. Опасные природные процессы. М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. 334 с. [Barinov A. V., Sednev V. A., Shevchuk A. B. et al. Dangerous natural processes. M.: Academy of GPS EMERCOM of Russia, 2011. 334 p. (In Russ.)]
- Бердникова Л. Ф. Анализ предпринимательских рисков в системе экономической безопасности организации // Карельский научный журнал. 2017. Т. 6. № 2. С. 47–50 [Berdnikova L. F. Analysis of business risks in the system of economic security of the organization // Karelian Scientific Journal. 2017;6(2):47–50. (In Russ.)]
- Бланк И. А. Управление финансовыми рисками. М.: НИКА-ЦЕНТР, 2013. 214 с. [Blank I. A. Financial Risk Management. M.: NIKA-CENTER, 2013. 214 p. (In Russ.)]
- Бородушко И. В., Максимов Ю. А. Экономические риски в современном обществе: понятие, виды, методы оценки // Петербургский экономический журнал. 2017. № 3. С. 24–32 [Borodushko I. V., Maximov Yu. A. Economical risks in modern society: concept, types, assessment methods // Petersburg Economic Journal. 2017;(3):24–32. (In Russ.)]
- Вальдман Н. А. О применении экспертно-статистического метода при оценке риска морских работ // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономики. 2011. № 2. С. 40–42 [Valdman N. A. On the use of expert and statistics method in risk evaluation of marine works // Transport of the Russian Federation. 2011;(2):40–42. (In Russ.)]
- Выркин В. Б. Классификация экзогенных процессов рельефообразования суши // География и природные ресурсы. 1986. № 4. С. 20–24 [Vyrkin V. B. Classification of exogenous processes of land relief formation // Geografia i Prirodnye Resursy. 1986;(4):20–24. (In Russ.)]
- Гайворонский С. А., Езангина Т. А., Хожаев И. В., Нesenчук А. А. Определение вершинных полиномов для анализа степени робастной устойчивости интервальной системы // Мехатроника, автоматизация, управление, 2019. Т. 20. № 5. С. 266–273. <https://doi.org/10.17587/mau.20.266-273> [Gayvoronskiy S. A., Ezangina T. A., Khozhaev I. V., Nesenchuk A. A. Analyzing robust stability of an interval control system on the basis of vertex polynomials // Mechatronics, Automation, Control. 2019;20(5):266–273. (In Russ.). <https://doi.org/10.17587/mau.20.266-273>]
- Гладько А. В., Губайдуллин М. Г. Методика оценки экологического риска при освоении нефтегазовых месторождений прибрежно-шельфовой зоны Печорского моря // Проблемы региональной экологии. 2008. № 5. С. 196–201 [Glad'ko A. V., Gubajdullin M. G. Techniques of the assessment of ecological risk at gas-and oil field development in shelf zone of Pechora sea // Regional Environmental Issues. 2008;(8):196–201. (In Russ.)]
- Горелов С. К., Граве М. К., Козлова А. Е. Карта современных геоморфологических процессов СССР // Геоморфология. 1990. № 1. С. 4–14 [Gorelov S. K., Grave M. K., Kozlova A. E. Map of modern geomorphological processes of the USSR // Geomorfologiya. 1990;(1):4–14. (In Russ.)]
- Дорофеев А. А., Покровская И. В., Чернявский А. Л. Экспертные методы анализа и совершенствования

- систем управления // Автоматика и телемеханика. 2004. № 10. С. 172–188 [Dorofeyuk A. A., Pokrovskaya I. V., Chernyavkii A. L. Expert methods to analyze and perfect management systems // Automation and Remote Control. 2004;65(10):1675–1688]
14. Елохин А.Н., Заикин И. А., Федькушов И. Ю. и др. Применение методов экспертных оценок для расчета риска // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Под ред. Н. И. Архиповой. Т. 1. М.: ИРИС, 2002. С. 128–136 [Elokhin A. N., Zaikin I. A., Fedkushov I. Yu. et al. Application of expert assessment methods for risk calculation // Problems of security management of complex systems. Ed. N. I. Arkhipova. T.1. М.: IRIS, 2002. P. 128–136. (In Russ.)]
 15. Иванов В. М. Опасные ситуации природного характера и защита от них: учебное пособие / Ставрополь: Изд-во Северо-Кавказского федерального университета, 2016. 170 с. [Ivanov V.M. Dangerous situations of a natural nature and protection against them: textbook / Stavropol: Publishing House of the North Caucasus Federal University, 2016. 170 p. (In Russ.)]
 16. Ивановский Л. Н. Вопросы развития ведущих экзогенных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1988. № 1. С. 23–30 [Ivanovsky L. N. Issues of development of leading exogenous processes of relief formation // Geography and Natural Resources. 1988;(1):23–30. (In Russ.)]
 17. Ивановский Л. Н. Структура ведущих экзогенных процессов на региональном уровне // География и природные ресурсы. 1989. № 4. С. 14–22 [Ivanovsky L. N. Structure of leading exogenous processes at the regional level // Geography and Natural Resources. 1989;(4):14–22. (In Russ.)]
 18. Ивановский Л. Н. Ведущие экзогенные процессы и геоморфологический риск в горах Южной Сибири // География и природные ресурсы. 1994. № 2. С. 5–10 [Ivanovsky L. N. Leading exogenous processes and geomorphological risk in the mountains of Southern Siberia // Geography and Natural Resources. 1994;(2):5–10. (In Russ.)]
 19. Кнауб Р.В., Игнатьева А. В. Влияние природных неблагоприятных явлений на устойчивое развитие горных территорий (на примере регионов Сибирского федерального округа) // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т. 11. № 4. С. 436–448. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2019-11-4-436-448> [Knaub P. V., Ignateva A. V. Influence of the natural adverse phenomena on sustainable development of mountain territories (on the example of regions of Siberian federal district) // Sustainable Development of Mountain Territories. 2019;11(4):436–448. (In Russ.). <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2019-11-4-436-448>]
 20. Князева Е.Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики. Синергетическое мировидение / М.: Librocom, 2014. 264 с. ISBN 978-5-397-04517-9 [Knyazeva E. N., Kurdyumov S. P. Grounds of synergetics. Synergistic worldview / М.: Librocom, 2014. 264 p. ISBN 978-5-397-04517- 9. (In Russ.)]
 21. Коробов В.Б., Кочуров Б. И. Балльные классификации в геоэкологии: преимущества и недостатки // Проблемы региональной экологии. 2007. № 1. С. 66–70 [Korobov V. B., Kochurov B. I. Ball classifications in geocology: advantages and disadvantages // Regional Environmental Issues. 2007;(1):66–70. (In Russ.)]
 22. Короновский Н.В., Брянцева Г. В. Опасные природные процессы: учебник / М.: ИНФРА-М, 2019. 233 с. [Koronovsky N. V., Bryantseva G. V. Dangerous natural processes: textbook / М.: INFRA-M, 2019. 233 p. (In Russ.)]
 23. Кузьмин С. Б. Структура опасных морфогенетических процессов территории Иркутской области // Геоморфология. 2004. № 4. С. 32–47 [Kuzmin S. B. The structure of hazardous morphogenetic processes in the Irkutsk region // Geomorfologiya. 2004;(4):32–47. (In Russ.)]
 24. Кузьмин С. Б. Классификация опасных морфогенетических процессов Иркутской области // Известия Русского географического общества. 2006. Т. 138. № 3. С. 64–70 [Kuzmin S. B. Classification of hazardous morphogenetic processes of the Irkutsk region // Proceedings of the Russian Geographical Society. 2006;138(3):64–70. (In Russ.)]
 25. Кузьмин С. Б. Опасные природные процессы Иркутской области // ГеоРиск. 2016. № 4. С. 52–67 [Kuzmin S. B. Natural hazards of Irkutsk region // GeoRisk World. 2016;(4):52–67. (In Russ.)]
 26. Кузьмин С. Б. Геоэкологические районы Иркутской области с опасными геоморфологическими процессами как сложные геоморфосистемы для оценки риска природопользования // Сложные системы. 2018. № 2. С. 30–57 [Kuzmin S. B. Geoecological areas of the Irkutsk region with the hazardous geomorphological processes as complex geomorphosystems for nature use risk assessment // Slozhnye Sistemy. 2018;(2):30–57. (In Russ.)]
 27. Мазур И.И., Иванов О. П. Опасные природные процессы: учебник / М.: Экономика, 2004. 702 с. [Mazur I. I., Ivanov O. P. Dangerous natural processes: textbook / М.: Economics, 2004. 702 с. (In Russ.)]

28. Невский В. Н. Новые подходы к созданию базовой геоморфологической классификации (на примере горных территорий южной части Дальнего Востока России) // Геоморфология. 2003. № 1. С. 40–48 [Nevsky V.N. New approaches to development of basic geomorphological classifications (with reference to mountains of the south far east of Russia) // Geomorfologiya. 2003;(1):40–48. (In Russ.)]
29. Неровных А.Н., Заворотный А. Г., Бутенко В. М. и др. Опасные природные процессы / М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. 306 с. [Nerovnykh A. N., Zavorotny A. G., Butenko V. M. et al. Dangerous natural processes / M.: Academy of GPS EMERCOM of Russia, 2015. 306 p. (In Russ.)]
30. Несенчук А. А. Алгоритм синтеза устойчивых характеристических полиномов динамических систем при условии вариации параметров // Информатика. 2019. Т. 16. № 4. С. 51–62 [Nesenchuk A. A. Algorithm for synthesis of the stable characteristic polynomials for dynamic systems under parametric variations // Informatics. 2019;16(4):51–62. (In Russ.)]
31. Перминова М. Ю. Анализ алгоритма декомпозиции полиномов, основанного на разбиениях // Кибернетика и программирование. 2015. № 6. С. 21–34. <https://doi.org/10.7256/2306-4196.2015.6.17169> [Perminova M. Y. The analysis of partitions based algorithm of polynomials decomposition // Cybernetics and programming. 2015;(6):21–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.7256/2306-4196.2015.6.17169>]
32. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. 432 с. [Prigozhin I., Stengers I. Order from chaos. M.: Progress, 1986. 432 p.]
33. Раскатова М. И. Принятие управленческих решений на основе совместного применения риск-менеджмента и сбалансированной системы показателей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2019. Т. 13. № 1. С. 154–161. <https://doi.org/10.14529/em190116> [Raskatova M. I. Management decision making on the basis of joint application of risk management and the balanced scorecard // Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2019;13(1):154–161. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/em190116>]
34. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с. [Saati T. Decision-making. Hierarchy analysis method. M.: Radio and communication, 1993. 320 p.]
35. Солнцев В. Н. Геолого-геоморфологический каркас в формировании физико-географической структуры территории // Вестник МГУ. Серия географическая. 1974. № 1. С. 53–62 [Solntsev V.N. Geological and geomorphological framework in the formation of the physical and geographical structure of the territory // Bulletin of Moscow State University. Geographical series. 1974;(1):53–62. (In Russ.)]
36. Тимофеев Д. А. Принципы типизации геоморфологических процессов // Геоморфология. 2004. № 4. С. 16–20 [Timofeyev D. A. Principles of geomorphic processes classification // Geomorfologiya. 2004;(4):16–20. (In Russ.)]
37. Флоренсов Н. А. Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1978. 238 с. [Florensov N. A. Essays on structural geomorphology. M.: Science, 1978. 238 p. (In Russ.)]
38. Хакен Г. Синергетика / Перевод с англ. В. И. Емельянова; Под ред.; (и с предисл.) Ю. Л. Климонтовича, С. М. Осовца. М.: Мир, 1980. 404 с. [Haken G. Synergetics / Translation from the English V.I. Emelyanova; Ed.; (and with foreword.) Yu. L. Klimontovich, S. M. Osovets. M.: Mir, 1980. 404 p.]
39. Чайко А. В., Мистрюков А. А. Классификация экзогенных процессов и проблема их картографирования // Геоморфология, 1992. № 1. С. 25–30 [Chaiko A. V., Mistryukov A. A. Classification of exogenous processes and the problem of their mapping // Geomorfologiya. 1992;(1):25–30. (In Russ.)]
40. Шалаев В. П. Синергетика человека, общества, природы: управленческий аспект / В. П. Шалаев. Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2000. 134 с. ISBN 5-8158-0086-4 [Shalaev V. P. Synergy of man, society, nature: managerial aspect / V. P. Shalaev. Yoshkar-Ola: Periodicals of Mari El, 2000. 134 p. ISBN 5-8158-0086-4. (In Russ.)]
41. Яценко Р. И. Выделение морфолитосистем для эколого-ландшафтного районирования // Геоморфология. 2001. № 4. С. 17–25 [Yatsenko R. I. Identification of morpholithosystems for ecological-landscape zoning // Geomorphology. 2001;(4):17–25. (In Russ.)]
42. Berz G., Kron W., Loster T. R. et al. World map of natural hazards: a global view of the distribution and intensity of significant exposures // Natural Hazards. 2001;23(2–3): 443–465.
43. Bettin G., Zazzaro A. The impact of natural disasters on remittances to low- and middle-income countries // Journal of Development Studies. 2018;54(3):481–500. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2798145>
44. Cavallo E., Galiani S., Noy I., Pantano J. Catastrophic natural disasters and economic growth // Reviews of Economic Statistics. 2013;95(5):1549–1561. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1597507>

45. Dilley M., Chen R. S., Deichmann U. et al. Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis. Washington, DC: World Bank Press, 2005. 148 p.
46. Halkos G., Zisiadou A. Examining the natural environmental hazards over the last century // *Economics of Disasters and Climate Change*. 2019;(3):119–150. <https://doi.org/10.1007/s41885-018-0037-2>
47. Scheip C.M., Wegmann K. W. HazMapper: a global open-source natural hazard mapping application in Google Earth Engine // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2021;(21):1495–1511. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1495-2021>.
48. Steinberg T. *Acts of God: The Unnatural History of Natural Disaster in America*. New York: Oxford University Press, 2006. 336 p.
49. Кузьмин С. Б. Универсальный подход к оценке риска природопользования в районах стихийных бедствий при планировании и организации хозяйственной деятельности. Часть 1 // *Проблемы анализа риска*. 2025. Т. 22. № 2. С. 78–91.— EDN: AZQVYV [Kuzmin S. B. An universal

approach to risk assessment of nature management in areas of natural disasters when planning and organizing of economic activities. Part 1 // *Issues of Risk Analysis*. 2025;22(2): 78–91. (In Russ.).— EDN: AZQVYV]

Сведения об авторе

Кузьмин Сергей Борисович: доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Количество публикаций: 245, в т.ч. монографий — 12

Область научных интересов: география, опасные природные процессы, стихийные бедствия, риск, геоэкология, рациональное природопользование, геополитика

Researcher ID: G-8760-2013

Scopus Author ID: 7005543363

ORCID: 0000-0002-3583-1643

SPIN-код: 8170-8343.

Контактная информация:

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 1

sergey_kuzmin1966@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 13.01.2025

Одобрена после рецензирования: 13.03.2025

Принята к публикации: 17.03.2025

Дата публикации: 30.06.2025

The article was submitted: 13.01.2025

Approved after reviewing: 13.03.2025

Accepted for publication: 17.03.2025

Date of publication: 30.06.2025

УДК 351.862
Научная специальность: 5.2.3
EDN: KKMQSK

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Возможные направления снижения риска информационных угроз для населения Российской Федерации

Горячева Е.В.,

Малышев В.П.*,

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 статье рассмотрены основные информационные угрозы для населения России, исходящие от стран коллективного Запада, а также меры по противодействию им. Целями исследования являлись анализ характера возможных информационных угроз для населения и определение комплекса мер по противодействию этим угрозам. В рамках оценки многообразных форм информационных угроз, основное внимание было уделено их влиянию на морально-психологическое состояние граждан. Учитывая, что в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 11.07.2004 № 868 на МЧС России возложена функция оказания экстренной психологической помощи пострадавшему населению в зонах чрезвычайных ситуаций, предложены возможные направления участия МЧС России в снижении риска информационных угроз и в обеспечении информационно-психологической поддержки населения.

Ключевые слова: возможные риски информационных угроз; способы воздействия на сознание людей; системы информационной безопасности; меры защиты и профилактики.

Для цитирования: Горячева Е.В., Малышев В.П. Возможные направления снижения риска информационных угроз для населения Российской Федерации // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 3. С. 76–89. — EDN: KKMQSK.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Possible Directions for Reducing the Risk of Information Threats to the Population of the Russian Federation

Elena V. Goryacheva,
Vladlen P. Malyshev*,
All-Russian Scientific Research
Institute for Civil Defence
and Emergencies of the
EMERCOM of Russia
(Federal Science and High
Technology Center),
Davydkovskaya str., 7, Moscow,
121352, Russia

Abstract

The article examines the main information threats to the population of Russia, carried out by the countries of the collective West, and measures to counter them. The objectives of the research were to analyze the nature of possible information threats to the population and determine the composition of measures to counter these threats. In assessing the various forms of information threats, the main attention was paid to the information impact on the moral and psychological state of the population. Considering that in accordance with the Decree of the President of the Russian Federation of 11.07.2004 No. 868, the Ministry of Emergency Situations of Russia is entrusted with the function of providing emergency psychological assistance to the affected population in emergency zones, possible areas of participation of the Ministry of Emergency Situations of Russia in reducing the risk of information threats and providing information and psychological support to the population are proposed.

Keywords: possible risks of information threats; methods of influencing people's consciousness; information security systems; protective and preventive measures.

For citation: Goryacheva E.V., Malyshev V.P. Possible directions for reducing the risk of information threats to the population of the Russian Federation // *Issues of Risk Analysis*. 2025;22(3):76–89. (In Russ.). — EDN: KKMQSK.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Основные информационные угрозы для населения России, осуществляемые странами коллективного Запада
2. Меры противодействия информационным угрозам в различных сферах общественной жизни
3. Возможные направления участия МЧС России в противодействии информационным угрозам

Заключение

Список источников

Введение

Стремительные темпы развития компьютеризации и информатизации общества неизбежно приводят к созданию единого мирового информационного пространства, в котором будут аккумулированы все средства сбора, накопления, обработки, хранения и обмена информацией между отдельными людьми, организациями и государствами.

В XXI веке основу мирового информационно-го пространства могут составить национальные информационно-управляющие инфраструктуры развитых государств, таких как США, Китай, страны Западной Европы и Япония. При этом уже сейчас создаются предпосылки значительного роста политического, экономического и военного превосходства развитых индустриальных стран за счет их лидирующей роли в компьютеризации и информатизации.

Это наглядно продемонстрировали такие события, как «цветные революции» на постсоветском пространстве и «арабская весна» на Ближнем Востоке. Посредством Интернета велась активная пропаганда с целью свержения правящих режимов в ряде бывших советских республик и ближневосточных странах. Все революции в бывших советских республиках (Грузии, Украине, Киргизии и Армении) совершались по методичке Шарпа «От диктатуры к демократии». Согласно ей в странах формировалась многочисленная сеть неправительственных организаций, подконтрольных ЦРУ, развертывались радиоэлектронные системы управления и связи, и организовывалась подготовка боевиков, с помощью которых проводились акции по свержению законно избранной власти.

В Указе Президента Российской Федерации от 05.12.2016 № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации» определено следующее понятие: «угроза информационной безопасности Российской Федерации — совокупность действий и факторов, создающих опасность нанесения ущерба национальным интересам в информационной сфере».

1. Основные информационные угрозы для населения России, осуществляемые странами коллективного Запада

Успехи в создании информационно-коммуникационных технологий позволяют высокоразвитым странам Запада вести полномасштабные агрессивные

действия в информационной сфере. Главными направлениями использования современных информационных технологий и средств для нанесения ущерба национальным интересам России являются попытки дезорганизации общественных устоев страны, нарушения функционирования ключевых военных, промышленных, административных объектов, а также информационно-психологическое воздействие на военно-политическое руководство, вооруженные силы и население [1].

Беспрецедентное развитие и распространение информационно-коммуникационных технологий позволяет вести информационные агрессии на принципиально новом уровне и использовать их для кардинального изменения социально-политической обстановки в стране. Как известно, национальная сеть электросвязи является составной частью глобальной информационной инфраструктуры, базирующейся во многом на сети Интернет. Основная часть корневых сегментов сети Интернет находится во владении юридических лиц, подчиняющихся органам власти Западных государств. В случае возникновения политических осложнений эти государства используют свои возможности по управлению корневыми сегментами сети Интернет в качестве средства оказания давления на население Российской Федерации.

В интересах достижения определенных целей, используя свои преимущества в создании информационно-коммуникационных технологий, информационные службы Запада внедряются в радиоэлектронные системы управления и связи, собирают необходимую информацию, предпринимают целенаправленные наступательные действия подрывного или уничтожающего характера и нарушают работу органов государственного и военного управления. Одновременно при помощи средств массовой информации и интернет-ресурсов ведется целенаправленная кампания по дестабилизации общественного сознания в нашей стране. Эта кампания включает в себя провокации на этнической и религиозной почве, распространение дезинформации с целью посеять сомнения, хаос и подорвать доверие к государственным институтам. Кроме того, предпринимаются попытки вербовки уязвимых слоев населения, таких как молодежь и пожилые люди, в террористические организации.

Следует отметить, что подобные тактики использовались странами Запада в середине 1980-х годов

с целью содействия распаду Советского Союза. В частности, после аварии на Чернобыльской АЭС, имевшей серьезные последствия, пропагандистские акции, проводимые западными и некоторыми отечественными СМИ, эффективно демонстрировали неспособность советской власти гарантировать надлежащий уровень безопасности в сфере атомной энергетики. Это, в свою очередь, привело к снижению доверия населения к системе управления страной и поспособствовало развалу Советского Союза.

В информационной сфере выделяются следующие виды угроз: систематическое распространение в СМИ

информационных акций лживого, провокационного характера; проведение психолого-информационных операций; активизация различных видов киберпреступности и кибертерроризма [2]. Эти угрозы отличаются по масштабам, целям и задачам, а также используемым способам, силам и средствам. Основные виды угроз представлены на рис. 1.

Использование этих видов угроз может быть классифицировано по трем основным направлениям воздействия [3]:

- влияние на сознание. Такое направление предполагает воздействие на индивидуальные, групповые



Рис. 1. Основные виды информационных угроз для населения Российской Федерации

Figure 1. Main types of information threats to the population of the Russian Federation

и массовые умонастроения населения с использованием СМИ;

- влияние на системы принятия решений. Это направление предназначено для воздействия на процессы принятия решений в ключевых сферах деятельности: политической, экономической, военной, научно-технической и социальной;

- влияние на информационные системы. Направление включает в себя действия по управлению, блокированию и изъятию обрабатываемой информации из информационных систем.

Основные цели направлений [4]:

- подрыв безопасности государства, общества и личности путем разрушения систем принятия решений на уровне государственного управления;

- нарушение работы финансово-хозяйственной системы, транспорта и связи;

- информационно-психологическое воздействие на население страны, создание атмосферы неуверенности, паники и страха;

- вывод из строя системы управления вооруженными силами страны, иными войсковыми соединениями и формированиями;

- провоцирование социальных, политических, национальных и религиозных столкновений.

В последние годы в США формируется новый особый вид межгосударственного противоборства — стратегическая информационная война, которая в настоящее время ведется против Российской Федерации [4]. США вместе со своими союзниками добились значительных успехов в проведении информационных кампаний, направленных на подрыв общественного согласия и доверия к государственным институтам в некоторых бывших советских республиках и странах Ближнего Востока. В настоящее время западные страны предпринимают попытки привлечь Грузию, Армению и Молдавию к борьбе против России. Предпринимаются попытки повлиять на ключевые группы населения в приоритетных географических регионах России с целью разжигания антигосударственных настроений и провоцирования «цветной революции» для последующего прихода к власти прозападных политиков. Запад активно транслирует всему миру негативный образ России как «тиранического» и «отсталого» государства, стремясь к ее максимальной политической и экономической изоляции.

Наибольшими возможностями для проведения подобных акций располагают информационные службы США и Великобритании. В рамках функционирования специальных правительственных органов они активно занимаются вмешательством во внутренние дела многих стран, применяя способ «мягкой силы». Так в США с 1961 г. функционирует Агентство по международному развитию (United States Agency for International Development, USAID), в котором работают свыше 10 тыс. сотрудников, две трети из которых находятся за рубежом в 130 странах мира [5]. В свете проводимой Россией специальной военной операции, агентство USAID активизировало свою деятельность на Украине. С февраля 2022 г. Конгресс США выделил более 46 млрд долл. для реализации этим агентством 380 проектов на Украине. Эти проекты направлены на пропагандистское воздействие на местное население, а также на дестабилизацию ситуации в Российской Федерации.

В отличие от США, Великобритания в этой области имеет более значительный исторический опыт. Еще в XVIII веке дипломаты Великобритании способствовали убийству руководителя русского посольства в Тегеране А. Грибоедова и императора Павла I в Санкт-Петербурге. В настоящее время дипломаты и сотрудники секретной разведывательной службы Великобритании МІБ, оснащенные самыми современными методиками и соответствующими техническими средствами, способны осуществлять психолого-информационные операции во многих странах мира. Неслучайно трех наиболее активно действующих дипломатов выслали из России в прошлом году.

В. Е. Лепский выделяет следующие основные задачи обеспечения информационно-психологической безопасности дипломатов:

- «...выявление, анализ и оценка источников негативных информационно-психологических воздействий;

- оценка и прогнозирование последствий негативных информационно-психологических воздействий на персонал, отдельных лиц, групп и других социальных образований, вовлеченных реально (потенциально) в дипломатическую деятельность (партнеры, клиенты и др.), а также информацию и информационные потоки, обеспечивающих дипломатическую деятельность;

- разработка нормативно-правовой и методической базы обеспечения информационно-психологической безопасности дипломатической деятельности;

разработка и реализация комплекса мероприятий (системы) предотвращения и нейтрализации негативных информационно-психологических воздействий...» [6].

В своей информационной борьбе с Россией страны Запада в последние десятилетия, помимо собственных специальных служб и СМИ, активно используют как спонсируемые ими силы внутри России (несистемную оппозицию, русофобские СМИ), так и антиросийски настроенные элиты и СМИ некоторых соседних с Россией стран (Польши, Украины, Эстонии, Латвии, Литвы, Грузии). Все это направлено на содействие уничтожению гражданского населения в приграничных с Украиной регионах. С целью блокирования поступления объективной информации о злодеяниях украинских властей организована массовая террористическая охота на активно выступающих политических деятелей и журналистов Российской Федерации.

При оценке возможного ущерба от информационных угроз были рассмотрены факторы, способствующие распаду Советского Союза. Важную роль в этом процессе сыграло активное внедрение в сознание советских граждан искаженных представлений о свободе и демократии, характерных для Запада. Запад, получив превосходство в информационной борьбе, смог добиться ряда ключевых преимуществ [4]:

- распад Советского Союза на 15 независимых государств, на территории которых периодически возникают военные или социальные конфликты;
- ослабление главного военного противника за счет одностороннего разоружения;
- уступки по всем внешнеполитическим вопросам;
- выход на огромный, беззащитный постсоветский рынок;
- приток квалифицированных и образованных мигрантов;
- бесплатный доступ к природным ресурсам республик бывшего СССР.

В настоящее время информация занимает ключевое место в функционировании структур государственной власти, национальной безопасности и общественных институтов. Широкое применение информационных технологий открывает возможности для воздействия на различные сферы общественной жизни, что обуславливает необходимость проведения системных исследований для выработки эффективных мер противодействия этим угрозам.

2. Меры противодействия информационным угрозам в различных сферах общественной жизни

Меры противодействия информационным угрозам включают несколько направлений деятельности, позволяющих достичь необходимого уровня защиты от угроз противника [7].

Первым направлением является совершенствование законодательной базы по вопросам регулирования информационно-коммуникационной деятельности с целью эффективного противодействия современным информационным угрозам в различных сферах общественной жизни. Существующие правовые документы в области информационной безопасности, такие как Указы Президента, федеральные законы, Гражданский кодекс РФ, не в полной мере решают эту задачу¹.

Второе направление включает две составляющие: проведение мероприятий по противодействию информационным угрозам и по защите отечественных информационных коммуникаций от воздействия противника. Мероприятия информационного противодействия включают формирование сети технико-коммуникационных систем мониторинга, которые с помощью технического контроля систем связи выявляют и блокируют дезинформацию на всех этапах информационных действий противника, включая физическое уничтожение носителей информации. Мероприятия по второй составляющей обеспечивают защиту информации, средств ее хранения, обработки, передачи и автоматизации этих процессов от воздействий информационных служб противника. Успешной реализации этого направления препятствует технологическое отставание России в создании комплектующих изделий и программных средств для информационно-коммуникационных систем [8]. Для обеспечения суверенитета России в этой сфере деятельности необходимо наращивать информационные

¹ Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»; Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»; Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»; Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 №230-ФЗ (глава 70 «Авторское право»); Федеральный закон от 21.09.1993 № 182 «О государственной тайне».

возможности в рамках принятых Правительством Российской Федерации решений по созданию ответственных информационных систем.

Третье направление должно заключаться в том, что государственные органы и институты гражданского общества должны сосредоточить свои усилия на мероприятиях, направленных на повышение уровня защищенности населения от информационно-психологического воздействия. К таким мерам относятся:

- противодействие распространению информации лживого и провокационного характера;
- культурно-образовательная сфера;
- создание условий для этно-социальной толерантности;
- формирование социально значимых ценностей в обществе;

- организация индивидуальной работы с лицами, попавшими под влияние вражеской пропаганды и проявляющими склонность к экстремистским действиям.

Предлагаемый порядок организации мер по противодействию информационным угрозам приведен на рис. 2.

Одним из наиболее острых и опасных вызовов с точки зрения стратегической безопасности является возможное применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в том числе сети Интернет, в целях, противоречащих задачам обеспечения национальной стабильности и безопасности. Важнейшей угрозой в этой сфере видится возможность враждебного использования ИКТ против критически важной инфраструктуры. Нельзя допустить, чтобы сфера ИКТ превратилась в новую площадку межгосударственного противоборства.

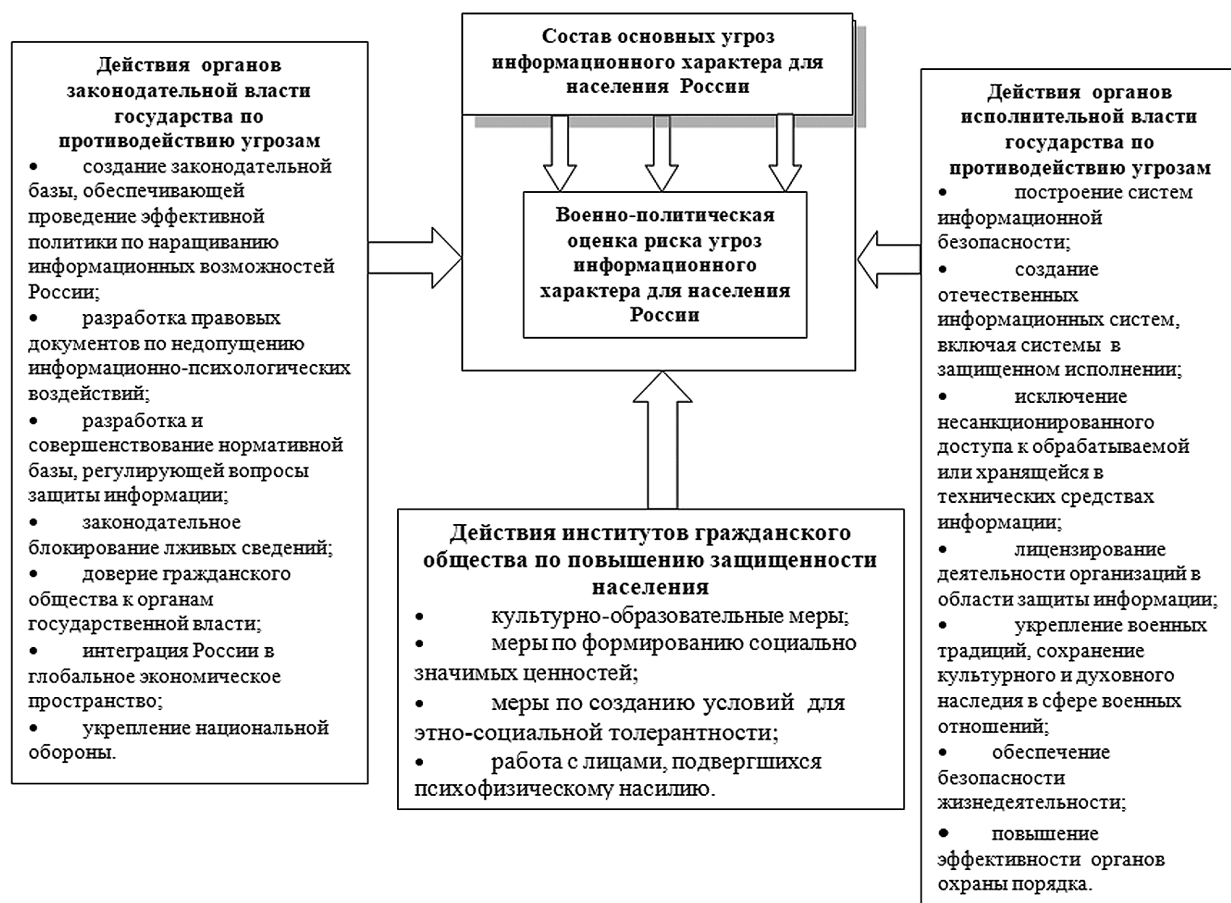


Рис. 2. Предлагаемый порядок организации мер по противодействию информационным угрозам

Figure 2. Proposed procedure for organizing measures to counter information threats

В качестве примера можно привести политику Китайской народной республики (КНР) в области Интернета, которая уже служит образцом для других государств [9]. Система контроля и регулирования интернет пространства в КНР создавалась еще в 1990-х гг. Министерство общественной безопасности КНР, действуя под эгидой информационного бюро Госсовета КНР, регулярно организовывало поездки специалистов в Сингапур и Гонконг для изучения передового опыта контроля сети Интернет, перехвата электронной почты, обеспечения безопасности компьютерных сетей и регулирования распространяемой информации (табл. 1) [10].

Наличие всеобъемлющего контроля за информацией, размещаемой в Интернете или передаваемой с помощью мобильных телефонов, также способствует самоцензуре со стороны пользователей, которые вынуждены отказываться от передачи политически острой информации. В целом же, как отмечают эксперты, созданная в Китае беспрецедентная система контроля над действиями интернет-пользователей

успешно введена в действие. На данный момент Пекину официально удастся контролировать содержание масштабного китайского сегмента глобальной сети, придерживаясь открытой модели развития.

Для построения систем информационной безопасности необходимы средства защиты программного технического уровня, представляющие собой:

- межсетевые экраны, обеспечивающие ограничение доступа в информационную сеть;
- средства идентификации, позволяющие отсеивать «чужаков» и точно определять источник поступления информации;
- средства мониторинга сети на всех уровнях, позволяющие выявлять подозрительную активность и осуществлять оперативное реагирование на действия злоумышленников.

Желательно также экранировать как оборудование, так и помещение, в котором оно находится, а в качестве каналов связи по возможности использовать волоконно-оптические линии.

Таблица 1. Основные органы контроля и регулирования Интернет-пространства в Китае [10]

Table 1. Main control and regulation bodies of the Internet space in China

Контролирующий орган	Выполняемые функции	Особенности деятельности
Бюро информации и общественного мнения при общественном отделении Коммунистической партии Китая (далее – КПК)	Анализ информации по важным темам и представление ее в Центральный комитет (далее – ЦК КПК)	Проведение опросов общественного мнения в Интернете, их еженедельного анализа и обсуждения. Итоги опросов направляются руководству общественного отделения, Министру общественной безопасности и всем членам Политбюро ЦК КПК
Центр изучения общественного мнения при информационной службе Государственного совета КНР	Надзор и регулирование информации в Интернете; мониторинг общественного мнения	Проведение Интернет-мониторинга и анализа информационных Интернет-услуг
Бюро Государственного совета КНР по контролю за информацией	Анализ информации, размещенной в социальных сетях, блогах и форумах, Интернет-сайтах	Наблюдение и контроль за содержанием Интернет-новостей
Административное бюро Интернет-пропаганды	Надзор и регулирование информации в Интернете	Контроль за применением регулирующих требований к публикуемым новостям в Интернете, которые применяются ко всем СМИ
Государственное управление по кинематографии, радио и телевидению	Контроль аудиовизуального содержания сайтов китайского сегмента Интернета	Все сервисы по обмену видеофайлами, согласно распоряжению управления, должны принадлежать государству
Главное управление прессы и печатных изданий	Регулирование деятельности Интернет-СМИ	Создание групп Интернет-рецензентов, которые осуществляют оценку новостей и цензуру в Интернете и готовят отчеты для КПК
Отделения Государственного ведомства Интернет-пропаганды	Регулирование деятельности Интернет-СМИ на региональном уровне	Определение подцензурных тем
Государственная канцелярия Интернет-информации КНР	Блокировка сайтов, распространяющих нежелательные для властей сведения; административное лицензирование бизнес-проектов, связанных с Интернетом; контроль за развитием игровой индустрии в Интернете	Первая в стране организация, которая осуществляет цензурный и надзорный контроли

Недавно израильские спецслужбы использовали новый способ массового терроризма: закладку взрывчатых веществ в мобильные телефоны и подрыв их с помощью информационных технологий. Для борьбы со способами кибертерроризма, основанного на использовании вражеских закладок в импортной бытовой технике, целесообразно усилить таможенный контроль с привлечением представителей специальных служб для оценки опасности, поступающей в Российскую Федерацию бытовых устройств.

В информационно-психологической борьбе главными объектами защиты являются психика личного состава силовых структур и населения крупных городов, которые могут принять участие в масштабных несанкционированных акциях, а также системы формирования общественного мнения и принятия решений. Такая борьба ведется методами и средствами информационно-психологического воздействия на сознание населения. Целенаправленные и многократно повторяемые в информационных сетях искаженные сведения или провокационные послылы, могут вызвать неадекватную реакцию у значительной части населения. Наблюдаемый в настоящее время рост протестного движения в Сербии служит ярким примером подобного явления.

Как и всякое другое оружие, используемое в реальном мире, средства информационно-психологического воздействия постоянно модифицируются в зависимости от изменяющихся условий и применяемых средств защиты.

В связи с этим представляется целесообразным, наряду с использованием эффективных методов контроля сети Интернет, перехвата электронной почты и обеспечения безопасности компьютерных сетей по опыту КНР, предусмотреть разработку перспективных форм и методов противодействия ложной информации и негативной пропаганде.

В то же время блокирование вражеской информации не должно влиять на функционирование отечественных информационных систем [11]. На основе отечественных разработок в оборонной области должны быть разработаны технологии, надежно определяющие свою и чужую информацию. По мнению ряда экспертов, наиболее уязвимыми точками инфраструктуры России являются энергетика, телекоммуникации, авиационные диспетчерские системы, финансовые электронные системы, правительственные

информационные системы, а также автоматизированные системы управления войсками и оружием. Например, в атомной энергетике изменение информации или блокирование информационных центров может повлечь за собой ядерную катастрофу или прекращение подачи электроэнергии в города и критически важные объекты. Искажение информации или блокирование работы информационных систем в финансовой сфере может привести к кризису, а выход из строя электронно-вычислительных систем управления войсками и оружием приведет к непредсказуемым последствиям.

Информационно-разъяснительные меры профилактики информационных угроз могут включать [12]:

- работу по разъяснению сущности и опасности психолого-информационного воздействия;
- информирование населения по вопросам противодействия и профилактики терроризма;
- воспитание у населения устойчивости к психофизиологическому воздействию;
- преодоление негативных установок населения в области межэтнического общения;
- формирование у граждан законопослушного поведения и внутренней потребности неприятия идеологии экстремизма, потребности активного противодействия проявлениям экстремизма.

Особую угрозу представляют протестные акции против существующего строя и высших руководителей страны. Информационными технологиями подготовки таких акций прекрасно владеют специальные службы стран Запада. При оценке угроз любых протестных акций, которые обычно проходят в крупных городах, целесообразно учитывать два основных показателя:

- частоту возникновения;
- количество участников.

Для анализа опасности этих угроз предлагается следующий подход к ранжированию территории городов по уровню реагирования на возникшие протестные акции, основанный на использовании матрицы, в которой оценка проводится на основе анализа величин вышеприведенных показателей (см. табл. 2).

Величины, приведенных в табл. 2 показателей, носят ориентировочный характер и могут быть уточнены в зависимости от степени опасности протестных акций и численности населения, проживающего в городе.

Таблица 2. Матрица ранжирования городов по уровню реагирования на возникшие протестные акции

Table 2. Ranking matrix of cities by the level of response to the protests that have arisen

Частота возникновения протестных акций за месяц	Степени участия людей в протестных акциях			
	1 степень (до 100 чел.)	2 степень (до 300 чел.)	3 степень (до 1000 чел.)	4 степень (свыше 1000 чел.)
От 1 и выше	Территория	Территория	требуемая	срочных мер реагирования
от 1 до 0,3		повышенного		
менее 0,3 до 0,1	Территория	приемлемого	внимания	к людским протестам
менее 0,1 до 0,01			риска	
менее 0,01				

3. Возможные направления участия МЧС России в противодействии информационным угрозам

В соответствии с Положением о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 11.07.2004 № 868, а так же федеральными законами от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне», от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» МЧС России является федеральным органом исполнительной власти, который осуществляет управление, координацию, контроль и реагирование в области гражданской обороны, защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах. Следовательно, эти области являются основными направлениями государственной деятельности МЧС России в сфере обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. При возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС), пожаров или применении боевых средств поражения одной из главных задач по защите населения является своевременное информирование граждан об опасности поражения [13].

В условиях роста информационных угроз возникает необходимость пересмотра подходов к дальнейшему развитию систем информирования и оповещения. Повышение надежности информирования населения с помощью систем централизованного оповещения может быть достигнуто за счет обеспечения современными средствами защиты от несанкционированного

проникновения в каналы сбора и передачи данных оперативной обстановки в зоне ЧС [2].

Повышение оперативности систем оповещения и информирования населения об угрозе возникновения или факте возникновения ЧС может быть достигнуто путем автоматизации процессов оповещения и минимизации влияния человеческого фактора на их передачу. При выполнении других задач по защите населения и территорий необходимо предусматривать меры защиты от возможных информационных угроз. Некоторые из возможных мероприятий обеспечения информационной безопасности применительно к системе МЧС России приведены в табл. 3.

Кроме вышеприведенных направлений деятельности, в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 11.07.2004 № 868 на МЧС России возложена функция по оказанию экстренной психологической помощи пострадавшим в зонах ЧС и при пожарах гражданам. Для выполнения этой функции в 1999 г. создан Центр экстренной психологической помощи МЧС России (ЦЭПП МЧС России).

ЦЭПП МЧС России — организация системы МЧС России, оказывающая экстренную психологическую помощь населению, пострадавшему при ЧС, и обеспечивающая психологическое сопровождение личного состава МЧС России. В настоящее время на территории Российской Федерации открыто восемь филиалов ЦЭПП МЧС России, расположенных в административных центрах федеральных округов и в городе федерального значения — Севастополь. Специалисты центра оказывают психологическую помощь населению в круглосуточном режиме по телефону доверия и онлайн-помощь на официальном сайте организации [13].

Таблица. 3. Мероприятия обеспечения информационной безопасности применительно к системе МЧС России [2]*Table 3. Information security measures applicable to the EMERCOM of Russia system [2]*

Информационные угрозы и объекты воздействия	Основные мероприятия обеспечения информационной безопасности
Негативное информационное воздействие на мировое общественное мнение с целью дискредитации основ политики России в области защиты населения и территорий в ЧС	Систематическое выявление угроз и их источников, структуризация целей обеспечения информационной безопасности в сфере ГО и определение соответствующих практических задач. Снижение эффективности информационного воздействия противника
Информационное воздействие деструктивного характера на массовое сознание и морально-психологическое состояние населения и личного состава формирований ГО, их психологическую готовность к выполнению мероприятий по ГО и защите от ЧС	Формирование и поддержание традиционных мировоззренческих основ, целей, ценностей, национальных интересов России в информационном пространстве (глобальном, региональном, национальном), а также противодействие попыткам манипулирования восприятием информации населением со стороны деструктивных сил, противодействие внедрению целей, мотивов и смыслов деятельности, чуждым национальным интересам государства
Психологическое воздействие на население и личный состав формирований ГО и РСЧС в условиях ЧС	Совершенствование подходов в области обеспечения информационно-психологической безопасности населения и личного состава формирований ГО и РСЧС. Формирование психологической готовности и повышение психологической устойчивости населения и личного состава формирований ГО и РСЧС к действиям в условиях ЧС.
Несанкционированный доступ к системе сбора, обработки и передачи оперативной информации в зоне ЧС	Совершенствование средств защиты информации от несанкционированного доступа, развитие защищенных систем связи и управления, повышение надежности специального программного обеспечения. Оптимизация структуры функциональных органов системы обеспечения информационной безопасности в сфере ГО и координация их взаимодействия
Несанкционированный доступ к системам принятия решений по оперативным действиям (реакциям), связанным с развитием ЧС и ходом ликвидации их последствий	Повышение надежности систем обработки и передачи информации, обеспечивающих деятельность федеральных органов исполнительной власти. Хакерские атаки на управленческие программно-аппаратные комплексы. Проведение сертификации общего и специального программного обеспечения, пакетов прикладных программ и средств защиты информации в существующих и создаваемых автоматизированных системах управления связи

Структуру психологической службы МЧС России составляют Управление медико-психологического обеспечения, ЦЭПП МЧС России и его филиалы, а также специалисты психологической службы территориальных органов и учреждений МЧС России.

В соответствии с Приказом МЧС России от 20.09.2011 № 525 «Об утверждении Порядка оказания экстренной психологической помощи пострадавшему населению в зонах чрезвычайных ситуаций и при пожарах» задачами специалистов психологической службы при оказании экстренной психологической помощи пострадавшим в условиях ЧС являются:

- создание психологической обстановки, обеспечивающей оптимальные условия для проведения АСДНР;
- снижение интенсивности острых реакций на стресс у пострадавших, а также у родственников и близких погибших и пострадавших, оптимизация их актуального психического состояния;
- снижение риска возникновения массовых негативных реакций;
- профилактика возникновения у пострадавших, а также у родственников и близких погибших

и пострадавших отдаленных психических последствий в результате воздействия травмирующего события;

- внесение предложений заинтересованным органам по планированию и организации мероприятий с участием пострадавших, а также родственников и близких погибших и пострадавших в ЧС, с учетом социально-психологических рисков.

В условиях гуманитарного реагирования при ведении военных конфликтов МЧС России осуществляет необходимые меры жизнеобеспечения населения, включая меры по психологической поддержке пострадавших [14].

Информационно-психологическая поддержка населению в условиях ЧС должна быть направлена на:

- стабилизацию морально-психологического состояния;
- своевременное и качественное информирование населения о развитии ЧС, способах защиты и возможностях получения необходимой медицинской, психологической, социальной, гуманитарной, волонтерской и других видов помощи;



Рис. 3. Предлагаемые направления возможного участия МЧС России в противодействии информационным угрозам

Figure 3. Proposed directions of possible participation of EMERCOM of Russia in countering information threats

- предотвращение развития массовых негативных поведенческих, психоэмоциональных и панических реакций;
- повышение общей психологической грамотности, готовности и устойчивости населения в условиях ЧС.

Предлагаемые направления возможного участия МЧС России в противодействии информационным угрозам приведены на рис. 3.

Организация деятельности по предлагаемым направлениям участия МЧС России в противодействии информационным угрозам требует скоординированной работы с другими органами государственной власти, а также с общественными организациями и объединениями, в целях обеспечения информационной безопасности страны.

Заключение

Новые вызовы и угрозы информационного характера по своим масштабам могут быть сопоставимы с угрозами военного характера. Незавершенность формирования комплексной системы обеспечения информационной безопасности в России, а также законодательной базы в сфере информационно-компьютерных преступлений, а массовое использование зарубежных комплектующих изделий и программных средств обуславливает высокий уровень уязвимости России в этой области [15, 16].

В целях противодействия информационным угрозам целесообразно:

- планировать разработку правовых документов, обеспечивающих эффективное противодействие современным информационным угрозам в различных сферах общественной жизни;
- усилить контроль за распространением ложной информации провокационного характера;
- организовать широкую информационно-образовательную кампанию по разъяснению опасности психолого-информационного воздействия на человека;
- обеспечить устойчивость функционирования отечественных информационно-коммуникационных ресурсов и систем государственного управления, в случае воздействия существующих и перспективных средств информационной борьбы.

В современных реалиях внимание и поддержка со стороны общества оказывают соответствующее влияние на эффективное развитие МЧС России в вопросах защиты населения от информационных угроз. Поэтому необходимо проводить более активную работу с участием добровольческого и волонтерского движений по формированию комплекса мер, направленных на организацию профилактических мероприятий по защите населения от негативного информационно-психологического воздействия в СМИ, на Интернет-ресурсах и социальных медиа. Необходимо раскрывать социальные и гуманные функции помощи населению

в различных кризисных ситуациях. Особо следует подчеркнуть социальную значимость культуры когнитивной безопасности в части пропаганды и формирования у населения психологической устойчивости в условиях возникновения угроз информационного характера.

Список источников [References]

1. XXI век — вызовы и угрозы / В. А. Акимов, В. А. Владимиров, В. П. Малышев [и др.]; Под общей редакцией В. А. Владимирова. М.: Ин-октаво, 2005. 304 с. ISBN 5-98738-026-X.— EDN UCTFSF [XXI century — challenges and threats / V. A. Akimov, V. A. Vladimirov, V. P. Malyshev [et al.]; ed. by V. A. Vladimirov. M.: In-octavo, 2005. 304 p. ISBN 5-98738-026-X.— EDN UCTFSF. (In Russ.)]
2. Фалеев М. И., Черных Г. С. Угрозы национальной безопасности государства в информационной сфере и задачи МЧС России в этой области деятельности // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2014. Т. 4. № 1(6). С. 21–34.— EDN SCHGGZ [Faleev M. I., Chernykh G. S. Threats to the national security of the state in the information sphere and the tasks of the EMERCOM of Russia in this area of activity // Civil Protection Strategy: Problems and Research. 2014;4(1):21–34.— EDN SCHGGZ. (In Russ.)]
3. Вострецова Е. В. Основы информационной безопасности: учебное пособие / Е. В. Вострецова. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2019. 204 с. ISBN 978-5-7996-2677-8.— EDN TBHRSS [Vostretsova E. V. Fundamentals of information security: a textbook / E. V. Vostretsova. Yekaterinburg: Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin. 2019. 204 p. ISBN 978-5-7996-2677-8.— EDN TBHRSS. (In Russ.)]
4. Панарин И. Н. Информационная война и Россия / И. Н. Панарин. Москва: Мир безопасности, 2000. 159 с. ISBN 5-89258-026-1 [Panarin I. N. Information War and Russia / I. N. Panarin. Moscow: World of Security, 2000. 159 p. ISBN 5-89258-026-1. (In Russ.)]
5. Тулин С. Н. Вооруженные силы США: сценарии глобальных ударов неядерными средствами // Зарубежное военное обозрение. 2015. № 3. С. 3–10 [Tulin S. N. U.S. armed forces: scenarios for global non-nuclear strikes // Foreign Military Review. 2015;(3):3–10. (In Russ.)]
6. Лепский В. Е. Информационно-психологическая безопасность субъектов дипломатической деятельности / Дипломатический ежегодник-2002. Сборник статей. Колл. авторов. М.: Научная книга. 2003. С. 233–248 [Lepsky V. E. Information and psychological security of subjects of diplomatic activities / Diplomatic Yearbook-2002. Collection of articles. Call. authors. M.: Scientific book. 2003. P. 233–248. (In Russ.)]
7. Бартош А. А. Вопросы теории гибридной войны. М.: Горячая линия — Телеком, 2023. 324 с. [Bartosz A. A. Hybrid warfare theory questions. M.: Hot line — Telecom. 2003. 324 p. (In Russ.)]
8. Мишин Е. Т. Современные средства и системы обеспечения информационного противодействия. М., 2018. [Mishin E. T. Modern means and systems for ensuring information counteraction. M., 2018. (In Russ.)]
9. Чернобай А. И. Противодействие распространению негативной информации в сети Интернет: опыт Китая // Идеологические аспекты военной безопасности. 2016. № 3. С. 44–48 [Chernobay A. I. Countering the spread of negative information on the Internet: the experience of China // Ideological Aspects of Military Security. 2016;(3): 44–48. (In Russ.)]
10. Киселев А. А. «Великая китайская спина»: система государственной интернет-цензуры в Китае // Вестник Пермского университета. Серии: История и Политология. 2009. № 3(7 Политология — 10 История). С. 40–46.— EDN LANHFN [Kiselev A. A. «The Great Chinese Back»: a system of state Internet censorship in China // Bulletin of Perm University. Series: History and Political Science. 2009. № . 3 (7 Political Science — 10 History). P. 40–46. EDN LANHFN. (In Russ.)]
11. Войны XXI века: теоретический труд. М.: Военная академия Генерального штаба ВС РФ, 2000. [Wars of the XXI century: theoretical work. M.: Military Academy of the General Staff of the RF Armed Forces, 2000. (In Russ.)]
12. Крысько В. Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт) / Под общ. ред. А. Е. Тараса. Минск: Харвест, 1999. 448 с. [Krysko V. G. Secrets of psychological war (goals, objectives, methods, forms, experience) / ed. By A. E. Taras. Minsk: Harvest, 1999. 448 p. (In Russ.)]
13. Арефьева Е. В., Бабусенко М. С. Проблемы защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях в условиях современных вызовов и угроз: Справочное пособие / Е. В. Арефьева, М. С. Бабусенко, Е. М. Барышев [и др.]; Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России; Под общей редакцией И. В. Сосунова. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской

обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2017. 452 с. ISBN 978-5-93970-215-7. — EDN OSQAFV [Arefieva E. V., Babusenko M. S. Problems of protecting the population and territories in emergency situations in the context of modern challenges and threats: Reference manual / E. V. Arefieva, M. S. Babusenko, E. M. Baryshev [et al.]; All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia; ed. by I. V. Sosunova. Moscow: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2017. 452 p. ISBN 978-5-93970-215-7. — EDN OSQAFV (In Russ.)]

14. Фалеев М. И., Мингалеев С. Г. Гражданская оборона России в системе международного гуманитарного реагирования в Исламской республике Афганистан, Южной Осетии, Сирии. М.: ЦСИ ГЗ МЧС России, 2018. [Faleev M. I., Mingaleev S. G. Civil defense of Russia in the system of international humanitarian response in the Islamic Republic of Afghanistan, South Ossetia, Syria. M. PKU TsSI GZ, EMERCOM of Russia. 2018. (In Russ.)]
15. Серeda И. М., Ступина С. А. К вопросу об уголовно-правовых средствах противодействия информационно-психологическому воздействию // Евразийский юридический журнал. 2023. № 2(177). С. 272–274. — EDN JNMNZD [Sereda I. M., Stupina S. A. On the issue of criminal legal means of countering information and psychological influence // Eurasian Law Journal. 2023;(2):272–274. — EDN JNMNZD. (In Russ.)]
16. Зарипов Р. И. Вербальные и невербальные приемы в технологии информационно-психологического воздействия // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2023. № 3(871). С. 46–54. https://doi.org/10.52070/2542-2197_2023_3_871_46. — EDN KTREDV [Zaripov R. I. Verbal and nonverbal techniques in information-psychological impact technology

// Vestnik of Moscow State Linguistic University. Humanities. 2023;(3):46–54. (In Russ.). https://doi.org/10.52070/2542-2197_2023_3_871_46. — EDN KTREDV]

Сведения об авторах

Горячева Елена Викторовна: кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник 21 научно-исследовательского отдела «Информационно-аналитического обеспечения гражданской обороны» 2 научно-исследовательского центра «Развития гражданской обороны» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Количество публикаций: более 40

Область научных интересов: проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

ORCID: 0000-0003-0354-9640

ScopusID: 57216205563

ResearcherID: HMO-9541-2023

SPIN-код: 8403-7379

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7
goryacheva@vniigochs.ru

Малышев Владлен Платонович: доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник 2 научно-исследовательского центра «Развития гражданской обороны» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Количество публикаций: более 316

Область научных интересов: проблемы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях

SPIN-код: 2163-3798

Контактная информация:

Адрес: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7
Vlad1936.malyshev@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 17.03.2025

Одобрена после рецензирования: 09.04.2025

Принята к публикации: 07.05.2025

Дата публикации: 30.06.2025

The article was submitted: 17.03.2025

Approved after reviewing: 09.04.2025

Accepted for publication: 07.05.2025

Date of publication: 30.06.2025

УДК 332.1
Научная специальность: 5.2.6
EDN: OQODMS

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Оценка коммерциализуемости инновационной технологии как подход к проактивному управлению рисками

Шемякина Т.Ю.*,

Ротин И.В.,

Государственный университет
управления,
109542, Россия, г. Москва,
Рязанский проспект, д. 99

Аннотация

Актуальность рассматриваемой в исследовании проблемы заключается в возросшей потребности получения инноваций от отечественных разработок. Данная ситуация сказалась на инновационной активности, увеличивая потребность в импортозамещении и обеспечении технологической независимости. Однако ограниченность финансовых ресурсов создает две проблемы: во-первых, сложность выбора и оценки возможности реализации и успешности инновационной технологии, и во-вторых, наличие высоких рисков инвестирования в инновационные проекты. Для решения первой проблемы в процессе анализа существующих методик оценки коммерциализуемости инноваций установлено, что их применение в большей степени возможно при выборе наиболее прибыльных инновационных проектов для инвестирования, но эффективным инструментом для оценки и управления рисками они служить не могут. Определены этапы предложенной методики оценки коммерческого потенциала инновационного проекта АСРП: сбор информации об инновационном проекте, проведение экспертизы потенциала коммерциализуемости инновационного проекта, составление отчета о коммерческом потенциале инновации. В качестве метода оценки экспертных данных принят метод балльной оценки проекта по десяти разделам: глубина проработки инновации, интеллектуальная собственность, рынок инновации, конкуренция, финансовые показатели, инвестиции, потребители и стейкхолдеры, команда проекта, условия производства инновации, внешние факторы, — и в каждый из разделов включено 45 критериев. Предложен расчет интегрального показателя коммерческого потенциала инновации, на базе которого инновационный проект относится к одной из предложенных категорий — рискованный, эффективный, прибыльный. Поскольку коммерческий риск разрабатываемой инновации выражается в недостижении технических и научных параметров разработки и, как результат этого, неполучение коммерческой выгоды, предложено управление этим риском на основе каскадной модели, что позволяет отслеживать факторы рискованной ситуации, факторы последствий и факторы воздействий, что повышает эффективность мероприятий программы управления.

Ключевые слова: коммерческий потенциал инновационной технологии; критерии оценки; интегральный показатель; проактивное управление; каскадная модель коммерческого риска.

Для цитирования: Шемякина Т.Ю., Ротин И.В. Оценка коммерциализуемости инновационной технологии как подход к проактивному управлению рисками // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 3. С. 90–99. — EDN: OQODMS.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Assessing the Commercialization of Innovative Technology as an Approach to Proactive Risk Management

Tatyana Yu. Shemyakina*,

Ivan V. Rotin,

State University of Management,
Ryazanskiy pr., 99, Moscow,
109542, Russia

Abstract

The urgency of the problem considered in the study lies in the increased need to obtain innovations from domestic developments. This situation affected innovation activity, increasing the need for import substitution and ensuring technological independence. However, limited financial resources create two problems, firstly, the difficulty of choosing and assessing the feasibility and success of innovative technology and, secondly, the presence of high risks of investing in innovative projects. To solve the first problem, in the process of analyzing existing methods for assessing the commercialization of innovations, it was found that their application is more possible when choosing the most profitable innovative projects for investment, but they cannot serve as an effective tool for assessing and managing risks. The stages of the proposed methodology for assessing the commercial potential of the ACPI innovation project were determined: collecting information about the innovation project, conducting an examination of the commercialization potential of the innovation project, and compiling a report on the commercial potential of the innovation. As a method for assessing expert data, the method of scoring a project in ten sections was adopted: depth of innovation development, intellectual property, innovation market, competition, financial indicators, investments, consumers and stakeholders, project team, conditions for producing innovation, external factors, and 45 criteria were included in each section. An integral indicator of the commercial potential of innovation is proposed, on the basis of which the innovative project belongs to one of the proposed categories – risky, effective, profitable. Since the commercial risk of the developed innovation is expressed in the failure to achieve technical and scientific parameters of development and as a result of this not obtaining commercial benefits, it is proposed to manage this risk on the basis of a cascade model, which allows tracking risk situation factors, consequence factors and impact factors, which increases the effectiveness of the management program activities.

Keywords: commercial potential of innovative technology; evaluation criteria; integral indicator; proactive management; cascade model of commercial risk.

For citation: Shemyakina T.Yu., Rotin I.V. Assessing the commercialization of innovative technology as an approach to proactive risk management // *Issues of Risk Analysis*. 2025;22(3):90–99. (In Russ.). — EDN: OQODMS.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Оценка коммерческого потенциала инновационного проекта

2. Проактивное управление коммерческим риском инновационного проекта

Заключение

Список источников

Введение

Актуальность применения инновационных технологий подтверждается стратегией развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г. В соответствии со стратегией развития, главной задачей строительной отрасли является «внедрение инновационных, энергоэффективных и экологических технологий, в том числе развитие технологий модульного строительства, внедрение аддитивных технологий в строительстве и технологий «умный дом», расширение области применения нетрадиционных строительных конструкций из дерева и стали, развитие деревянного домостроения».

Инновационная стратегия в строительной сфере должна фокусироваться на применении цифровых решений в бизнес-процессах. Вместе с тем, наличие высокой потребности строительной отрасли РФ в продвижении инноваций сопровождается предпоследним местом в рейтинге ВШЭ по уровню цифровизации отраслей, высокой затратоемкостью и низкой инвестиционной отдачей.

Следует отметить, что последние три года охарактеризовались значительным санкционным давлением со стороны иностранных государств, которое проявилось в блокировке в России финансовых систем, ограничении российского импорта, запрете европейским и американским компаниям поставлять высокотехнологичные товары, прекращении большим количеством иностранных компаний своей деятельности и сворачивании производственных мощностей на территории России. Эти обстоятельства сказались на инновационной активности, увеличивая потребность в импортозамещении и обеспечении технологической независимости. Для этих целей развернуто строительство промышленных и инновационных кластеров, учреждены гранты в сфере инновационных технологий, проводятся конкурсы, направленные на аккумуляцию технологичных идей, в вузах и ссузах увеличено количество бюджетных мест на технические специальности. В результате сформировалась значительная база инновационных проектов. Однако ограниченность финансовых ресурсов создает две проблемы. Во-первых, сложность выбора и оценки возможности реализации и успешности инновационной технологии, а во-вторых, наличие высоких рисков инвестирования в инновационные проекты.

Для решения первой проблемы возможно применение некоторых методик оценки коммерциализуемости инноваций. Среди прочих применяются следующие методики оценки коммерческого потенциала инновационных проектов:

1) SWOT-анализ (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) — процесс изучения четырех видов факторов проекта, в том числе внутренних сильных и слабых сторон и внешних угроз и возможностей, связанных с ним [1].

2) Методика LIFT (Linking Innovation, Finance and Technology) дает возможность проведения «технологического аудита». Оценка осуществляется по 10 индикаторам привлекательности и 20 индикаторам риска проекта. Каждому индикатору присваивается балл по шкале от 1 до 5. При этом, если индикатор риска 1 или 2, то из суммы по индикаторам привлекательности вычитается 3 или 1 балл соответственно. Если индикатор риска 3 балла и выше, то сумма по индикаторам привлекательности остается неизменной [2].

3) Методология оценки перспектив коммерциализации TAME (Technology And Market Evaluation). Методика анализирует проект по пяти параметрам, в каждый из которых входит определенное количество вопросов [3]. Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной шкале. Методика делает акцент на подробной оценке рынков сбыта инновационной продукции.

Проведя анализ представленных методик оценки коммерциализуемости инновации, можно сделать вывод о том, что применение их в большей степени возможно при выборе наиболее прибыльных инновационных проектов для инвестирования, но эффективным инструментом для оценки и управления рисками они служить не могут. Поэтому авторами разработана методика оценки коммерческого потенциала инновационного проекта для проактивного управления коммерческими рисками инновационной технологии.

1. Оценка коммерческого потенциала инновационного проекта

Методика оценки коммерческого потенциала инновационного проекта ACPI (assessment of the commercial potential of innovation — оценка коммерческого потенциала инновации) разработана на основе проведенного анализа существующих методических подходов для определения степени успешности инновационной

технологии как инструмента коммерциализации и, как следствие, возможности инновационного проекта приносить прибыль, быть конкурентноспособным и востребованным на рынке. Методика базируется на традиционных направлениях проведения анализа инновационного проекта на предмет наличия позитивных и негативных характеристик, внутренних и внешних рисков, возможностей проекта [4]. Методика разрабатывалась для оценки преимущественно инновационных проектов в строительной отрасли, но в силу универсальности показателей, которые используются для анализа потенциала коммерциализуемости, может быть использована для оценки инноваций практически в любой отрасли.

Процесс оценки состоит из трех этапов:

- 1) Сбор информации об инновационном проекте.
- 2) Проведение экспертизы потенциала коммерциализуемости инновационного проекта.
- 3) Составление отчета о коммерческом потенциале инновации.

На первом этапе разработчикам инноваций целесообразно провести оценку инновационного проекта силами консалтинговой компании, предоставив для этой цели документы о проекте, в частности: бизнес-план; финансовую модель; маркетинговую стратегию; дорожную карту; организационный и производственный планы; стратегию развития; патенты на объекты интеллектуальной собственности, используемые в инновационном проекте; резюме команды проекта с указанием компетенций, связанных с проектом и о наличии опыта реализации подобных проектов; договоры с партнерами, инвесторами, кредитными организациями.

Проведение экспертизы потенциала коммерциализуемости предложенного инновационного проекта осуществляется на основе заполненных экспертами анкет. В зависимости от типа проекта привлекается группа экспертов от 2 до 5 человек (при оценке особо крупных проектов оценка может проводиться и большим количеством экспертов) в очной форме с целью сбора необходимой информации об инновационном проекте и заполнения анкеты индивидуально каждым экспертом.

Были обобщены и включены в оценочную анкету следующие разделы [6]: название инновационного проекта; организация, в рамках деятельности которой реализуется инновационный проект; описание сути

инновационного проекта, целей, задач и технической возможности его реализации; стадия готовности проекта; местоположение проекта; возможность масштабирования проекта; возможность возникновения претензий на объекты интеллектуальной собственности, используемой в рамках реализации инновационного проекта, от третьих лиц; характеристика рынка сбыта инновации; наличие барьеров входа на рынок сбыта инновации; наличие конкурентов, конкурентных преимуществ; источники инвестиций для реализации проекта; надежность инвестора; наличие средств для масштабирования проекта; наличие спроса на инновационный проект; характеристика потребителей инновации; наличие заинтересованных сторон, способствующих реализации проекта; команда проекта; функциональные роли членов команды, наличие профессиональных компетенций; наличие производственных мощностей и отношение к ним; характеристика производственных мощностей; обеспеченность ресурсами для производства; наличие льгот от государства; наличие внешних факторов, затрудняющих реализацию проекта.

На этапе проведения экспертизы потенциала коммерциализуемости инновационного проекта осуществляется непосредственно экспертная оценка. В качестве метода оценки экспертных данных принят метод балльной оценки проекта по 10 разделам: глубина проработки инновации; интеллектуальная собственность; рынок инновации; конкуренция; финансовые показатели; инвестиции; потребители и стейкхолдеры; команда проекта; условия производства инновации; внешние факторы [7, 8].

В каждый раздел включено фиксированное количество критериев, по которым каждый эксперт, проанализировав всю представленную документацию по рассматриваемому проекту и анкету инновации, проставляет баллы. Перечень критериев включает в себя 45 позиций (см. табл.).

Балльная оценка проводится по шкале от –2 до 2 баллов и включает 5 вариантов оценки каждого критерия:

- 1) –2 — количественное или качественное выражение критерия имеет минимальное значение в инновационном проекте;
- 2) –1 — количественное или качественное выражение критерия имеет скорее плохое значение в инновационном проекте;

3) 0 — количественное или качественное выражение критерия имеет среднее значение в инновационном проекте;

4) 1 — количественное или качественное выражение критерия имеет скорее хорошее значение в инновационном проекте;

5) 2 — количественное или качественное выражение критерия имеет наилучшее значение в инновационном проекте.

Выбор такой системы оценки обоснован тем, что низкий показатель оценки критерия скорее является недостатком для коммерческого потенциала инновационного проекта и приводит к возникновению рисков проекта, поэтому отрицательно влияет на общий балл оценки.

Учитывая, что в оценке может участвовать несколько экспертов, проводится усреднение балльных оценок экспертов по каждому критерию по формуле:

$$O_{cp}^i = \frac{\sum_{j=1}^m O_j^i}{m}, \quad (1)$$

где:

O_j^i — балльная оценка j -го эксперта i -го критерия коммерческого потенциала, баллов;

i — номер критерия коммерческого потенциала;

j — номер эксперта, оценивающего инновационный проект;

m — количество экспертов, оценивающих инновацию.

Так как каждый критерий в разной степени влияет на потенциал коммерциализуемости инновации, считается правильным ввести коэффициент значимости для каждого критерия (см. табл.).

Рассчитать балльную оценку критерия с учетом коэффициента значимости можно по формуле:

$$O_{знач}^i = O_{cp}^i \times k_i, \quad (2)$$

где k_i — коэффициент значимости i -го критерия коммерческого потенциала.

И наконец, определить итоговый (интегральный) показатель коммерческого потенциала инновации можно по формуле:

$$КП = \sum_{i=1}^n O_{знач}^i, \quad (3)$$

где n — количество критериев коммерческого потенциала инновационного проекта.

Таблица. Перечень критериев и значение коэффициентов значимости критериев для оценки коммерческого потенциала инновационного проекта по методике АСПИ

Table. List of criteria and significance coefficients for evaluating the commercial potential of an innovative project using the АSPI methodology

№	Критерий	Коэффициент значимости
Глубина проработки инновации		
1	Ясность идеи, целей и задач инновационного проекта	0,6
2	Технологическая реализуемость инновационного проекта	1
3	Готовность инновации	0,7
4	Качество бизнес-плана	0,5
5	Качество финансовой модели	0,6
6	Качество маркетинговой стратегии	0,5
7	Качество дорожной карты	0,5
8	Наличие организационного плана	0,2
9	Наличие плана производства	0,3
10	Наличие стратегии развития	0,2
11	Возможность масштабирования инновации	0,5
Интеллектуальная собственность		
12	Наличие документов, устанавливающих права на объекты интеллектуальной собственности	0,4
13	Отсутствие претензий на интеллектуальную собственность	0,6
Рынок инновации		
14	Объем рынка инновации	1
15	Отсутствие барьеров входа на рынок	0,8
16	Перспективы роста рынка	0,7
17	Близость местоположения инновации к рынку сбыта	0,6
Конкуренция		
18	Отсутствие конкурентов на рынке	0,6
19	Конкурентные преимущества инновации	0,8
Финансовые показатели		
20	Доходность проекта	0,8
21	Прибыль проекта	1
22	Рентабельность проекта	0,9
23	Срок окупаемости проекта	0,7
Инвестиции		
24	Объем инвестиций, необходимый для реализации проекта	0,7
25	Наличие инвестиций	1

№	Критерий	Коэффициент значимости
26	Источники инвестиций	0,7
27	Отношения с инвестором	0,7
28	Наличие инвестиций для масштабирования проекта	0,6

Потребители и стейкхолдеры

29	Наличие спроса на инновацию	1
30	Устойчивость спроса	0,6
31	Количество заинтересованных сторон проекта	0,5

Команда проекта

32	Количество человек в команде проекта	0,6
33	Взаимоотношения в команде	0,7
34	Наличие опыта реализации подобных проектов и компетенций в области инновации у членов команды	0,6

Условия производства инновации

35	Объем производственных мощностей	0,9
36	Возможность расширения производственных мощностей	0,7
37	Устойчивость производственных мощностей	0,6
38	Обеспеченность ресурсами для производства	0,8
39	Количество производственного персонала	0,5

Внешние факторы

40	Актуальность инновации в соответствии с повесткой государства	0,3
41	Наличие льгот от государства	0,4
42	Отсутствие законодательных барьеров реализации проекта	0,7
43	Отсутствие экологических барьеров реализации проекта	0,6
44	Отсутствие морально-нравственных барьеров реализации проекта	0,6
45	Отсутствие политических барьеров реализации проекта	0,7

При проведении сравнительной оценки потенциала коммерциализуемости нескольких инновационных проектов целесообразно использовать график с обозначением положения оценки инновации на координатной плоскости (см. рис. 1). При этом для определения значения по оси абсцисс суммируются все получившиеся положительные значения критериев, а для определения значения по оси ординат суммируются все получившиеся отрицательные значения критериев. Ось абсцисс будет выражать в баллах достоинства инновационного проекта, а ось

ординат — недостатки. Разделив координатную плоскость на три области потенциала степени коммерциализуемости можно получить области провального, перспективного и успешного проекта. Первая и третья области ограничены чертой, так как точка не может выходить за эту зону.

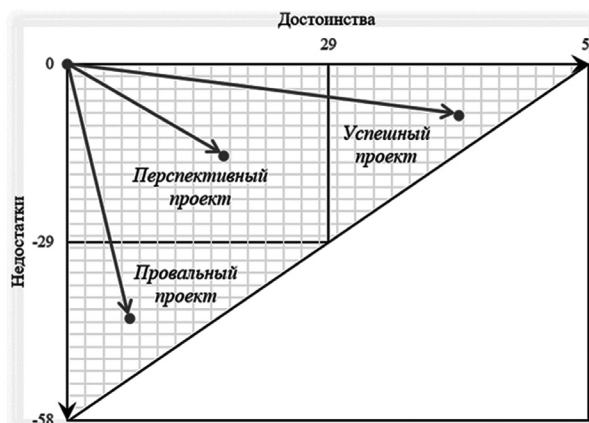


Рис. 1. График степени коммерциализуемости инновационного проекта

Figure 1. Graph of the commercializability degree of an innovative project

С помощью графика демонстрируется, к какому типу по степени коммерциализуемости относится оцениваемый инновационный проект.

На третьем этапе составляется отчет о коммерческом потенциале инновации, который состоит из следующих разделов [5]:

- 1) Сведения об организации, проводившей оценку, ФИО экспертов, дата проведения оценки.
- 2) Наименование инновационного проекта.
- 3) Организация — разработчик инновации.
- 4) Краткое описание инновации.
- 5) Отрасль, в которой реализуется инновация.
- 6) Стадия реализации инновации.
- 7) Наличие патентов.
- 8) Состав команды инновационного проекта.
- 9) Организации — партнеры проекта
- 10) Финансовые показатели: общие затраты, чистый денежный поток, срок окупаемости, средняя рентабельность.

11) Балльная оценка инновации: сводная таблица с оценками всех экспертов по каждому критерию, средняя балльная оценка по каждому критерию, балльная оценка с учетом коэффициента значимости, итоговый показатель коммерческого потенциала.

12) График степени коммерциализуемости инновационного проекта: график, на котором отмечаются значения достоинств по оси абсцисс, значения недостатков по оси ординат, наименование типа проекта по степени коммерциализуемости.

13) Позитивные и негативные стороны проекта.

14) Заключение: итоговый показатель коммерческого потенциала инновации, выводы о возможности коммерциализуемости проекта, обоснованности инвестирования в него, рекомендации, определение вида проекта в соответствии с классификацией коммерческого потенциала инновационного проекта:

- рискованный проект: от –58 до –29 баллов — у проекта много минусов, он с большой вероятностью окажется убыточным, в него нежелательно инвестировать;

- эффективный проект: от –30 до 29 баллов — проект имеет неплохие показатели, однако нуждается в доработке, его доходность может оказаться под угрозой, вопрос об инвестировании в него неоднозначен;

- прибыльный проект: от 30 до 58 баллов — проект имеет большое количество преимуществ, может приносить прибыль, является приоритетным для инвестирования.

Таким образом, разработанная методика оценки коммерческого потенциала инновационного проекта АСРІ способствует проведению комплексной экспертизы коммерциализуемости инновации с предельно понятным и наглядным результатом оценки.

2. Проактивное управление коммерческим риском инновационного проекта

Проактивное управление рисками — это перспективный подход, направленный на выявление и устранение рисков до их возникновения. Он включает в себя изучение тенденций и моделей риска на основе исторических данных для прогнозирования потенциальных рисков и разработки планов по их снижению. Такой упреждающий подход повышает способность избегать или управлять как существующими, так и возникающими рисками и помогает быстро адаптироваться к нежелательным событиям или кризисам. Это помогает сформировать понимание, необходимое для измерения и управления возникающими рисками, что дает лучшее представление о риске завтрашнего дня и о том, как он влияет на их бизнес.

Упреждающий подход к управлению рисками включает в себя тщательный анализ ситуации или оценку процессов для определения потенциальных рисков, определение факторов рисков для понимания первопричины, оценку вероятности и воздействия для определения приоритетности рисков и, соответственно, подготовку плана действий в чрезвычайных ситуациях. Для этого риск-менеджерам необходимо научиться оценивать силу инновационного компонента организации и эффективно использовать эту информацию для борьбы с известными и возникающими рисками.

Реализация проактивной программы управления рисками в сочетании с оптимизированными и четко определенными процессами сбора, оценки и смягчения выявленных рисков усиливает переход к производственной среде с разумным риском. Это позволяет оставаться в курсе возникающих рисков и обеспечивать своевременное устранение критических рисков.

Данный подход помогает выявить организационную устойчивость и конкурентные преимущества; обеспечить выполнение корпоративных целей и задач, управление талантами и значительное снижение воздействия и потерь. Когда все сделано правильно, это дает им возможность:

- приоритизации и управления рисками и возможностями в рамках всей компании таким образом, чтобы обеспечить большую ценность для бизнеса;
- превращения рисков в стратегическое преимущество;
- повышения готовности к риску за счет предоставления действенной информации;
- получения необходимой информации о правительственных приоритетах в нужное время для повышения эффективности бизнеса.

Применение такого подхода к управлению коммерческим риском инновационного проекта должно базироваться на использовании интегрированного показателя и оценке его динамики в процессе выполнения проекта [9].

Начиная с концептуального этапа создания инновации и на всех последующих этапах проведения прикладных исследований и НИОКР, создания рабочей модели, необходимо проводить расчет интегрального показателя коммерциализуемости. Включенные в методику расчета критерии фактически рассматриваются как возможные риск-факторы развития рискованных ситуаций и должны быть подконтрольны в программе мероприятий по



Рис. 2. Каскадная модель коммерческого риска инновационной технологии

Figure 2. Cascading business risk model of innovative technology

управлению рисками. По каждому из данных риск-факторов определяются факторы последствий и факторы воздействия с оценкой возможной вероятности влияния на развитие рискованной ситуации (см. рис. 2). Закрепляется ответственность за специалистами различного уровня, вовлеченных в процесс управления рисками по этапам создания инновации.

Следует отметить, что в каскадной модели по большей степени должны отражаться риск-факторы, относящиеся к внешним группам, к группам потребителей и стейкхолдеров, инвестиций, конкуренции, рынка инноваций, как имеющие наибольшее воздействие на результаты проекта и относящиеся к категории трудно управляемых.

Коммерческий риск разрабатываемой инновации выражается в недостижении технических и научных параметров разработки и, как результат этого, в неполучении коммерческой выгоды. Поэтому управление этим риском на основе каскадной модели позволяет отслеживать факторы рискованной ситуации, факторы последствий и факторы воздействия, что повышает эффективность мероприятий по управлению.

Заключение

В ходе проведенного исследования была выявлена возможность использования методики оценки коммерциализуемости инноваций, как инструмента для оценки рисков инновационного проекта.

В процессе оценки коммерческого потенциала инновации по разработанной методике АСРІ происходит практически всесторонняя диагностика риск-факторов инновационного проекта, который анализируется по десяти разделам: глубина проработки инновации; интеллектуальная собственность; рынок инновации; конкуренция; финансовые показатели; инвестиции; потребители и стейкхолдеры; команда проекта; условия производства инновации; внешние факторы.

Алгоритм оценки риск-факторов включает три основных этапа: сбор информации об инновационном проекте; проведение экспертизы потенциала коммерциализуемости инновационного проекта; составление отчета о коммерческом потенциале инновации, что позволяет провести простую, но в то же время эффективную оценку коммерческого потенциала инновации.

Оценка коммерциализуемости инновационного проекта осуществляется по 45 критериям, благодаря этому удается провести максимально детальный анализ риск-факторов. А применение коэффициентов значимости к каждому критерию позволяет сделать результат оценки наиболее корректным, учитывая весомость каждого риск-фактора.

Важным дополнением к методике АСРІ является использование для интерпретации результата оценки графика степени коммерциализуемости инновационного проекта, в котором учитываются достоинства и недостатки инновации. При этом график разбивается

на три области: провальный проект; перспективный проект; успешный проект, предоставляя разработчику возможность в визуальной форме понять, насколько проработаны риски проекта.

В работе предложена классификация коммерческого потенциала инновационного проекта, в соответствии с которой по результатам оценки проект относят к одному из трех видов: рискованный проект; эффективный проект; прибыльный проект. Благодаря этому результат оценки становится максимально понятным для разработчика и инвестора.

Можно сделать вывод о том, что предложенная методика обладает значительной эффективностью для оценки коммерческого потенциала инновационного проекта. Она может служить важным инструментом в управлении рисками и в определении наиболее перспективных проектов для последующих инвестиций.

Список источников [References]

1. Мутанов Г. Информационная система оценки инновационных проектов / Г. Мутанов, Г. Абдыкерова. 3-е изд. Алматы: Дарын, 2023. 137 с. ISBN 978-601-247-600-2 [Mutanov G. Information system for evaluating innovative projects / G. Mutanov, G. Abdikerova. 3rd ed. Almaty: Daryn, 2023. 137 p. ISBN 978-601-247-600-2. (In Russ.)]
2. Нехороших С. А. Оценка коммерческого потенциала инновации // Молодой ученый. 2021. № 17(359). С. 121–124 [Nekhoroshikh S. A. Assessment of the commercial potential of innovation // Young Scientist. 2021;(17):121–124. (In Russ.)]
3. Тихонов Н. А. Оценка коммерческого потенциала инноваций // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 26(281). С. 42–47 [Tikhonov N. A. Assessment of the commercial potential of innovation // Economic Analysis: Theory and Practice. 2012;(26):42–47. (In Russ.)]
4. Заозерская Н. И., Косухина М. А., Фомина И. Г. Методика технологического аудита бизнес-процессов научной организации в условиях цифровой трансформации // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2023. Т. 1. С. 31–34 [Zaozerskaya N. I., Kosukhina M. A., Fomina I. G. Methodology for technological audit of business processes of a scientific organization in the context of digital transformation // Modern Education: Content, Technology, Quality. 2023;1:31–34. (In Russ.)]
5. Квашнин А. Как провести экспертизу коммерциализации технологий // Сер. «Практическое руководство для центров коммерциализации технологий»: методические материалы. 2006. 48 с. [Kvashnin A. How to conduct an examination of the commercialization of technologies // Ser. «Practical Guide for Technology Commercialization Centers»: methodological materials. 2006. 48 p. (In Russ.)]
6. Оценка и коммерциализация старт-ап проектов: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе / Сост. Н. В. Шимко. Томск: Изд-во ТУСУР, 2018. 34 с. [Evaluation and commercialization of start-up projects: methodological instructions for practical exercises and independent work / Comp. N. V. Shimko. Tomsk: Publishing House of TUSUR, 2018. 34 p. (In Russ.)]
7. Кулагин А. С. О рисках инновационной деятельности // Инновации. 2021. № 2(268). С. 64–68. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2021.268.2.009> [Kulagin A. S. On the risks of innovation // Innovations. 2021;(2):64–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2021.268.2.009>]
8. Косухина М. А., Заозерская Н. И., Гореликова В. И., Райчук Ю. А. Особенности технологического аудита научной организации // Современные проблемы менеджмента: Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 20 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2023. С. 85–87 [Kosukhina M. A., Zaozerskaya N. I., Gorelikova V. I., Raichuk Yu. A. Features of technological audit of a scientific organization // Modern management problems: Materials of the XVII All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists, St. Petersburg, April 20, 2023. St. Petersburg: St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI» named after V. I. Ulyanov (Lenin). 2023. P. 85–87. (In Russ.)]
9. Вагин С. Г., Кучерявенко Д. М. Управление инновациями и рисками: проблема интегрированного подхода // Российский экономический интернет-журнал. 2019. № 4. С. 24 [Vagin S. G., Kucheryavenko D. M. Innovation and risk management: the problem of an integrated approach // Russian Economics online-journal. 2019;(4):24. (In Russ.)]

Сведения об авторах

Шемакина Татьяна Юрьевна: кандидат экономических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой экономики и управления в строительстве, Государственный университет управления

Количество публикаций: более 100

Область научных интересов: риск-менеджмент, инновационные технологии в строительстве, информационное моделирование зданий

Scopus Author ID: 57219558197

ORCID: 0000-0002-0136-8021

Контактная информация:

Адрес: 109542, г. Москва, Рязанский проспект, д. 99,
ty_shemyakina@guu.ru

Ротин Иван Вячеславович: студент образовательной программы бакалавриата кафедры экономики и управления в строительстве, Государственный университет управления

Количество публикаций: 6

Область научных интересов: управление инвестиционным и инновационным проектом, инновации в строительстве, коммерциализация инноваций, экономика строительства

Контактная информация:

Адрес: 109542, г. Москва, Рязанский проспект, д. 99
ivan.rotin01@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 21.04.2025

Одобрена после рецензирования: 07.05.2025

Принята к публикации: 12.05.2025

Дата публикации: 30.06.2025

The article was submitted: 21.04.2025

Approved after reviewing: 07.05.2025

Accepted for publication: 12.05.2025

Date of publication: 30.06.2025

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 публикации, 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 дополнили 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 подписанные подписи. Подписи подписи должны быть переведены на английский язык. Рисунки нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если рисунок в тексте один, то он не нумеруется. Перевод подписи подписи следует располагать после подписи 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 изображении 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 подписи подписи, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

13. Сноски.

Сноски нумеруются арабскими цифрами, размещаются постранично. В сноски 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 удается его найти (для зарубежных источников удается 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 издательства. 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 rajjournal@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. Отзывная 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>