

ISSN: 1812-5220



Том 16, 2019, № 2
Vol. 16, 2019, No. 2

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Главная тема номера:

Природные и климатические риски

Volume Headline:

Natural and climate risks

Том 16, 2019, №2
Vol. 16, 2019, No.2

ISSN: 1812-5220

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



Общероссийская общественная организация
«Российское научное общество анализа риска»

*All-Russian public organization
"Russian scientific society of risk analysis"*



ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)

*"All-Russian research Institute for civil defense and
emergency situations" of EMERCOM of Russia*

Издательский дом

**ДЕЛОВОЙ
ЭКСПРЕСС**

Финансовый издательский дом
«Деловой экспресс»

*Financial publishing house
"Business Express"*

Проблемы анализа риска

Problemy analiza riska

Цели и задачи *Focus and Scope*

На страницах журнала публикуются статьи междисциплинарного и прикладного характера, посвященные проблемам анализа и управления рисками различного происхождения и характера в различных сферах деятельности.

Материалы, публикуемые в журнале, должны способствовать координации деятельности риск-менеджеров, обобщать опыт исследования рисков, способствовать становлению культуры управления рисками.

On pages of the magazine articles of cross-disciplinary and applied character devoted to problems of the analysis and risk management of various origin and character in various sphere of action are published.

The materials published in the magazine have to promote coordination of activity of risk managers, generalize experience of a research of risks, promote formation of culture of risk management.

Учредители *Founders*

- Общероссийская общественная организация «Российское научное общество анализа риска»
129110, г. Москва, Б. Переяславская, д. 46, стр. 2, к. 49
- ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7
- Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»
125167, г. Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6а
- All-Russian public organization "Russian scientific society of risk analysis"*
46/2, building 49 B. Pereyaslavskaya, Moscow, 129110
- "All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations" of EMERCOM of Russia*
7, St. Davydovskaya, Moscow, 121352
- Financial publishing house "Business Express"*
6a, 4th St. 8 March, Moscow, 125167

Издатель и редакция журнала *Publisher and editorial office of the magazine*

Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»
Адрес: 125167, г. Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6а
Тел.: +7 (495) 787-52-26

Financial publishing house "Business Express"
Address: 6a, 4th St. 8 March, Moscow, 125167
Tel: +7 (495) 787-52-26

Главный редактор:
Быков Андрей Александрович
E-mail: journal@dex.ru

Editor-in-Chief:
Vykov A.A.
E-mail: journal@dex.ru

Ответственный секретарь:
Виноградова Лилия Владимировна
E-mail: journal@dex.ru

Responsible secretary:
Vinogradova L.V.
E-mail: journal@dex.ru

Верстка:
Луговой Александр Вячеславович,
Столбова Марина Сергеевна

Imposition:
Lugovoi A.V.
Stolbova M.S.

Корректурa:
Легостаева Инна Леонидовна,
Синаюк Рива Моисеевна,
Шольчева Янина Геннадьевна

Updates:
Legostayeva I.L.
Sinajuc R.M.
Sholcheva Ya.G.

Журнал издается с 2004 года
Периодичность: 6 номеров в год
Префикс DOI: 10.32686
ISSN 1812-5220
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77-61704 от 25.05.2015

The magazine is issued since 2004
Frequency: 6 numbers a year
Prefix DOI: 10.32686
ISSN print 1812-5220
Certificate of registration of mass media ПИ № ФС 77-61704
from 25.05.2015

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.

Журнал индексируется РИНЦ

The magazine is included in the list of the leading reviewed scientific magazines 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.

The journal is indexed RINTS

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается. 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. Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы. Мнение членов редколлегии и наблюдательного совета может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не имеет возможности вести переписку с читателями (не считая ответов в виде журнальных публикаций).

The payment for the publication of manuscripts is not raised from graduate students. At a reprint and citing the reference to the "Issues of Risk Analysis" magazine 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. Responsibility for reliability of the facts stated in number materials is born by their authors. The opinion of associate editors and the Supervisory council can not coincide with the point of view of authors. Edition has no opportunity to correspond with readers (apart from answers in the form of journal publications).

Формат 60 × 84 1/8. Объем 12 печ. л. Печать офсетная.
Тираж 1000 экз.

Подписано в печать: 24.04.2019

Цена свободная

© Проблемы анализа риска, 2019

Отпечатано в типографии ООО «Белый ветер»,
115054, г. Москва, ул. Щипок, д. 28

*Format 60 × 84 1/8. Volume is 12 print. pages. Offset printing.
Circulation is 1000 copies.*

It is sent for the press: 24.04.2019

Free price

© Issues of Risk Analysis, 2019

*It is printed in LLC Bely veter printing house,
28, Shchipok St., Moscow, 115054*

Распространяется по подписке

Отдел подписки:

Тел.: +7 (495) 787-52-26

E-mail: journal@dex.ru

Подписной индекс:

Каталог «Пресса России» 15704

Электронный каталог «Почта России» П3480

Extends on a subscription

Department of a subscription:

Tel: +7 (495) 787-52-26

E-mail: journal@dex.ru

Subscription index:

Press of Russia catalog 15704

Electronic catalog Russian Post P3480

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

 <https://vk.com/parjournal>

Наблюдательный совет

Воробьев Юрий Леонидович (председатель)

Кандидат политических наук, заместитель Председателя Совета Федерации Федерального собрания Российской Федерации, г. Москва, Россия

Акимов Валерий Александрович (заместитель председателя)

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

Шарков Андрей Валентинович

Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», генеральный директор, г. Москва, Россия

Махутов Николай Андреевич

Член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, Председатель Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности, и.о. Президента «Российского научного общества анализа риска», г. Москва, Россия

Редакционная коллегия

Быков Андрей Александрович (Главный редактор)

Доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, вице-президент «Российского научного общества анализа риска», г. Москва, Россия

Порфирьев Борис Николаевич (заместитель Главного редактора)

Доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, директор, г. Москва, Россия

Башкин Владимир Николаевич

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

Голембиовский Дмитрий Юрьевич

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

Елохин Андрей Николаевич

Доктор технических наук, член-корреспондент РАЕН, ПАО «ЛУКОЙЛ», начальник отдела страхования, г. Москва, Россия

Живетин Владимир Борисович

Доктор технических наук, профессор, Институт проблем риска, ректор, г. Москва, Россия

Каранина Елена Валерьевна

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

Колесников Евгений Юрьевич

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Поволжский государственный технологический университет, Председатель РНОАР в Республике Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Россия

Макашина Ольга Владиленовна

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

Малышев Владлен Платонович

Доктор химических наук, профессор, ФКУ «Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России», главный научный сотрудник, г. Москва, Россия

Мельников Александр Викторович

Доктор физико-математических наук, профессор, Университет

Supervisory council

Vorobyov Yuri Leonidovich (Chairman)

Candidate of political Sciences, Deputy Chairman of the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation, Moscow, Russia

Akimov Valery Aleksandrovich (Deputy Chairman)

Doctor of technical Sciences, Professor, honored scientist of Russia, All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia, Chief researcher, Moscow, Russia

Sharkov Andrey Valentinovich

Joint stock company "Financial publishing house "Business Express", General Director, Moscow, Russia

Makhutov Nikolay Andreevich

Corresponding member of RAS, doctor of technical Sciences, Professor, Chairman of the working group under the President of RAS on risk and security analysis, Acting President of the Russian scientific society for risk analysis, Moscow, Russia

Editorial board

Bykov Andrey Aleksandrovich (Editor-in-Chief)

Doctor of physics and mathematics, Professor, honored scientist of Russia Federation, Vice-President of the Russian scientific society of risk analysis, Moscow, Russia

Porfiriev Boris Nikolayevich (Deputy Editor-in-Chief)

Doctor of Economics, Professor, Academician of RAS, Institute of economic forecasting of RAS, director, Moscow, Russia

Bashkin Vladimir Nikolaevich

Doctor of biological Sciences, Professor, Institute of physico-chemical and biological problems of soil science RAS, Pushchino, Russia

Golembiovsky Dmitry Yuryevich

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

Elokhin Andrey Nikolaevich

Doctor of technical Sciences, corresponding member of RANS, PJSC "LUKOIL", head of the Department of insurance, Moscow, Russia

Zhivetin Vladimir Borisovich

Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, Institute of risk problems, rector, Moscow, Russia

Karanina Elena Valerevna

Doctor of Economics, Associate Professor, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, Vятka state University, head of the Department of finance and economic security, Kirov, Russia

Kolesnikov Evgeny Yuryevich

Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor of Department of life safety, Volga state technological University, Yoshkar-Ola, Russia

Makashina Olga Vladilenovna

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

Malyshev Vladlen Platonovich

Doctor of chemical Sciences, Professor, "Center for strategic studies of civil protection of EMERCOM of Russia", Chief researcher, Moscow, Russia

Melnikov Alexander Viktorovich

Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, Professor of the faculty of mathematical and statistical Sciences,

провинции Альберта, профессор факультета математических и статистических наук, г. Эдмонтон, Канада

Морозко Нина Иосифовна

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

Ревич Борис Александрович

Доктор медицинских наук, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, руководитель лаборатории прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения, г. Москва, Россия

Родионова Марина Евгеньевна

Кандидат социологических наук, PhD, профессор Российской академии естествознания, доцент Департамента социологии, Финансовый университет при Правительстве РФ, заместитель директора по планированию и организации НИР, г. Москва, Россия

Сорогин Алексей Анатольевич

Кандидат технических наук, Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», директор по специальным проектам, г. Москва, Россия

Сорокин Дмитрий Евгеньевич

Доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, профессор, Институт экономики РАН, первый заместитель директора, г. Москва, Россия

Соложенцев Евгений Дмитриевич

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Институт проблем машиноведения РАН, заведующий лабораторией интегрированных систем автоматизированного проектирования, г. Санкт-Петербург, Россия

Сосунов Игорь Владимирович

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

Фалеев Михаил Иванович

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

University of Alberta, Edmonton, Canada

Morozko Nina Iosifovna

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

Revich Boris Aleksandrovich

Doctor of medicine, Institute of economic forecasting of RAS. Head of the laboratory of environmental and public health forecasting, Moscow, Russia

Rodionova Marina Evgenievna

Candidate of sociology, PhD, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Associate Professor of the Department of sociology, Financial University under the government of the Russian Federation, Deputy Director for planning and organization of research, Moscow, Russia

Sorogin Alexey Anatolievich

Candidate of technical Sciences, Joint stock company "Financial publishing house "Business Express", Director of special projects, Moscow, Russia

Sorokin Dmitry Evgenievich

Doctor of Economics, corresponding member of RAS, Professor, Institute of Economics RAS, First Deputy Director, Moscow, Russia

Solojntsev Evgeny Dmitrievich

Doctor of technical Sciences, Professor, honored scientist of Russia, Institute of problems of mechanical science of RAS, Head of laboratory of integrated systems of computer-aided design, St. Petersburg, Russia

Sosunov Igor Vladimirovich

Candidate of technical Sciences, Associate Professor, All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia, Deputy chief, Moscow, Russia

Faleev Mihail Ivanovich

Candidate of political Sciences, assistant to the chief of group Federal public treasury institution "State central airmobile rescue group". Zhukovsky, Russia

Content

Anniversary

- 8 Devoted to the 60th Birthday Sc. D. (Physics and Mathematics), Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation Andrey Aleksandrovich BYKOV

Natural risk

- 10 Natural disasters in the Russian Federation
Sergey B. Kuzmin, Institute of Geography mem. V.B. Sotchava of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, Irkutsk
- 36 Problems of the short-term tsunami forecast
Yury. P. Korolev, Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk

Climate risk

- 50 New prognostic indicator of adverse and dangerous weather phenomena — gradient of the integral helicity of the atmospheric motion velocity field
Alexander A. Makosko, Presidium of the Russian Academy of Sciences, Institute of Atmospheric Physics A. M. Obukhov RAS, Interdepartmental Center for Analytical Research in Physics, Chemistry and Biology at the Presidium of the RAS, Russia, Moscow
Leonid O. Maximenkov, Institute of Atmospheric Physics A. M. Obukhov RAS, Russia, Moscow

Geoenvironmental risks

- 58 Ecological rating as an indicator of geoenvironmental risk management of Russian oil and gas companies in the Arctic
Olga P. Trubitsina, Northern (Arctic) Federal University, Russia, Arkhangelsk
Vladimir N. Bashkin, FSIS Institute of physicochemical and biological problems in soil science RAS, Russia, Moscow Region, Pushchino

Safety activity

- 70 The scientific analysis of risks in life-support of a person, a society and the state
Nikolay A. Makhutov, Mihail M. Gadenin, Olga N. Yudina, A. A. Blagonravov Institute for Machine Sciences of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

Enterprise risks

- 88 Methodical approach to the formation of a business risk management system for international hydropower projects based on a balanced scorecard
Ilya V. Rykunov, JSC "TYAZHMASH", Russia, Syzran
- 96 Instructions for Authors

Содержание

Юбилей

- 8 К 60-летию доктора физико-математических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Андрея Александровича БЫКОВА

Риск природный

- 10 Опасные природные процессы в Российской Федерации
С. Б. Кузьмин, Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения РАН, РФ, г. Иркутск
- 36 Проблемы оперативного прогноза цунами
Ю. П. Королёв, Институт морской геологии и геофизики (ИМГиГ) ДВО РАН, РФ, г. Южно-Сахалинск

Риск климатический

- 50 Новый прогностический индикатор неблагоприятных и опасных явлений погоды — градиент интегральной спиральности поля скорости атмосферных движений
А. А. Макоско, президиум РАН, Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при президиуме РАН, РФ, г. Москва
Л. О. Максименков, Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, РФ, г. Москва

Геоэкологические риски

- 58 Экологический рейтинг как индикатор управления геоэкологическим риском российских нефтегазовых компаний в Арктике
О. П. Трубицина, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», РФ, г. Архангельск
В. Н. Башкин, ФГБУ науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, РФ, Московская обл., г. Пушкино

Безопасность жизнедеятельности

- 70 Научный анализ рисков в жизнеобеспечении человека, общества и государства
Н. А. Махутов, М. М. Гаденин, О. Н. Юдина, Институт машиноведения им. А. А. Благонравова РАН, РФ, г. Москва

Предпринимательские риски

- 88 Методический подход к формированию системы управления предпринимательскими рисками международных проектов в области гидроэнергетики на основе сбалансированной системы показателей
И. В. Рыкунов, АО «ТЯЖМАШ», РФ, г. Сызрань
- 95 Инструкция для авторов

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-8-9>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2019

К 60-летию

доктора физико-математических наук, профессора,
заслуженного деятеля науки Российской Федерации

Андрея Александровича БЫКОВА

Devoted to the 60th Birthday

Sc. D. (Physics and Mathematics), Professor,
Honored Worker of Science of the Russian Federation

Andrey Aleksandrovich BYKOV

Поздравление от редакции журнала «Проблемы анализа риска»

Вот уже 15 лет наш журнал представляет полный спектр исследований в области анализа и управления рисками. Пройдя непростой путь становления, заслужив авторитет как в научной среде, так и у практиков-управленцев, риск-менеджеров, «ПАР» занял ведущие позиции в своей категории. И все это благодаря большому труду его бессменного главного редактора — человека, определяющего политику издания, отвечающего за его интеллектуальное содержание, качество представленных публикаций и их соответствие высоким стандартам.

Андрей Александрович Быков — не только идейный руководитель и вдохновитель нашего научного издания, но и строгий критик, благодаря которому журнал наполняется актуальными материалами, поднимаются интересные темы, формируется круг талантливых авторов.

В своей многогранной деятельности он находит время и на работу с авторами различных исследований, стремясь к совершенствованию качества публикаций, и на собственное творчество. Его личный высокий авторитет служит залогом успеха издания.

В свои 60 лет А. А. Быков полон свежих идей, смелых замыслов, творческих планов. Желаем им всем реализоваться.

Редакция журнала «Проблемы анализа риска» и сотрудники Финансового издательского дома «Деловой экспресс» сердечно поздравляют Андрея Александровича с юбилеем.



Новых успехов, достижений, долголетия и процветания!

Быков Андрей Александрович — доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, вице-президент Российского научного общества анализа риска.

Известный специалист в области анализа и управления риском, в прикладных областях актуарной математики, теории вероятностей и статистики экстремальных значений, математической экономики и экологии, теории безопасности человека и окружающей среды. Автор более 300 научных трудов, из них более 200 опубликованных, в их числе 17 монографий, 2 учебных пособия и ряд нормативных и методических документов.

Осуществлял научное руководство и был ответственным исполнителем более 50 научных проектов в рамках государственных научно-технических программ и федеральных целевых программ, в частности: «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации», «Безопасность населения и народно-хозяйственных объектов с учетом риска возникновения аварий и катастроф», «Экологическая безопасность России», «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации»; четырех международных проектов, таких как проект TACIS «Управление безопасностью в обрабатывающей промышленности», проект ROLL по распространению опыта оценки риска, нескольких грантов Российского фонда фундаментальных исследований, в том числе по развитию методов математического моделирования и теоретических основ исследования риска для человека, природы и общества, был разработчиком Комплексной целевой программы по совершенствованию системы страховой защиты имущественных интересов ОАО «Газпром», осуществлял научное руководство разработкой Правил профессиональной деятельности страховщиков «Порядок определения вреда, который может быть причинен в результате аварии на опасном объекте, максимально возможного количества потерпевших и уровня безопасности опасного объекта» для Национального союза страховщиков ответственности, осуществлял научное руководство многочисленными работами по заказу научных организаций МЧС России, МПР России, ОАО «Газпром», Минпромэнерго России, Минобороны России, академических и других институтов и организаций.

В настоящее время возглавляет лабораторию управления рисками и страхования ООО «Газпром ВНИИГАЗ», а также является членом Экспертного совета МЧС России, экспертом Комитета по без-

опасности Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, действительным членом Международной академии информатизации, национальной Академии наук риска, действительным членом Международного и Европейского обществ анализа риска, Вице-президентом Российского научного общества анализа риска, Главным редактором включенного в перечень рецензируемых журналов ВАК Минобрнауки России научного журнала «Проблемы анализа риска» и издаваемого на английском языке одноименного научного журнала “Issues of Risk Analysis”, членом редколлегии научного журнала «Проблемы человеческого риска».

Долгие годы преподавал специальные дисциплины, в том числе «Актуарную математику», в РЭА (ныне — Российский экономический университет) им. Г. В. Плеханова, «Управление рисками» в МАТИ-РГТУ им. К. Э. Циолковского.

За значительный вклад в развитие науки удостоен звания лауреата премии МЧС России в области науки и технологий 2005 г., награжден дипломом МЧС России и шестью ведомственными наградами. За выдающийся вклад в развитие науки и образования дважды удостоен звания лауреата Международного конкурса науки и образования в области точных наук среди профессоров (2000 и 2001 гг.) и награжден дипломами Правительства г. Москвы. За значительный вклад в области анализа риска и риск-менеджмента награжден дипломом Кембриджского биографического центра. За значительный личный вклад в создание, становление и развитие Российского научного общества анализа риска награжден в 2013 г. дипломом Общества.

В 2014 г. Андрей Александрович был признан победителем IX Международного конкурса «Лучший риск-менеджмент в России и СНГ — 2014» в номинации «Лучшая публикация в области риск-менеджмента», а по совокупности выполненных теоретических работ по страхованию, оценке, анализу и управлению рисками в период проведения конкурса был удостоен звания лауреата в номинации «Лучший риск-менеджер 2014».

В 2008 г. указом Президента Российской Федерации присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

*Редакция журнала
«Проблемы анализа риска»*

УДК 911.9 + 338.24.01
ВАК 25.00.36, 05.26.02
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-10-35>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

Опасные природные процессы в Российской Федерации

С. Б. Кузьмин,

Институт географии
им. В. Б. Сочавы Сибирского
отделения РАН,
664033, РФ, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, д. 1

Аннотация

В последние десятилетия опасные природные процессы, стихийные бедствия и катастрофы в Российской Федерации заметно активизировались. Это связано как с глобальными изменениями климата и природной среды, так и со стремительным ростом антропогенного воздействия на ландшафты и экосистемы. Создавшаяся ситуация определила существенное увеличение числа и масштабов чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера, материального и морального ущерба среди населения и хозяйственной инфраструктуры. Опасные природные процессы стали регулятором развития общества через прямое воздействие на состояние экономики и социальной сферы в государстве, что заставляет структуры управления на всех уровнях — от федерального до муниципального — переходить на принципы допустимого риска в административно-территориальных механизмах. А реализация этих механизмов невозможна без строгого учета и контроля за опасными природными процессами, за их функционированием, динамикой и эволюцией. Приведенный в статье обзор показывает основные направления осуществления такой деятельности в привязке к субъектам Российской Федерации и крупным природным комплексам.

Ключевые слова: стихийные бедствия и катастрофы, чрезвычайные ситуации природного и природно-техногенного характера, Россия.

Для цитирования: Кузьмин С.Б. Опасные природные процессы в Российской Федерации // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 2. С. 10—35, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-10-35>

Natural disasters in the Russian Federation

Sergey B. Kuzmin,

Institute of Geography mem.
V.B. Sotchava of Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences,
664033, Russian Federation,
Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1

Annotation

In recent decades, hazardous natural processes, natural disasters and catastrophes in the Russian Federation have noticeably intensified. This is due both to global climate and the natural environment change, and to the rapid growth of human impact on landscapes and ecosystems. The current situation has determined a significant increase in the number and scale of emergency situations of natural and natural-technogenic character, material and moral damage among the population and economic infrastructure. Hazardous natural processes have become the regulator of the development of society through a direct impact on the state of the economy and social sphere in the Russia, which forces management structures at all levels — from federal to municipal — to switch to the principles of admissible risk in administrative and territorial mechanisms. And the implementation of these mechanisms is impossible without strict accounting and control of hazardous natural processes, their functioning, dynamics and evolution. The review given in the article shows the main directions of such activities in relation to the subjects of the Russian Federation and large natural complexes.

Keywords: natural disasters and catastrophes, emergency situations of natural and man-made character, Russia.

For citation: Kuzmin Sergey.B., Natural disasters in the Russian Federation // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 10—35, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-10-35>

Содержание

Введение

1. Геолого-геоморфологические опасности
2. Гляцио-гидрологические опасности
3. Климатические опасности
4. Биотические опасности
5. Защита от стихийных бедствий

Заключение

Литература

Введение

Опасные природные процессы приводят к возникновению риска чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и природно-техногенного характера в процессе хозяйственной деятельности, природопользования. Понятие риска сочетает в себе вероятность неблагоприятного события и объем его проявления, выраженный через ущерб, потери, убытки и т. п. Оценка риска является важным звеном в разработке и реализации планов экономического и социального развития Российской Федерации (РФ), ее субъектов и муниципальных образований, крупных природно-территориальных комплексов (ПТК), субъектов природопользования — системообразующих промышленных и сельскохозяйственных предприятий, компаний, акционерных обществ, холдингов и т. д. [8—10, 19—21]. Все они в процессе своей деятельности так или иначе влияют на природные системы, изменяя и нарушая их, что приводит к ответным, очень часто негативным реакциям последних. Эти реакции и проявляются в возникновении опасных природных процессов (ОПП). Принимая во внимание чрезвычайно разнообразные природные условия РФ, для оценки природных рисков необходим учет факторов геологической, географической, биологической, почвенной, биогеохимической, криологической, седиментационной, геодинамической, геофизической и иной природы.

В России, по данным Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), в зоны возможного риска в результате активизации и возникновения ОПП могут попасть 90 млн человек, что составляет около 60% населения страны. Годовой экономический ущерб (прямой и косвенный) от ОПП достигает 1,5—2% валового внутреннего продукта, или от 675 до 900 млрд рублей¹. Такая ситуация ведет к росту негативных экономических последствий чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера, масштабы которых сегодня устойчиво превышают

темпы роста производства валового внутреннего продукта в РФ. Поэтому надежные знания об опасных природных процессах для профилактики, прогноза и ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф, для оценки и прогноза риска природопользования необходимы для устойчивого социально-экономического развития РФ.

РФ является большим по площади государством, в ее границах располагаются целые физико-географические зоны и провинции. Указанное выше разнообразие природных условий РФ обуславливает развитие почти всех видов ОПП: геолого-геоморфологических, гляцио-гидрологических, климатических, биотических. В последние 20—30 лет происходит масштабная активизация, изменение структуры и характера функционирования этих процессов, что связано с глобальными изменениями природной среды и климата, включая изменения антропогенного характера — урбанизация, техногенный прессинг и загрязнение ландшафтов, хозяйственное освоение новых территорий. Это требует повышения уровня прогноза ОПП, совершенствования знаний об их закономерностях для предотвращения стратегических просчетов в политике экономической и экологической безопасности, ориентирования на профилактику стихийных бедствий, а не на ликвидацию их последствий.

В наших предыдущих работах показано, что одним из инструментов анализа риска природопользования на больших территориях РФ и трансграничных пространствах может выступать их районирование по опасным природным процессам [12, 14], а учет этих процессов важен для экологического проектирования в процессе реализации крупных народно-хозяйственных проектов, в частности при прокладке магистральных трубопроводов [13]. Но важным представляется еще и пространственный анализ наиболее сильных, аномальных и разрушительных ОПП на территории РФ, а также разработка некоторых концептуальных моделей развития ОПП применительно к управлению риском природопользования.

Безопасность хозяйства и населения РФ в условиях стихийных бедствий и катастроф обеспечивается согласованным действием структур управления по контролю за ЧС природного и природно-техногенного характера. Для этого административные органы и субъекты природопользования должны быть обеспечены надежной информацией

¹ В статье использованы материалы с сайтов МЧС России, Главных управлений МЧС России в субъектах РФ, администраций субъектов РФ, Федеральной службы государственной статистики РФ, ЗАО «Региональный информационный центр РФ», РИА «Новости», «ИТАР-ТАСС», «Лента», «Интерфакс» и других электронных СМИ, из ежегодных государственных докладов субъектов РФ о состоянии окружающей среды.

о состоянии территорий на предмет проявления на них ОПП. Этим обеспечивается снижение риска природопользования. Данные положения отражены в Указах Президента РФ от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года» и от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года». Эти документы содержат основные предписания и руководства административным структурам для разработки законодательных актов и конкретных мероприятий по обеспечению безопасности населения и хозяйства при ЧС природного и природно-техногенного характера, защиты окружающей среды, ландшафтов и экосистем от негативного антропогенного воздействия, т.к. эти две проблемы тесно взаимосвязаны. Поэтому предпринятый в статье обзор ОПП на территории РФ и предложенные на этой основе рекомендации по анализу риска природопользования являются актуальными и своевременными в плане разработки механизмов контроля и управления стихийными бедствиями и катастрофами.

1. Геолого-геоморфологические опасности

Большую опасность для человека и хозяйства представляет вулканическая активность. В РФ насчитывается несколько сотен вулканов, из которых 69 — активно действуют и расположены главным образом в Курило-Камчатской островной дуге. Наибольшую опасность при их извержениях представляют: 1) направленные кратерные взрывы, когда выносятся до 2—5 км³ обломочного материала с температурой до 600 °С на расстояние до 40—50 км; 2) пирокластические потоки, сопровождающиеся ядовитыми газовыми облаками, толщиной до нескольких десятков метров; 3) пепловые эксплозии и пеплопады, засыпающие многометровым слоем пепла окружающие пространства, уничтожающие растительность, проникающие в организм людей и животных, вызывая отравления, распространяясь высоко и далеко в атмосфере, на многие дни, недели и даже месяцы затмевая солнечный свет.

Действующие вулканы Камчатки угрожают городам Петропавловск-Камчатский и Елизово, другим населенным пунктам. Наиболее активными из них являются: Шивелуч (последнее извержение в 2016 г., вы-

сота пепла 7 км), Безымянный (2017, 10 км), Плоский Толбачик (2012, длина лавовых потоков более 5 км), Карымский (2016, 8 км), Авачинский (2001), Ключевской (2017, 10 км), Малый Семячик (2006), Академии наук (1996). Вулкан Ключевская Сопка — крупнейший действующий вулкан Евразии (4688 м). В среднем его извержение происходит раз в 5 лет, иногда — ежегодно на протяжении нескольких лет, сопровождается взрывами и пеплопадами. Последнее извержение началось в 2009 и продолжалось до 2013 г. Вулкан Авачинская Сопка рассматривается как один из наиболее опасных, за последние 230 лет он извергался 16 раз. Для него характерны обильные выбросы тefры, протяженные (до 17 км и более) пирокластические потоки и «палящие тучи». Вулкан Ильинская Сопка (последнее сильное извержение имело место в 1740 г.) был центром крупнейшего голоценового извержения (7,7 тысячи лет назад), при котором было выброшено 140—170 км³ вулканического материала, что привело к глобальным климатическим изменениям.

Наиболее опасными вулканами на Курильских островах являются Эбеко и Чикурачки (район г. Северо-Курильска), Иван Грозный и Баранский (район г. Курильска), Менделеева и Тятя (район г. Южно-Курильска), Чирип, Татарина, Карпинского, пик Фусса (мелкие острова Курильской гряды). Самые сильные извержения связаны с вулканами: Эбеко (2018 г., высота пепла 4,5 км), Чикурачки (2008 г.), Берга (2005 г.), Алайд (1986 г.) и др. Но катастрофических извержений не зарегистрировано в силу низкой освоенности Курильских островов. Для вулканической активности Курил характерна следующая периодичность: слабые извержения — 1 раз в 1—5 лет, средние — 1 раз в 22 года, сильные — 1 раз в 33 года.

На Большом Кавказе расположены две вулканические области — Казбекская и Эльбрусская, но они утратили активность (последний раз имела место 5—7 тысяч лет назад). Но опасность сохраняется, поскольку в зоне потенциального вулканического воздействия расположен высокоразвитый в промышленном и сельскохозяйственном отношении, густонаселенный Северокавказский регион с большим количеством рекреационных и бальнеологических объектов, рядом водохранилищ. Главным видом опасности могут стать не сами извержения, а таяние ледников на Эльбрусе, Казбеке и других горных вершинах, которые вызывают

катастрофические селевые потоки — лахары, сильные паводки и наводнения.

Грязевой вулканизм за счет выбросов ядовитых газов, минерализованных вод, сопочных илов и брекчий представляет опасность в Таманском грязевулканическом районе на юге РФ, где сильные извержения происходили: 1968, 1984, 2002 гг. — вулкан Карabetова Гора (район г. Тамань), 1977, 2001 гг. — Цымбалы (район п. Ахтанизовский), 1978 г. — Гнилая Гора (район г. Темрюк). На некоторых вулканах наблюдаются мощные взрывы — Горелый, Бориса и Глеба, Северо-Ахтанизовский — с выбросом до 1 млн м³ сопочных продуктов. Последнее такое извержение произошло 25 октября 2015 г. в акватории Азовского моря недалеко от берега в районе станицы Голубицкой Краснодарского края.

На Керченском полуострове грязевой вулканизм связан с образованием углеводородных газов в майкопских глинах. Грязевые вулканы (сальзы) и сопки (макалубы) периодически извергают на поверхность грязевые массы и газы с водой и нефтью. Известно 33 вулкана. В зависимости от густоты грязи вулканы имеют форму усеченного конуса с крутыми склонами — Джау-Тепе, Актюбе, Джанкойский, или овальной пологой плосковершинной возвышенности — Ново-Шепетеевский, Солдатский. На сопочных полях развит микрорельеф в виде сальз, грифонов, озер, грязевых чечевиц и т. п. Вулканы несут на себе дочерние грязевые сопки. Последнее крупное извержение произошло на вулкане Булганакский в 1926 г.

Пугачевская группа грязевых вулканов на о. Сахалин также активна и опасна. Наиболее мощное извержение Главного Пугачевского вулкана происходило зимой 2005 г. с выбросом газа и бурным излиянием литокластитовой массы. Это представляет опасность для линейных сооружений в регионе — железных дорог, магистральных нефте- и газопроводов, которая еще и усугубляется повышенной сейсмичностью о. Сахалин — до 9—10 баллов.

В РФ около 40% территории с населением более 20 млн человек относится к зонам повышенной сейсмической активности. Это Курило-Камчатский пояс, о. Сахалин, Верхояно-Колымский пояс, Байкальская рифтовая зона, Алтае-Саянский пояс, Северный Кавказ и Крым. В течение XX в. произошло более 40 сильных землетрясений: на Камчатке и Курилах (1907, 1923, 1952 гг.), в Прибайкалье (Мон-

динское — 1950 и Муйское — 1957 гг.), на Северном Кавказе (Терское — 1912 и Дарьяльское — 1971 гг.). Самым катастрофическим было Нефтегорское землетрясение 1995 г., $M = 7,5$, $I = 9-10$ баллов, в результате которого погибло 2247 человек. Из последних наиболее сильных землетрясений были 11 октября 2008 г. силой более 5 баллов в Республике Чечня, где погибли 13 человек, более 100 пострадали. Подземные толчки ощущались в Дагестане, Ставропольском крае и Грузии.

В Верхояно-Колымской зоне сильными землетрясениями были Нижнеленское (1927 г., $M = 6,8$, $I = 9$) и Артыкское (1971 г., $M = 7,1$, $I = 9$), а на Корякском нагорье — Хайлинское (1991 г., $M = 7$, $I = 8-9$) и Тиличикское (2006 г., $M = 7,8$, $I = 9-10$). Но в силу низкой хозяйственной освоенности и малой плотности населения региона сейсмическая опасность здесь в целом невысока. В Курило-Камчатском поясе происходят самые крупные землетрясения в Северной Евразии, которые сопровождаются цунами с высотой волн до 10—15 м. Самыми сильными были Шикотанское (1994 г., $M = 8$, $I = 9-10$) и Кроноцкое (1997 г., $M = 7,9$, $I = 9-10$) землетрясения. На Сахалине после Нефтегорского произошло Углегорское землетрясение (2000 г., $M = 7,1$, $I = 9$), но оно не нанесло ущерба, т. к. его эпицентр находился вдали от населенных пунктов. В 1967 г. в Амурской области произошло землетрясение с $M = 7$, $I = 9$.

В Алтае-Саянском поясе самое разрушительное землетрясение произошло 27 сентября 2003 г. ($M = 7,5$, $I = 9-10$) в Кош-Агачском районе Республики Алтай. В Байкальской рифтовой зоне сильными землетрясениями были Южно-Байкальское (1742 г., $M = 7,7$, $I = 10$), Цаганское (1862 г., $M = 7,7$, $I = 10$), Байкальское (1903 г., $M = 6,7$, $I = 8-9$), Муйское (1957 г., $M = 7,7$, $I = 10$), Среднебайкальское (1959 г., $M = 6,9$, $I = 9$), Култукское (2008 г., $M = 6,1$, $I = 8,5-9$). Опасность вызывает сейсмичность Урала, т.к. здесь расположены крупные промышленные узлы и мегаполисы. В районе Екатеринбурга зафиксировано 8-балльное землетрясение (1911 г.) и 6—7-балльные землетрясения в районе Первоуральска (1914 г.), Тавды (1967 г.), Серова (1970 г.). Сильное землетрясение в Свердловской области произошло 19 октября 2015 г. с магнитудой 4,1 в 60 км от Екатеринбурга. В 133 км к востоку от Уфы неподалеку от г. Катав-Ивановска 5 сентября 2018 г. произошло землетрясение с магнитудой 5,5. Толчки

были сильные, и многие отмечали мощный удар по домам, от которого ходила ходуном мебель и падали с полок вещи. Известны сильные землетрясения в Западном Предуралье в районе поселков Альметьевск (1914, 1986 гг.), Елабуга (1851, 1989 гг.), Вятка (1897 г.).

В Мурманской сейсмозоне в Карельском и Хибинском узлах происходили 7-балльные землетрясения (1772, 1873, 1967 гг.), а в Кандалакшском узле — 7,5-балльное (1960 г.). Землетрясения возникали в связи с развитием горнорудной промышленности и перемещением больших массивов рудного материала. В центре Хибинского узла 16 апреля 1989 г. произошло техногенное землетрясение силой 7—7,5 балла; ощутимые толчки происходили здесь и позднее — 1994, 1999, 2003, 2004 гг. Сильные 6-балльные землетрясения зарегистрированы в Балтийско-Мезенской зоне в районе поселков Котлас (1829 г.), Мезень (1926 г.), Онега (1987 г.), вблизи Чешской губы (1971 г.) и в бассейне р. Печоры (1914 г.).

В Северокавказском сейсмопоясе с высоким хозяйственным освоением и плотностью населения сильные землетрясения происходят часто и представляют опасность. Это землетрясения в Дагестане (1830 г.), на Нижней Кубани (1879 г.), Тебердинское (1902 г.), в Северной Осетии (1925 г.) и Чеченской Республике (1976 г.). Наиболее катастрофическое землетрясение произошло в Чечне 11 октября 2008 г., в результате него погибло 13 человек, а ущерб составил 5 млрд рублей. Ситуация здесь осложняется тем, что территория Северного Кавказа подвержена воздействию целого комплекса опасных процессов — обвалы, оползни, сели, лавины, которые еще больше активизируются из-за сильных землетрясений.

Высока сейсмическая активность Крыма. Она связана с тектоническими опусканиями блоков земной коры со скоростью в Джанкое — 1,6 мм/год, Черноморске — 1,0 мм/год, Евпатории — 0,7 мм/год, Сиваше — 0,2 мм/год и поднятиями на Тарханкутской равнине — 1,5 мм/год на территории Скифской плиты. Для горного Крыма характерны современные тектонические поднятия со скоростью 2—3 мм/год, для Керченского полуострова — 2 мм/год. Впадина Черного моря прогибается со скоростью около 10 мм/год. Опускается также южное побережье в Алуште — 1,4 мм/год. Самое сильное и разрушительное землетрясение в Крыму произошло 12 сентября 1927 г. в районе Ялты силой

9 баллов. В результате 17 тысяч человек остались без крова, 830 человек было ранено, 16 погибли.

В РФ около 40% территории и 725 городов подвергнуты опасным оползневим процессам — 6—15 ЧС ежегодно. Наибольшее развитие они получили в горах Кавказа, Крыма и Урала, на Среднерусской и Смоленско-Московской возвышенностях, на Правобережном Поволжье, в верховьях Оби, по берегам водохранилищ Приангарья и Приамурья. Самый сильный оползень произошел в 2006 г. в Чечне, когда обильные снегопады и непрерывные дожди в горах шли с самого начала весны, а к маю породили катастрофические оползни: слои горных пород толщиной до 2 метров сходили по склонам, погребая под собой жилые дома и хозяйственные объекты в населенных пунктах Шуани, Беной, Зандак и др.

В Приамурье формируются структурные оползни на общей площади до 700 тыс. км². На Сахалине опасные оползни развиты в городах Холмск, Невельск, Синегорск, Корсаков, Макаров, Чехов; они провоцируются повышенной сейсмичностью острова. Большую угрозу представляют оползни для трассы БАМ на станциях Эжбан, Солах, Эбгунь, Солнечный. На юге Красноярского края, в Республике Хакасия, Иркутской области активное оползнеобразование развито по берегам водохранилищ, а в Алтайском крае оползни серьезно угрожают г. Барнаулу. В Челябинской и Свердловской областях оползни формируются в хозяйственно освоенных и густонаселенных районах, особенно угрожая таким городам, как Нижний Тагил, Аша, Кувша. Высока опасность оползнеобразования по берегам волжских водохранилищ, например, в г. Саратове 9% территории покрыто активными оползнями. В центральных областях РФ — Смоленской, Брянской, Ивановской, Владимирской, Московской — площадь активных оползней достигает 5 км², а в городах ими заняты от 3 до 14% территории.

В Краснодарском крае пораженность оползнями достигает 10—30%, а на Черноморском побережье Кавказа и в Крыму — 70—80% (наиболее опасен район г. Сочи). В Ставрополье потенциально оползневыми считается 1,4 тыс. км² территории, а в самом г. Ставрополе поражено 29% территории, развито 395 активных оползней на площади более 13 км². В Предкавказье поражено активными оползнями в г. Кисловодске более 8%, а в Пятигорске более 6% территории.

В республиках Северного Кавказа пораженность оползнями составляет от 40 до 80%, а их опасность усугубляется высокой сейсмической активностью. Так, в феврале-апреле 1989 г. активизация оползней на Северном Кавказе охватил площадь около 2,5 тысячи км², разрушено 60 населенных пунктов, 7602 здания. В Карачаево-Черкессии 28 мая 1994 г. сход оползня повредил линии электропередачи (ЛЭП) на участке протяженностью около 15 км, разрушено 464 опоры, ущерб составил около 1 млрд руб. В Чечне 5 июня 2007 г. оползень разрушил 47 зданий, электроподстанцию, 9,5 км ЛЭП, 12 км водопровода, 34 км автодорог, 15 мостов. В юго-западной части Южного берега Крыма пораженность оползнями достигает 12%; оползни активизируются через 5—6 лет; максимальная активность наблюдается через 10—11 лет. Оползни серьезно угрожают многочисленным крымским курортам.

Опасные просадочные процессы в грунтах особенно широко распространены в европейской части РФ, в Южном федеральном округе, на юге Сибири. В Приморье в зоне развития просадочных грунтов расположены города Белогорск, Хабаровск, Дальнереченск, Спасск-Дальний, Арсеньев, Артем, Уссурийск и др. В Сибири активные просадки развиты на территории городов Красноярска, Иркутска, Барнаула, Новосибирска, Бийска, Кемерово, в Верхнем Приангарье и Приобье, а также в густонаселенных районах Урала и Поволжья. В центральных областях РФ пораженность просадочными процессами достигает, например, в Тамбовской области — 57%. В Москве с 1930-х гг. причинами разрушений зданий в 70% являлись просадки грунтов. В Ростовской области в г. Волгодонске 80% зданий расположено на неустойчивых лессовых грунтах, а в г. Ростове, Таганроге, Новочеркасске они значительно удорожают строительство. На Терско-Кумской лессовой равнине более 30% площади поражено просадками грунта, особенно в г. Буденновске и Волгодонске. В кавказских республиках площадь распространения просадок достигает 10—25%. Особенно опасны природно-техногенные просадки в местах добычи и первичной переработки полезных ископаемых: горючих сланцев, бокситов, фосфоритов, огнеупорных глин (г. Сланцы, Бокситогорск, Кингисепп, Боровичи, Подпорожье), железных руд (Курская магнитная аномалия), угля (Республики Коми и Хакасия, Кемеровская, Тульская и Смоленская области).

Опасные карстовые и суффозионные процессы развиты в Центральной России и на юге Сибири, где им подвержено более 300 городов, в т. ч. крупные — Москва, Нижний Новгород, Самара, Казань, Уфа, Пермь, Новосибирск, Красноярск, Иркутск и др. Крупные карстовые провалы имели место на Ямале в 2014 г. — диаметр воронки 60 м, глубина 40 м, в Новгородской области в 2017 г. — диаметр воронки 50 м, глубина 60 м. На Дальнем Востоке карстовые процессы проявляются на Алданском нагорье, в бассейне Средней Лены, на хр. Черского, в горах Сихотэ-Алиня. На юге Сибири активный карст и суффозия развиты в Горном Алтае, Кузнецком Алатау, на Салаирском кряже, по берегам ангарских, енисейских и обских водохранилищ, в бассейне р. Аргунь. На Урале и в Среднем Поволжье пораженность суффозией и карстом достигает 25—50% — Республики Татарстан, Марий Эл, Свердловская область. Высока пораженность карстом и суффозией в Архангельской области — от 25 до 57%. В центральных областях России активный карст и техногенно спровоцированные суффозионные провалы особенно угрожают крупным городам — Москве, Владимиру, Рязани, Твери, Брянску, Липецку, Воронежу и др. На юге России карст и суффозия особо опасны на Донбассе, на Приволжской возвышенности, в Нижнем Поволжье. Повсеместно развиты опасный карст и суффозия в предгорьях и горах Кавказа. В Крыму на Главной горной гряде преобладает экспонированный, а в Предгорных грядках — покрытый и подземный карст.

Опасные абразионные процессы широко распространены в связи с большой протяженностью береговой линии в РФ — около 125 тысяч км. Из них 41% берегов морей и 36% берегов водохранилищ активно разрушаются. В зоне непосредственного воздействия абразии расположено 53 крупных города. Обычно в первые годы после строительства и ввода в эксплуатацию ГЭС скорость разрушения берегов водохранилищ достигает 60—100 м/год, затем снижается до 1—5 м/год. Так, на Ангарском каскаде водохранилищ средняя ширина полосы размыва за период эксплуатации достигла 200 м. Наиболее сильная переработка берега произошла в 1961—1962 гг. в районе п. Артумей на Братском водохранилище, где в течение 2 лет берег отступил на 1,1 км, что потребовало переноса поселка на новое место. На обских и енисейских водохранилищах скорость размыва

берегов достигает 5—10 м/год, а ширина полосы размыва — 300—500 м. На Байкале абразионные процессы представляют высокую опасность для железнодорожных и автомобильных магистралей, городов и предприятий, жилого фонда на участках Северо-байкальск — Нижнеангарск и Култук — Мысовая.

В Среднем Поволжье активно разрушаются берега на водохранилищах: Куйбышевском — 75%, Волгоградском — 72%, Саратовском — 70%, Горьковском — 65%, Камском — 50%. В зоне Куйбышевского водохранилища подтоплению подвержено 43 населенных пункта, более 60 промышленных объектов, более 10 тысяч га сельхозугодий. Ежегодный ущерб от абразии, например, в Республике Татарстан достигает 2,5 млрд руб. В центре РФ наибольшему разрушению подвергнуты берега Белгородского водохранилища — 50%.

Активно развита абразия и термоабразия по берегам северных морей: Белого — 25%, Восточно-Сибирского — 21%, Карского — 19%, Лаптевых — 16%, Чукотского и Баренцева — 15%, Берингова — 14%. На арктических островах скорость и масштабы абразии больше, а протяженность таких берегов достигает 50—80%. Следует отметить Обскую, Тазовскую и Гыданскую губы, где разрушительным процессам подвержено около 60% берега, а скорость отступления достигает 5—6 м/год. В последние годы эти процессы усугубляются глобальным потеплением и таянием арктических льдов и вечной мерзлоты.

В Японском море абразионные берега занимают 90% и наиболее опасны на Сахалине. В Охотском море доля абразионных процессов невелика — 5%, но скорость отступления берега достигает 5 м/год. На Балтийском море разрушению подвержено Калининградское побережье, ущерб исчисляется десятками млн рублей в год. На южных морях размыву подвергаются берега Ейского и Таманского полуостровов (до 65%) и Таганрогского залива (до 47%). Отступление берега угрожает городским и портовым сооружениям, а потери сельхозземель оцениваются в 15—17 га/год. Особенно опасна абразия по берегам Черного моря в связи с их высоким освоением и густонаселенностью. Разрушению берегов способствует постоянное изъятие рыхлого материала для создания искусственных пляжей и других строительных работ. Самыми опасными на Каспийском море являются берега Дагестана, например, в райо-

не г. Каспийска и Дербента, где скорость абразии достигает 20—25 м/год.

Опасные процессы оврагообразования развиты в центральных и южных областях РФ, где площадь сельхозземель, пораженных оврагами, достигает 6 млн га, а площадь пашен ежегодно сокращается на 100—150 тысяч га. На Дальнем Востоке оврагообразование развито в бассейнах рек Зея и Буряя, в районе г. Уссурийска, в Сибири — в Новосибирской и Иркутской областях, Алтайском и Красноярском краях. Так, в Минусинской котловине плотность оврагов достигает 2—5 ед./км², в Верхнем Приангарье — 2 ед./км². Природно-техногенное оврагообразование развито на осваиваемых землях Западной Сибири. Высока пораженность оврагами на Приволжской возвышенности, в Волгоградской и Ростовской областях, в бассейнах рек Северная Двина и Печора — до 2—5 ед./км². Сильно изрезаны берега рек на Смоленско-Московской возвышенности и в Ставропольском крае — до 2 ед./км².

Особенно опасны для сельскохозяйственной инфраструктуры и урожайности культур процессы плоскостного смыва и развеивания почв — дефляции, почвенная эрозия. Ежегодно в РФ с пашен сносится свыше 500 млн т плодородного слоя почвы, недобор зерна по причине водной и ветровой эрозии составляет 15—16 млн т/год, а ущерб — 9,7 млрд рублей/год. На Дальнем Востоке интенсивность смыва почв в Амурской области составляет 4—5 т/га/год, в Хабаровском крае — 5—7 т/га/год, в Приморском крае — 7—10 т/га/год, в Еврейской автономной области — 10—15 т/га/год. В Сибири наибольшая площадь эродированных угодий отмечается в Алтайском крае — 18,3%, в Забайкальском крае — 11,7%, в Республике Бурятия — 7,2%, в Республике Тыва — 5,2%. В Кузнецкой котловине и на северных склонах Кузнецкого Алатау ежегодный смыв почв достигает 7—10 т/га/год, на Иркутско-Черемховской равнине — 5—15 т/га/год, в долинах рек Селенгинского среднегорья — 10—20 т/га/год. Дефляционным процессам наиболее подвержены сельскохозяйственные земли Алтайского края — 32,7%, Хакасии — 24%, Омской области — 18,2%, Бурятии — 14,9%. Наибольшие площади эродированных сельхозугодий характерны для Среднего Поволжья: Чувашия — 88,4%, Башкортостан — 78,4%, Татарстан — около 70%, Удмуртия — 64,7%,

Марий Эл — 54%, Ульяновская область — 57%, Саратовская — 44,1%, Оренбургская — 35,3%. Дефляции наиболее подвержены области: Саратовская — 67,9%, Оренбургская — 55,5%, Самарская — 50,8%.

На севере РФ высокие величины эрозионного смыва, до 10—15 т/га/год, характерны для Архангельской, Вологодской, Псковской и Новгородской областей, Республики Коми. Активная дефляция отмечается в Большеземельской тундре (при техногенном нарушении дернового покрова), в Калининградской (перевеиваемые пески, дюны) и Псковской областях.

Высокой опасности водной эрозии подвержены Тульская, Орловская и Курская области, дефляция развита в степной и лесостепной зонах Центрального Черноземья. На юге РФ наибольшей пораженностью сельхозземель эрозией отличаются Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края с максимумом в республиках Северного Кавказа, где смыв и дефляция почв в отдельных районах превышают 30 т/га/год. Дефляцией сильно поражены сельхозугодья в Астраханской и Ростовской областях, Республике Калмыкия, Ставропольском крае. В Ростовской области при среднем сносе в 10—50 т/га/год, в Зимовниковском районе он может достигать 100 т/га/год, а площадь пашни Ставропольского края, находящаяся под угрозой ветровой эрозии, составляет 3,4 млн га, или 87% пахотных угодий.

Большую опасность в РФ представляют русловые процессы в речных долинах, разрушающие берега со скоростью более 10 м/год. К ним относятся долины рек Терек, верхняя Обь, нижний Амур, Северная Двина, Вычегда. Близких значений скорость русловых процессов достигает на Дальнем Востоке — по рекам Лена, Вилюй, Яна, Индигирка, Колыма, Амгуэма, Зея; в Сибири — Иртыш, Бия, Катунь, Чарыш; на Урале — Тобол, Казым, Урал; в Поволжье — Вятка, Кама, Самара, Уфа, Белая; на севере России — Мезень, Сула, Печора, Ловать; в центре России — Жиздра, Угра, Десна, Ока, Клязьма, Молога; на юге России — Кубань, Егорлык, Калаус, Кума, Хопер, Северский Донец. В РФ более 360 городов расположены на участках рек, где активно протекают деформационные русловые процессы.

Засоленные почвы распространены в зоне степей и полупустынь, где их площадь составляет

54 млн га, или 21,5% сельхозугодий. Наибольшую опасность засоление почв представляет в Калмыкии и Дагестане, Астраханской, Волгоградской, Новосибирской и Омской областях, Алтайском крае. На Дальнем Востоке засоление характерно для Якутии — 39% сельхозугодий и 50% пашни. В Сибири засоленность почв отмечается в Омской (39,4%) и Новосибирской (38,7%) областях, в Алтайском крае — 7—9%, Кемеровской области — 5—7%, Бурятии — 2,4%, Забайкальском крае — 1,6%. На Урале и Поволжье высока засоленность почв в областях: Курганская — 50%, юг Тюменской — 40%, Саратовская — 31%, Челябинская — 20%, Оренбургская — 18,7%, Самарская — 5%. Вторичное засоление отмечается в районах нефтегазодобычи в Саратовской, Самарской и Оренбургской областях, где развито орошаемое земледелие. Высоко засоление в Центрально-Черноземном районе в Воронежской, Белгородской, Курской, Липецкой и Тамбовской областях — 8—10%. На юге РФ засоленные почвы составляют в Республике Дагестан — 50—55%, Республике Калмыкия — 49% (2,7 млн га), Астраханской области — 40—45%, Ставропольском крае — 36,2%, Чеченской Республике — 31%, Ростовской области — 21%, Волгоградской области — 16,4%.

Опустыниванием в РФ охвачена площадь более 100 млн га. Это Прикаспийский регион, где происходит деградация Черных земель Калмыкии и Кизлярских пастбищ Дагестана, частично Астраханская, Волгоградская и Ростовская области, Ставропольский край. Опустынивание резко усиливается при строительстве линейных сооружений, оборудовании пастбищ и скотопрогонных трасс, нерациональной распашке земель. В 1988 г. Черные земли Калмыкии объявлены зоной экологического бедствия, где 75—80% площади пастбищ подверглись опустыниванию, а голые перевеиваемые пески составили 37,6%. Сейчас ситуация несколько исправилась, но только из-за снижения поголовья скота и ареалов выпаса. Площадь пустошей в Дагестане — около 3 млн га, в Ростовской области — 2,1 млн га, Волгоградской — 1,4 млн га, Астраханской — 1,3 млн га. В связи с глобальными изменениями климата опустынивание стало проявляться в предгорьях Алтая, Восточном Забайкалье, на юге Дальнего Востока. Из-за опустынивания в этих же районах возросла опасность пыльных бурь. Особенно

сильными и масштабными были пыльные бури на Нижнем Доне и Поволжье, Северном Кавказе в 1882, 1948, 1969, 1984, 1999 и 2003 годах, пыль от них оседала на территории Германии и Финляндии. Ущерб от пыльных бурь 1999 и 2003 гг. составил 110 млн рублей (Ростовская область) и 250 млн рублей (Ставропольский край) соответственно.

2. Гляцио-гидрологические опасности

Опасность криогенных процессов в РФ высока, поскольку 65% территории находится в зоне распространения сезонных и многолетнемерзлых горных пород. Она протягивается от севера Кольского п-ова вдоль северного побережья европейской части страны, через Западную Сибирь до Среднего Приобья, охватывает Среднюю и Восточную Сибирь, Дальний Восток, Забайкалье, Алтае-Саянскую горную страну, все арктические острова и шельф Полярного бассейна. В Якутии и на Чукотке толщина многолетнемерзлых пород составляет 100—500 м, а глубины растрескивания земной поверхности достигают 4—6 м. Процессы сезонного криогенного пучения распространены и на юге Дальнего Востока, высота бугров пучения здесь достигает 7—8 м, диаметр — 20—30 м, встречаются термокарстовые озера и овраги. На берегах арктического побережья развит термоабразия, достигающая скорости 20 м/год. Солифлюкционные и сплывные склоны занимают 15—20% территории. Речные наледи на реках Сибири достигают иногда протяженности в 500 км, а их мощность составляет 7—8 м.

В горных районах РФ распространены термоэрозионные курумы и осыпи, нагорные террасы, нунатаки и поверхности альтипланаии. На равнинах термокарст приводит к формированию аласовых котловин на обширных территориях Западной Сибири и севера Якутии. Особую опасность геокриологические процессы представляют для Норильского промышленного района, западносибирских нефтегазоносных провинций и нефтегазоперерабатывающих промышленных центров, транспортных магистралей на Алтае и в Саянах. Наледи подземных вод широко распространены в Прибайкалье и Забайкалье, мощные жильные льды — на Северном Урале. На севере европейской части РФ криогенными процессами поражено до 20% территории, бугры пучения в Архангельской области достигают высоты

5 м и диаметра 70 м. Здесь особой опасности подвергаются крупнейший топливно-энергетический комплекс России на территории Республики Коми, железнодорожные и автомобильные магистрали. В условиях глобального потепления климата скорость оттаивания мерзлоты в РФ достигла 20 см/год, что является дополнительным фактором, провоцирующим активное развитие опасных геокриологических процессов в уже хорошо освоенных районах.

Покровное оледенение сосредоточено на островах Арктики и занимает площадь более 56 тыс. км²; средняя толщина льда составляет от 100 м (архипелаг Земля Франца-Иосифа) до 300 м (архипелаг Новая Земля). Покровное оледенение Арктики представляет опасность в связи с функционированием Северного транспортного пути. В последнее время добавилась активная разведка месторождений минерального и углеводородного сырья на арктических островах и шельфе. Горно-долинное оледенение в РФ общей площадью более 3,4 тыс. км² распространено в основном по горным системам Кавказа, Алтая и Камчатки, однако имеются небольшие очаги оледенения на юге Восточной Сибири, в Хибинах и на Урале. Этот тип оледенения представляет большую опасность в связи с тем, что распространен на территории хорошо освоенных в хозяйственном отношении и густонаселенных районов.

На хребте Черского насчитывается 372 ледника общей площадью 155,3 км², а на хребте Сунтар-Хаята — 128 ледников общей площадью 122,1 км². На Камчатке сосредоточено 30 ледников суммарной площадью 225,2 км², а на Кроноцком хребте — 32 ледника занимают площадь 92 км². Эти ледники опасны тем, что в результате вулканической деятельности на них формируются мощные грязе-пирокластические потоки — лахары. На Корякском нагорье и Срединном хребте представлено 1576 ледников общей площадью 762,3 км².

Площадь оледенения Алтая оценивается в 804,9 км², а самыми крупными ледниками являются Большой Талдуриинский (25,8 км²) и Алахинский (18 км²). Скорость движения ледников достигает 100—120 м/год, и в связи с потеплением и иссушением климата Центральной Азии многие из них активно разрушаются. Все небольшие ледники Саянских гор приурочены к массиву Мунку-Сардык (Восточный Саян) и верховьям рек Кизир и Казыр

(Западный Саян). В горах Бырранга сосредоточено 96 ледников, но их общая площадь невелика — около 30 км². На плато Путорана представлены только мелкие ледники. На Северном Урале обнаружено 143 мелких ледника общей площадью около 28 км². Площадь оледенения Северного Кавказа составляет 791 км², при количестве ледников 1359, объеме льда в 45,2 км³ и средней толщине ледников 57 м. Ледники здесь активные, быстро движущиеся, пульсирующие, с большим количеством ледовых обвалов, формируют подпрудные озера, которые после прорыва образуют катастрофические сели и наводнения. Так, в 1902 г. в результате пульсации ледника Колка грязекаменный селя перекрыл всю долину р. Геналдон на 12 км, погибло 32 человека. К 2002 г. ледник Колка образовал висячий край, который 20 сентября ударил в его тыловую часть и вызвал движение вниз по долине р. Геналдон ледово-водно-каменного потока объемом около 100 млн м³ со скоростью 200—220 км/час. Высота селя достигала 30 м. В результате был полностью занесен поселок Нижний Кармадон, в т. ч. 3-этажные здания, базы отдыха, линейные сооружения, погибло более 120 человек.

Селеопасные районы занимают 20% площади РФ. В Амурской селеопасной области повторяемость ливневых водокаменных селей составляет: мелких — 1 раз в 2—4 года, крупных — 1 раз в 10—12 лет; в Сахалинской, соответственно, 3—5 и 12—15 лет; в Восточно-Саянской — 4—8 и 16—30 лет; в Хибинской — 6—10 и 25—40 лет. На Камчатке распространены вулканогенные сели, а на плато Путорана — водоснежные потоки. Разрушительные сели характерны для хорошо освоенного южного побережья Байкала, для трассы БАМ, где они провоцируются сильными землетрясениями. На Северном Кавказе выделен 951 селевой бассейн общей площадью 23,5 тысячи км²; наиболее опасны левые притоки р. Терек; повторяемость катастрофических селей составляет 1 раз в 3—5 лет. Так, 27 июля 2005 г. в Куррахском районе Республики Дагестан под селом погибло 8 человек. Высока селевая опасность в горном Крыму, где селям свойственны кратковременность, высокая скорость, резкий подъем уровня, пульсационный характер, высокая насыщенность наносами. Самый катастрофический из зарегистрированных селей в Крыму произошел в июле 1967 г. по реке Кутлак, когда погибло 20 человек. Последние наи-

более катастрофические сели имели место в 2014 г. в Республике Бурятия в районе курорта «Аршан», в 2015 г. между Дагомысом и Сочи, в 2016 г. в Чечне и Дагестане, в 2017 г. в районе Судака, Феодосии и Коктебеля в Республике Крым.

Лавиноопасность характерна для всех высокогорных районов РФ, но наиболее высока на Северном Кавказе и Сахалине в связи с большой освоенностью этих регионов. Лавины наносят ущерб, прежде всего транспортным артериям. В Магаданской области ежегодно от схода лавин погибает от 1 до 120 чел. На Камчатке объем сошедших лавин в 1996 г. составил 3,8 млн м³, под снеговой завесой потерпел крушение самолет ИЛ-76, 20 членов экипажа погибли. В 2010 г. на перевале Дудук в районе Елизово (пригород Петропавловска-Камчатского) лавиной занесло туристическую группу и спасательный вертолет Ми-8, погибло 10 чел. На Сахалине лавиноопасности подвержено 70% территории, 47 населенных пунктов, более 500 км автодорог, с 1928 по 2006 гг. погибли 340 человек, разрушено более 100 жилых домов. В Сибирском федеральном округе от схода лавин в период с 1925 г. погибло 135 чел., в Хибинах с 1930 г. — 170 чел. Высокая лавиноопасность характерна для всего Северного Кавказа, где ежегодно гибнет в среднем 5—7 чел., а ущерб исчисляется миллиардами рублей. Самая катастрофическая лавина имела место в 2004 г. в Северной Осетии.

Образование покровного льда представляет опасность для судоходства на всех арктических морях России; в Охотском море — в Удской и Пенжинской губах, заливах Амурском, Академии и Шелиховском; в акватории вокруг Сахалина и Приморья, в Финском заливе Балтийского моря; Таганрогском заливе Азовского моря, портах Северного Каспия. Образование зимнего льда представляет опасность на реках Алдан, Вилюй, Колыма, Нижняя Тунгуска, Обь, Томь, Онега, Северная Двина, Мезень, Печора, Волга, Дон, Кубань, Терек.

Суммарная площадь земель, подвергающихся опасным наводнениям, в РФ составляет около 350—400 тысяч км², или 2—2,5% площади страны. Под угрозой затопления находится более 700 городов и несколько тысяч поселков, сотни тысяч га сельхозугодий. Наибольшую угрозу представляют вызванные тайфунами ливневые наводнения в Приморье в бассейне Амура, на Сахалине, заторные

явления в Республике Саха (Якутия). В Сибири наибольший ущерб наводнения наносят в Красноярском крае и в Иркутской области, в Республиках Алтай и Тыва; на Урале — в Тюменской, Курганской и Свердловской областях; в Поволжье — в Республике Башкортостан, Кировской и Саратовской областях; на севере РФ — в Республике Коми, Вологодской, Архангельской и Ленинградской областях; в центре РФ — в Курской, Орловской, Липецкой, Калужской, Московской и Рязанской областях; на юге РФ — практически во всех субъектах федерации, особенно в бассейне р. Кубани.

Катастрофическое наводнение случилось в Иркутской области и Якутии в мае 2001 г. на реках Лена, Нижняя Тунгуска, Туманшет, Непа и др. В зоне затопления оказалось 2965 жилых домов с населением 23 тысячи человек. Город Киренск был затоплен на 80%, повреждено 1323 дома, электростанция, 1 человек погиб, пострадало 16 тысяч, эвакуировано 565 человек, сильно разрушен аэропорт. Материальный ущерб составил 49 млн руб. По районам Иркутской области ущерб был очень велик: Мамско-Чуйский — затоплен п. Горная Чуя; Катангский — затоплены все поселки вдоль Нижней Тунгуски; Усть-Кутский — пострадала часть города Усть-Кута и поселки на р. Лене, эвакуировано 150 человек; Жигаловский — подтоплено 250 домов, сильно повреждена дорожная сеть, 12 мостов, эвакуировано 330 человек.

С наводнениями связаны повреждения и прорывы напорных гидротехнических сооружений. Так, в Красноярском крае на р. Минусинка 16 июня 1993 г. была прорвана дамба и затоплено 400 жилых домов. В Республике Башкортостан 7 августа 1994 г. была прорвана плотина Тирлянского водохранилища на р. Белой, потоком воды снесено и разрушено 300 домов, 70 человек погибли. В Свердловской области 7 августа 1994 г. в г. Серове прорыв плотины на р. Каква привел к разрушению более 1,5 тысячи домов, 4 мостов, 6 человек погибло. Повышенный сброс воды на Ириклинском водохранилище при половодье весной 2000 г. привел к затоплению г. Орска и окружающих населенных пунктов (более 24 тысяч жилых домов). В Алтайском крае 23 мая 2001 г. была размыва защитная дамба на р. Обь.

Заторные явления на реках в период половодья приводят к разрушительным последствиям. Па-

водок в августе 1993 г. по р. Селенге и ее притокам в Республике Бурятия затопил 8 тысяч жилых домов и более 10 тысяч дачных участков, 1240 км дорог, 142 подстанции, 2 человека погибло; в марте 1998 г. паводок подтопил 88 поселков, разрушил 210 км дорог, 870 км ЛЭП, 72 моста, 12 человек погибло. Наводнение в европейской части РФ в мае 1994 г. затопило более 700 населенных пунктов, повредило более 3 тысяч км дорог, около 500 мостов, ущерб составил 1,2 трлн рублей. В мае 2001 г. на р. Лене в Якутии был полностью затоплен г. Ленск и множество других поселков, в целом около 9 тысяч жилых домов, повреждено более 700 км ЛЭП, более 200 трансформаторных подстанций, 97 котельных, 200 км дорог, 7 человек погибло, ущерб составил 6 млрд рублей. В это же время значительный ущерб от наводнений наблюдался и на других крупных реках Сибири и их притоках: Обь, Енисей, Ангара, в зону подтопления попало около 200 населенных пунктов, погибло 7 человек. В южных районах Иркутской области 7 июля 2001 г. из-за сильных дождей ряд рек (Иркут, Китой, Белая, Ока и др.) вышел из берегов и подтопил 63 населенных пункта. Особенно пострадал город Саянск. Повреждено 408 км автомобильных и 100 км железных дорог, 63 моста, 35 км ЛЭП, разрушены 52 опоры, остановлена работа 8 предприятий, погибло 11 и пострадало 300 тысяч человек, затоплено 4640 домов. Ущерб превысил 1 млрд руб. На юге России ливневый паводок на Черноморском побережье Кавказа в августе 2002 г. на участке от Новороссийска до Сочи унес жизни 59 человек, ущерб составил 1,7 млрд рублей.

Высокое половодье на р. Иртыш в мае 2007 г. затопило 35 населенных пунктов и около 650 км дорог. В мае 2010 г. в Республике Северная Осетия разрушены 2 дамбы, 15 мостов, 30 км дорог, более 3 тысяч га сельхозземель, ущерб составил 750 млн рублей. В ночь на 7 июля 2012 г. на Черноморском побережье Кавказа паводок затопил тысячи жилых домов в городах Геленджик, Крымск и Новороссийск, в ряде поселков Краснодарского края. Нарушены системы энерго-, газо- и водоснабжения, автомобильное и железнодорожное движение. Погибли 168 человек, еще двое пропали без вести, 60 тысяч человек пострадали. Полностью разрушены 1690 домов, а так или иначе повреждено было около 6100 домов. Ущерб составил более 20 млрд рублей. В конце лета

2013 г. на Дальний Восток обрушился сверхмощный паводок, который привел к самому масштабному и катастрофическому наводнению за последние 120 лет. Оно охватило 5 субъектов ДФО, площадь затопленных территорий составила более 8 млн км². Было подтоплено 37 муниципальных районов, 235 населенных пунктов и более 13 тысяч жилых домов, пострадало свыше 100 тысяч человек.

Опасному подтоплению на территории России подвержено 960 городов: Москва, Санкт-Петербург, Казань, Ростов-на-Дону, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Хабаровск, Иркутск, Рубцовск, Курган, Саратов, Псков, Ярославль, Калуга, Астрахань, Волгодонск. Общая площадь подтопляемых земель превышает 80 тысяч км², из которых 35 тысяч км² приходится на сельхозугодья. Широко развито подтопление по берегам водохранилищ Зейско-Бурейского бассейна, Ангарского и Енисейского каскадов ГЭС, по рекам Обь, Волга, Иртыш, Урал, Тобол, Конда, Северная Сосьва, Шуя, Кубань, Терек, Кума и др.

Образование опасных заторов и зажоров приурочено к участкам рек со специфическим геоморфологическим строением. Таких участков в России около 2100 на 1100 реках. Для территории Дальнего Востока особую опасность представляют заторы на р. Лена — в районе городов Ленск, Якутск, Олекминск, Покровск, на реках Амурской и Магаданской областей, Хабаровского края, Сахалина и Камчатки. В Сибири заторы и зажоры образуются на Енисее и Ангаре, Верхней Оби; на Урале — в Свердловской, Челябинской и Курганской областях; в Поволжье — в Самарской, Саратовской и Ульяновской областях; на севере РФ — в бассейнах Северной Двины и Печоры; в центре РФ — в Ярославской, Тверской, Орловской, Воронежской, Костромской областях; на юге РФ — в Краснодарском крае и Волгоградской области. Наибольшие подъемы уровня воды в результате заторов и зажоров наблюдаются на реках: Нижняя Тунгуска — 10—33 м, Лена — 9—20 м, Печора, Уса, Ижма и Цильма — 6—16 м, Подкаменная Тунгуска — 10—15 м, Енисей — 8—15 м, Урал — 5—15 м, Поной — 8—14 м, Унжа — 5—14 м, Иртыш — 8—13 м, Ангара и Витим — 8—12 м, Сев. Двина, Вага и Сухона — 7—12 м, Томь — 6—12 м, Волга — 4—12 м, Дон — 3—12 м, Сура, Сытва и Уфа — 5—11 м, Обь — 4—11 м, Мста, Пола, Ловать — 4—11 м, Онега — 4—11 м, Алдан — 6—10 м, Уда — 6—10 м и др.

Не меньшую опасность представляют маловодья. В Центральной Якутии, на юге Приморья, на предальтайских и предаянских равнинах, в степях Забайкалья недостаток водных ресурсов возникает в связи с низким природным потенциалом и активным антропогенным использованием вод. В Поволжье от маловодий страдают Саратовская, Курганская и Оренбургская области; в центре РФ — Курская, Белгородская и Воронежская области; на юге — Астраханская, Ростовская и Волгоградская области, Республики Калмыкия, Крым и Дагестан. Наибольшие антропогенные нагрузки на речной сток наблюдаются в Омской, Ростовской, Новосибирской, Астраханской, Волгоградской, Курганской областях, в Алтайском, Краснодарском и Ставропольском краях, Республиках Калмыкия, Дагестан, Татарстан.

Наиболее цунамиопасными районами РФ являются побережья Камчатки и Курил. В ноябре 1952 г. здесь имело место самое разрушительное цунами, вызванное землетрясением с магнитудой 8,25, охватившим более 700 км побережья. Три огромные волны высотой до 14—20 м, достигшие побережья Курил через 20—25 мин после землетрясения, обрушились на город Северо-Курильск на о. Парамушир. Город, располагавшийся на высотных отметках 10—15 м, был полностью уничтожен, погибло 11 тысяч человек. Три волны высотой до 15—18 метров уничтожили поселковые поселения Утесный, Прибрежный, Бабушкино, Подгорный с крупным рыбокомбинатом, Козыревский с двумя рыбозаводами. Цунами причинило большой ущерб поселкам Семячик, Кронок, Налычево, Халактырка. На мысе Пираткова смыта гидрометеостанция (жилой дом и метеоплощадка с оборудованием).

Опасные процессы заболачивания в РФ распространены на площади 100 млн га. На Дальнем Востоке — это Зейско-Буреинская равнина и предгорья Малого Хингана, Северо-Сахалинская низменность; в Сибири — весь север Западной Сибири и Красноярского края; на Урале — район Нижнего Тагила и Екатеринбург; в Поволжье — в Ульяновской области и Республике Татарстан; на севере европейской части РФ — в Архангельской и Псковской областях, Республике Коми; в центре РФ — в Тверской, Московской и Смоленской областях, на юге РФ — в Краснодарском крае и Республике Кабардино-Балкария.

3. Климатические опасности

В РФ встречаются районы как чрезвычайно холодные, так и жаркие, засушливые или чрезмерно увлажненные. Воздействие погодных экстремумов на организм человека неодинаково от района к району: если мороз в -30 — -40 °С для жителей европейской части России — это ЧС, то для жителей Якутии — обыденное явление. Центральная Якутия вообще является полюсом абсолютного холода, где температуры зимой могут опускаться до -70 °С, а в Магаданской области достигать -60 °С. Экстремально низкие температуры отмечаются для всего севера Сибири, где они существенно удорожают развитие нефтегазопромыслов и металлургической отрасли, а на юге Сибири — во всех горных районах. Локальные очаги холода встречаются и в европейской части России, образуя в отдельные годы опасные для людей аномалии. Повышенную угрозу они представляют для республик Среднего Поволжья.

Экстремально высокие температуры воздуха характерны для юга Приморья и левобережья среднего Амура, где они представляют опасность для развития сельского хозяйства. В этом смысле следует отметить также аграрные районы юга Западной Сибири, где часто отмечаются засухи. Высокий риск ведения сельского хозяйства из-за высокой температуры воздуха для Среднего Поволжья и Центрально-Черноземного района, юга России в Ставропольском и Краснодарском краях. Особенно засушливыми районами России являются левобережье Амура, Забайкалье, предгорные районы Алтая, Республика Тыва, Южный Урал, Среднее и Нижнее Поволжье, субъекты РФ в Предкавказье, Республика Крым.

Высокая опасность сильных дождей характерна для юга Приморья и всего бассейна Амура в связи с ярко выраженным муссонным климатом, а также в Калининградской области, в районе Санкт-Петербурга и в Московской области, на юго-западе Центральной России, в Предкавказье и Ростовской области. Наибольшие значения суточного максимума атмосферных осадков характерны для юго-восточного побережья Камчатки, юга Сахалина, Курильских островов, Черноморского побережья (могут достигать более 200 мм), юга Приморского края (до 180 мм). Например, 24 октября 2018 г. в районе Туапсе и Сочи выпало 198 мм осадков, и в последу-

ющие дни обильные дожди вызвали катастрофические паводки, которые затопили более 2 тысяч домов, разрушили мост на федеральной трассе к Сочи, газопровод, обеспечивающий газоснабжение прибрежных городов, парализовали движение на железных дорогах, пострадало около 3 тысяч человек, эвакуировано — около 800, 6 человек погибли, более 60 получили ранения. К районам, где возможно выпадение суточного максимума осадков до 100 мм, относятся побережье Азовского моря, отдельные районы юга и центра России, склоны Южного Урала, отроги Алтае-Саянской страны, Хамар-Дабана, территории Амурской области и Хабаровского края.

Гололедно-изморозевые явления наиболее опасны для Северного Кавказа и Калмыкии (до 1060 г/м), Сахалина (до 1600 г/м), Алтая (до 1640 г/м). Они опасны в основном для опор и проводов ЛЭП, поскольку ведут к их утяжелению и обрыву. На Дальнем Востоке возможны ЧС из-за гололедно-изморозевых явлений на Камчатке, в Корякии, Якутии, Магаданской области; в Сибири — на севере Красноярского края, Республиках Алтай и Тыва; в европейской части страны — в Мурманской и Архангельской областях, Республиках Коми и Калмыкия, в горных районах Северного Кавказа. Эти опасные явления могут возникать в достаточно благополучных районах. Так, в Краснодарском крае 13 ноября 1994 г. в результате проливного дождя с последующим похолоданием до -6 °С и усилением ветра до 20 м/с произошли отложение льда на дорогах и ЛЭП, аварии на трассах, разрывы проводов и падение опор ЛЭП, ущерб составил 20 млрд рублей, а 22 ноября 2004 г. из-за обильного снегопада и обледенения проводов вышли из строя 156 км ЛЭП и 113 подстанций, без энергоснабжения остались 120 тысяч человек. В Калужской области 12 ноября 2000 г. в результате сильного ветра с мокрым снегом вышли из строя 94 ЛЭП, 796 подстанций, обесточено 414 поселков.

Опасность туманов особенно высока на побережьях морей, обеспечивающих судоходство. Это Камчатка, Курилы, юг Сахалина, Приморье, Северный морской путь (особенно в районе Гыданской губы, Таймыра и пролива Вилькицкого), побережье Баренцева и Черного морей. Во внутриконтинентальных районах сильные туманы приводят к ДТП, крупным авариям, перебоям в работе аэропортов. Особенно

опасны они на Дальнем Востоке — в Якутии и Амурской области; в Сибири — в Республике Хакасия, в районе Новосибирска и Омска; на Урале и Среднем Поволжье — в Саратовской области, Татарстане и Чувашии; в Центральной России, особенно в крупных городах Москве, Калуге, Орле, Курске, Белгороде; на юге — в Ростовской области и Краснодарском крае, в предгорной части Северного Кавказа.

Высокая опасность градобитий характерна для бассейна р. Зeya, Средней Лены и Южного Приангарья, предгорных районов Алтая и Саян, для Центрального и Центрально-Черноземного районов, всего юга РФ. Грозы и молнии опасны для сельскохозяйственных и лесных угодий, ЛЭП как источники их воспламенения. Особенно высока вероятность таких ЧС в Приморском и Хабаровском краях, республиках Среднего Поволжья, Курской, Белгородской и Воронежской областях, Краснодарском крае и Предкавказье.

Усиление ветра до 15 м/с при наличии дополнительных факторов — рыхлого снега, иссушенной поверхности почвы — способствует развитию сильных (продолжительностью более 12 часов и видимостью менее 500 м) метелей и пыльных бурь. Объем сдуваемой почвы, иногда слоем до 10 см, может переноситься на дальние расстояния и оседать в виде наносов толщиной до 15 см. Зимой, при небольшой высоте снежного покрова, отмечаются снежно-пылевые бури. Механическое разрушение поверхности почвы приносит большой ущерб посевам сельскохозяйственных культур. Пыльные бури характерны для степных и лесостепных районов юга России, протягивающихся от Ростовской области до Забайкалья. Они происходят и на Дальнем Востоке, на Приханкайской равнине. Наиболее часто сильные пыльные бури (до 4 случаев за 10 лет) отмечаются в Ростовской, Волгоградской, Астраханской областях, Ставропольском крае и Республике Калмыкия. Сильными были пыльные бури в январе-феврале 1969 г. по всему югу России, особенно в Ростовской области. Скорость приземного ветра достигала 40 м/с и более, а пыль поднималась до высоты 1200 м. С отдельных участков был унесен слой почвы толщиной более 10 см. В других местах перенесенные ветром пылевые толщи образовали обширные покровы мелкозема до 15 см толщиной.

С большой скоростью ветра от 25 до 35 м/с связаны повреждения зданий и сооружений, электрических и газопроводных систем. Наибольшим числом таких дней отличаются побережья арктических и дальневосточных морей (3—10 случаев в год), территории Северного Кавказа (3—5 в год), юга Западной Сибири и предгорья Алтая (1—2 в год). Наиболее разрушительные из них носят местные названия: новороссийская бора — 40—60 м/с, новоземельская бора — 40—60 м/с, сарма (западный берег Байкала) — 20—40 м/с. Еще большей силой ветра, до 100 м/с, отличаются смерчи. Они возникают на территории России сравнительно редко, от 1 до 10 за 150 лет, но несут огромные разрушения по пути следования. Наибольшая повторяемость смерчей приходится на Московскую, Нижегородскую, Ивановскую, Тамбовскую области. Смерчи отмечались на юге России вблизи Ростова и Краснодара, на юге Урала и Сибири. Самым катастрофическим был смерч 9 июня 1984 г. Он зародился примерно в 15 км к югу от города Иваново и двигался на север-северо-восток через Московскую, Калининскую, Ивановскую, Ярославскую и Костромскую области. Погибло около 100 человек, более 800 было ранено, без крова осталось 416 семей, пострадали 20 школ, 200 объектов промышленности и сельского хозяйства, 500 дачных строений, 680 жилых домов.

Сильные ветры отмечаются в Забайкалье, Омской и Новосибирской областях, предгорьях Алтая, в степях Южного Урала, в районе городов Калининград и Санкт-Петербург, в большинстве областей Центра России, Предкавказье. В ночь с 20 на 21 июня 1998 г. на Москву обрушился ураган, в результате которого 8 человек погибли и 157 были ранены. Скорость ветра достигала 31 м/сек. Было отключено электроснабжение 905 домов, повреждено 2157 жилых строений. Ущерб от урагана составил 1 млрд рублей. На устранении поврежденных ежедневно было занято более 50 тысяч человек, в т. ч. свыше 400 тысяч военнослужащих. А 24 июля 2001 г. в Москве в результате порывистого ветра с дождем и грозой было повалено 2500 деревьев, разрушена кровля 200 жилых домов, 190 порывов ЛЭП, подтоплены 2 станции метро, 4 человека погибли, ущерб составил 110 млн рублей.

16 июля 2004 г. из-за сильного урагана, обрушившегося на Иркутскую область, были повреждены

235 опор ЛЭП, отключено электроснабжение в 3 городах и 68 населенных пунктах, где проживают около 90 тысяч человек. Погибло 6 и пострадало 58 человек. В Калининградской, Псковской и Новгородской областях 9 августа 2005 г. и 14 октября 2009 г. сильные ветра разрушили в каждом случае около 200 ЛЭП и трансформаторных подстанций, оставили без энергоснабжения около 1700 населенных пунктов, погибло 2 человека, ущерб исчислялся сотнями миллионов рублей. В июне 2007 г. ураган с порывами ветра до 30 м/с прошел по территориям Приволжско-Уральского региона. Пострадали 52 человека, среди которых 5 детей, 3 погибли. В июне 2010 г. в Нижегородской области из-за урагана погибли 2 жителя, более тысячи населенных пунктов были обесточены. Грозы сопровождалась градом, обильными ливнями и порывами шквального ветра до 29 м/с. 29 мая 2017 г. в Москве прошел ураган со скоростью до 28 м/с. Шквалистый ветер сопровождался ливнем и грозой. Погибли 16 человек, еще двое позже скончались в больнице. Были ранены 170 жителей, 16,5 тысячи жилых и 1400 дачных домов остались без света. Более 27 тысяч деревьев, в т. ч. в парках и на особо охраняемых территориях, были повреждены, 243 здания остались без крыши, пострадали почти 2000 автомобилей. Чтобы устранить последствия стихии, в восстановлении приняли участие более 30 тысяч человек и 5 тысяч единиц спасательной техники.

Усиление ветра часто связано с прохождением циклонов и сопровождается грозой, ливневым дождем, градом, снегопадами. Повышенная опасность сильных метелей характерна для городов Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинск и Владивосток, для Новосибирской, Кемеровской и Омской областей, Алтайского края, республик Среднего Поволжья, северо-западных городов РФ — Мурманск, Санкт-Петербург, Псков, Великий Новгород, в южных районах РФ — для Ростовской области и Краснодарского края, республик Кавказа.

Особенно катастрофическим был снегопад 9 января 2001 г. в Приморье. На район обрушились два снежных циклона из Северного Китая и с Японского моря. Снегопад сопровождался метелью со скоростью ветра до 25 м/с. За сутки выпала двухмесячная норма осадков. Во Владивостоке без тепла остались 8 тысяч человек. Затем 12 января 2001 г. была зафик-

сирована самая низкая температура за последние полвека — 42 градуса мороза. Продолжались массовые отключения электроэнергии, приостанавливалось тепло- и водоснабжение. В результате пожаров, вызванных нарушением правил пользования электроприборами, погибло более 20 человек. Последний сильнейший снегопад и метель на территории РФ имели место в начале февраля 2018 г. и затронули 13 регионов Центральной России. Осадки принесли два циклона с северо-запада и из Средиземноморья. Без электричества остались 62 тысячи жителей Московской, Тульской, Владимирской, Калужской, Смоленской и Брянской областей. Перебои устраняли более 400 аварийно-восстановительных бригад. Порывы ветра достигали 20 м/с. На дорогах образовались гололедица и снежные заносы. На автомобильных трассах МЧС развернуло около 2 тысяч пунктов обогрева и питания.

Высокая опасность сильных ветров на суше в сочетании со штормами на море характерна для Приморского края, Сахалина, Камчатки, п-ова Таймыр и Мурманской области, для Черного моря между Туапсе и Сочи, Крыма, Каспийского моря, оз. Байкал. Штормы часто бывают причиной гибели людей, в основном — рыбаков, отправляющихся на промысел в одиночку или небольшими группами, а также разрушения портовых сооружений и судов.

С сильными ветрами на побережье морей связаны опасные сгонно-нагонные явления. В Санкт-Петербурге они повышают уровень воды до 3 м и более (максимум в 421 см наблюдался в 1924 г.). Высота нагонов в Мезенском заливе Белого моря достигает 7 м, в Кандалакшском — 3 м. Значительные нагоны наблюдаются по берегам Азовского и Каспийского морей. Их волна может распространяться вверх по рекам, вызывая масштабные затопления: Кубань — до 75 км, Кура — 40 км, Кума — 35 км, Сулак — 20 км, Терек — 16 км. Особенно опасны сгоны и нагоны для рыбного хозяйства в устье р. Волги, где фиксируются как значительные повышения уровня и затопления, так и резкие падения уровня и обмеления. Самое катастрофическое нагонное явление произошло в Азовском море во время шторма в феврале 1914 г. Несколько дней дули сильные южные ветры, сменившиеся ночью 28 февраля не менее сильным северным ветром. В итоге в юго-восточном углу Азовского моря вода поднялась на 4,3 м. Ее сплош-

ная масса залила берег моря от Ейска до Керченского пролива. Города Темрюк и Ейск были полностью разрушены. Погибло около 3 тысяч человек. Только на Ачуевской косе нагонный вал разом смыл почти 1500 человек. Из 200 железнодорожных рабочих, унесенных в море вблизи Приморско-Ахтарска, спаслось только 50 человек.

Большую опасность представляют кратковременные погодные процессы и явления. Частому воздействию заморозков подвергаются сельхозугодья в Приморье и на юге Хабаровского края, в Иркутской, Новосибирской, Челябинской, Омской, Оренбургской, Курганской, Вологодской, Ленинградской, Ярославской, Костромской и Ростовской областях, Забайкальском, Краснодарском и Алтайском краях, Республиках Бурятия, Хакасия, Чувашия, Мордовия, Карачаево-Черкесия. Наибольший материальный ущерб от вымерзания озимых культур наблюдается в Омской, Астраханской, Волгоградской и Воронежской областях, Алтайском крае, в Ставрополье, а от выпревания — в Красноярском и Забайкальском краях, Ярославской, Тверской, Смоленской и Иркутской областях. От засух и суховея в основном страдают сельскохозяйственные посевы на предальтайских и предаянских равнинах, в Забайкалье, на юге Урала и в Среднем Поволжье, Воронежской, Белгородской, Ростовской и Волгоградской областях, Ставропольском и Краснодарском краях, в Дагестане и Калмыкии.

4. Биотические опасности

Одним из наиболее опасных биотических природных процессов являются пожары в естественных ландшафтах, главным образом лесах. Пожароопасность в РФ достаточно высока: ежегодно регистрируется от 10 до 35 тысяч лесных пожаров на площади от 0,5 до 2,5 млн га с ущербом в размере 3—7 млрд рублей. Причиной пожаров в 85% случаев является человеческий фактор: неосторожное обращение с огнем, особенно в садово-дачных поселках, нарушение правил пожарной безопасности, разлив легковоспламеняющихся жидкостей, неисправности ЛЭП и других промышленных и сельскохозяйственных объектов, являющихся источником огня, палы травы и т. п. Сильные лесные пожары распространены главным образом по югу Сибири и Дальнего Востока, торфяные характерны для Западной Сибири и центра ев-

ропейской части России, степные — для Оренбургской, Курганской и Ростовской областей. Наиболее катастрофические пожары имели место в 1972, 1997, 1998, 2002, 2004, 2009, 2010, 2015, 2017, 2018 гг. Лесные и торфяные пожары не только чреваты прямым ущербом в виде гибели людей, разрушения жилых и производственных строений, выгорания деловой древесины, нарушения стаций обитания диких животных и создания преград на путях их миграций. Они также создают плотные дымовые завесы на обширных территориях, покрывая плотным, часто угарным дымом крупные города и промышленно развитые районы, ухудшают видимость на путях сообщения, создавая аварийные ситуации.

В 1972 г. пожары охватили больше десятка областей центральной России на площади около 2 млн га. Только в Горьковской области выгорело 460 тысяч га леса, а в Марийской автономной республике — 195 тысяч га. В Московской области сгорело 19 поселков, погибло 104 человека. В мае 1997 г. в Читинской области огнем на площади более 1,7 тысячи га разрушено 26 жилых домов и 15 животноводческих ферм, погибло 3 человека, 720 овец, ущерб составил 6 млрд рублей. В 1998 г. пожары охватили Сибирь и Дальний Восток на общей площади более 2,5 млн га, экономический ущерб превысил 5,2 млрд рублей. В 2002 г. возникло 38 тысяч пожаров в основном в центральной части РФ, Якутии и Читинской области. В июле 2003 г. лесные пожары охватили в Читинской области 853 тыс. га, в Иркутской области и Республике Бурятия — по 187 тыс. га. В мае 2004 г. в Курганской области пожар на площади более 4 тысяч га уничтожил 377 жилых домов, 2 детсада, 11 хозяйственных объектов, 8 человек погибло, ущерб составил 450 млн рублей. В 2009 г. 44 субъекта РФ были поражены катастрофическими лесными пожарами. В 2010 г. плотные дымовые завесы из-за торфяных пожаров парализовали работу миллионов людей в центре РФ. Пожары уничтожили 3 тысячи жилых домов, погибло 27 человек. В апреле 2015 г. в результате пожаров в Хакасии погибли 32 человека, пострадали более 1500 человек, 4694 человека лишились жилья. Огонь уничтожил и повредил 1678 жилых домов в 33 населенных пунктах республики.

Наибольший ущерб для экономики РФ принесли лесные пожары в 2017 г. — 25,2 млрд рублей. Площадь действующих лесных пожаров только в первом

полугодии 2018 г. составила 1,7 млн га. Масштабнее всего горит сейчас Якутия — 1 млн га площади пожаров. В Красноярском крае и Иркутской области — 355,2 и 164,5 тысячи га соответственно. В Рослесхозе сообщили, что на 1 июля 2018 г. ущерб от пожаров составил более 5 млрд рублей. Пройденная огнем площадь лесов превысила 10 млн га.

Такие опасные явления, как природно-очаговые инфекции, представляют угрозу как для человека, так и для сельскохозяйственных животных. В целом по РФ риск природно-очаговых инфекций — эпидемий наиболее высок в Республике Бурятия, Татарстане, Башкортостане, Калмыкии, Дагестане и Хакасии, на юге Красноярского, в Алтайском, Краснодарском и Ставропольском краях, Амурской, Кемеровской, Новосибирской, Оренбургской, Свердловской, Челябинской, Ростовской, Волгоградской и Московской областях.

Природно-очаговые инфекции клещевого энцефалита, боррелиоза (болезнь Лайма) и риккетсиоза распространены в Приморском, Забайкальском, на юге Красноярского, в Пермском и Алтайском краях, Республиках Бурятия, Алтай, Тыва, Татарстан, Хакасия и Карелия, Иркутской, Новосибирской, Томской, Кемеровской, Новосибирской, на юге Тюменской, в Челябинской, Свердловской, Вологодской и Архангельской областях. В последние годы в РФ обращаемость по поводу укуса клещами составляет 450—550 тысяч в год. Максимальная заболеваемость клещевым энцефалитом — более 40 случаев на 100 тысяч человек — характерна для Томской и Кемеровской областей, южной части Красноярского края. Сегодня в РФ регистрируется 5—10 тысяч случаев заболевания боррелиозом в год. Риск заболеть им значительно выше, чем энцефалитом. По уровню заболеваемости клещевой боррелиоз занимает одно из первых мест среди всех природно-очаговых инфекционных болезней. Заболеваемость клещевым риккетсиозом в РФ несколько меньше и составляет 2—3 случая на 100 тысяч в год, поскольку характерна только для лесостепных и пустынных зон. Так, в 2017 г. от укуса клещей в РФ скончалось 44 человека. В Иркутской области в 2018 г. выделен новый особо опасный байкальский подвид вируса энцефалита, зарегистрирован первый смертельный случай.

В Астраханской области встречаются локальные природные очаги лепры (проказы). В 2017 г. зафик-

сированы 2 случая заболевания в Ставропольском крае и Московской области. Всего в России по данным на сентябрь 2018 г. имеется 250 больных лепрой. На диспансерном учете состоят 125 жителей Астраханской области, переболевших лепрой.

В бассейне Оби и Иртыша, в других районах Сибири и Центральной России распространены описторхоз и бруцеллез. Возбудителем описторхоза является кишечный сосальщик, а бруцеллеза — мелкие кокковидные или палочковидные грамотрицательные бактерии. Их расселение ограничивается природно-климатическими факторами. Заболевания встречаются у медведей, песцов, волков, грызунов, рыб и других диких и домашних животных. Человек заболевает при непосредственном контакте с животными или их поедании.

Одной из значимых и опасных инфекций, эндемичной для юга РФ, является крымская геморрагическая лихорадка. После длительного периода эпидемического благополучия 1973—1998 гг., в начале XXI в. отмечены значительная активизация старых очагов в Ставропольском крае, Астраханской и Ростовской областях и появление новых очагов в Волгоградской области, Калмыкии и Дагестане.

Вирус Западного Нила, вызвавший вспышку в Волгоградской, Астраханской областях и Краснодарском крае в 1999 г., продолжает быть причиной спорадических вспышек с числом больных до сотен человек. В последние годы ареал циркуляции вируса распространился также на Ростовскую и Воронежскую области, случаи лихорадки зарегистрированы в Тамбовской области и Казани. Еще одна угроза здоровью населения связана с ежегодными случаями завоза в Россию малярии из стран ближнего (Азербайджан, Таджикистан) и дальнего (Африка, Юго-Восточная Азия, Центральная и Южная Америка) зарубежья.

Одним из наиболее распространенных природно-очаговых заболеваний в РФ является геморрагическая лихорадка с почечным синдромом. В первое десятилетие XXI в. в Центральном Черноземье были зарегистрированы крупные вспышки этой лихорадки. А в 2010—2016 гг. природные очаги заболевания распространились на соседние южные районы РФ, вспыхнули на Дальнем Востоке. В эти годы в целом по РФ регистрируется 5—7 тысяч случаев заболевания в год. Наиболее высокая заболеваемость стабильно отмечается в Удмуртии и Башкортостане,

достигая 28 случаев на 100 тысяч населения. Средняя летальность составляет 0,5%, но на Дальнем Востоке и в Краснодарском крае она выше. Другим значимым в инфекционной патологии человека природно-очаговым заболеванием является лептоспироз. Ежегодно эта инфекция поражает несколько сотен человек в РФ, а летальность достигает 20%.

Эпидемиологическая обстановка по чуме в РФ неустойчивая в связи с высокой опасностью завоза чумы из-за рубежа. В природных очагах источником инфекции являются грызуны и зайцеобразные. Естественная зараженность чумой зарегистрирована почти у 250 видов диких животных, от которых возбудитель передается грызунам — крысам и мышам. Человеку чума передается при укусах блох. Сегодня в РФ зарегистрировано 11 постоянно действующих очагов чумы общей площадью свыше 31 млн га. Наиболее обширные очаги расположены в степных, полупустынных и пустынных районах Прикаспия и Предкавказья.

Опасность заболеваний сельскохозяйственных и домашних животных, обусловленных эпизоотиями (ящур, болезнь Ньюкасла, чума, оспа, сибирская язва и др.), наиболее высока в Приморском, на юге Красноярского, в Алтайском, Краснодарском и Ставропольском краях, республиках Предкавказья и Туве, Курганской, Ростовской и Московской областях. Бешенство преобладает в Татарстане, Башкортостане, Ставропольском крае, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Московской, Воронежской, Курской, Ростовской и Астраханской областях. Лейкоз крупного рогатого скота распространен в Самарской и Ростовской областях, Краснодарском крае; бруцеллез — в Ростовской области, Ставропольском крае и республиках Кавказа; туберкулез — в Ставропольском, Краснодарском, Забайкальском и на юге Красноярского края, в Новосибирской, Оренбургской и Саратовской областях; чума свиней — в Ставропольском и Краснодарском краях, республиках Кавказа, Калмыкии, Ростовской и Оренбургской областях; грипп птиц — в Краснодарском и Алтайском краях, Дагестане, на юге Тюменской, в Курганской, Челябинской, Московской и Ростовской областях. Риск заноса вируса ящура высок с территории сопредельных государств — Китая, Монголии, Южной Кореи и Японии, где в последние годы вспыхнули природные очаги этого заболевания.

В 2016 г. наибольший экономический ущерб от инфекционных болезней крупного рогатого скота

был вызван лейкозом, узелковым нодулярным дерматитом и бруцеллезом. Они стали причиной заболеваний 58 000 голов крупного рогатого скота, или более 82% от общего числа заболевших животных. В последнее время затраты на вакцинацию сельскохозяйственных и домашних животных ежегодно составляют более 15 млн рублей. За 2018 г., по данным Россельхознадзора на 10.09.2018, в РФ зарегистрировано: по африканской чуме свиней — 97 очагов, на отчетную дату оздоровлены — 63; вспышек классической чумы свиней — 1, оздоровлен; вспышек ящура — 6, все оздоровлены; вспышек нодулярного дерматита крупного рогатого скота — 47, оздоровлены — 1; вспышек оспы овец и коз — 9, оздоровлены — 1; вспышек высокопатогенного гриппа птиц типа А подтипа H5 — 80, оздоровлены — 12.

Большой ущерб сельхозпосевам наносят массовые нашествия насекомых-вредителей. Риск ЧС, обусловленный нашествием саранчовых, наиболее высок в Республиках Бурятия, Тыва, Дагестан и Калмыкия, Забайкальском и Ставропольском краях, Волгоградской и Астраханской областях; лугового мотылька — по южным районам РФ, в Алтайском крае (самая крупная вспышка в 1997 г.) и Оренбургской области (в 2002 г.); клопа вредная черепашка — в республиках Калмыкия и Кабардино-Балкария, Ростовской, Оренбургской и Волгоградской областях; хлебной жужелицы — вся территория Южного федерального округа и Крыма; жука-кузьки — юг РФ от Урала до Черного моря; риск гельминтоспориоза — Среднее Поволжье, Псковская и Ленинградская области; снежной плесени — Пермский край, Нижегородская и Кировская области, Удмуртия, центральные области РФ; спорыньи — в полосе от Пскова и Санкт-Петербурга до Нижнего Новгорода и Вологды; склеротиниоза — юг Урала, Среднее Поволжье, юг Красноярского края; фузариоза — Приморский, Ставропольский и Краснодарский края, Ростовская и Амурская области; ржавчинной болезни — весь юг РФ.

5. Защита от стихийных бедствий

В РФ проводится большая работа по слежению, прогнозу и ликвидации последствий ОПП. Государственным органом, ответственным за контроль и защиту населения и хозяйственных объектов от стихийных бедствий и катастроф, является МЧС, его координационные центры в федеральных округах

и субъектах федерации, муниципальных образованиях. Их основными задачами являются: 1) выработка и реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС; 2) организация подготовки и утверждения в установленном порядке проектов федеральных и субъектных нормативных правовых актов; 3) осуществление контроля и управления ЧС природного и природно-техногенного характера, деятельностью федеральных органов исполнительной власти в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (ЕГСЧС); 4) осуществление нормативного регулирования в целях предупреждения, прогнозирования и смягчения последствий ЧС, осуществление специальных, разрешительных, надзорных и контрольных функций по вопросам, отнесенным к их компетенции; 5) осуществление деятельности по организации и ведению гражданской обороны, экстренному техническому и гуманитарному реагированию и защите населения и территорий в случае возникновения ЧС.

Основным направлением деятельности органов ЕГСЧС является реализация комплекса мер, направленных на прогноз и предупреждение ЧС, смягчение последствий, создание условий, обеспечивающих приемлемые уровни риска жизнедеятельности населения и природопользования, которые могут реализоваться при возникновении ЧС. Для определения уровней потенциальных природных опасностей формируются количественные показатели, позволяющие сравнивать состояние защиты населения, территорий и хозяйства в федеральных округах и субъектах РФ, муниципальных образованиях, оценивать эффективность реализации комплекса мер, направленных на предупреждение и ликвидацию ЧС.

Эта деятельность регламентирована специальными нормативными актами: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»; Указ Президента РФ от 11.07.2004 № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»; Постановление Правительства РФ от 01.12.2005 № 712 «Об утверждении Положения о государственном надзоре в области защиты населения и территорий от ЧС природ-

ного и техногенного характера, осуществляемом МЧС России»; Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 «О классификации ЧС природного и техногенного характера»; Приказ МЧС от 26.06.2012 № 358 «Об утверждении Административного регламента МЧС России для исполнения государственной функции по осуществлению государственного надзора в области гражданской обороны»; Приказ МЧС от 14.06.2016 № 323 «Об утверждении административного регламента МЧС России исполнения государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»; Распоряжение МЧС России от 02.05.2017 № 195 «Об утверждении порядка организации систематической оценки эффективности и пересмотра обязательных требований для обеспечения минимизации рисков и предотвращения негативных социальных или экономических последствий»; Приказ МЧС от 18.12.2017 № 576 «Об утверждении показателей результативности и эффективности деятельности надзорных органов МЧС России».

Регистрация и учет ЧС природного и природно-техногенного характера производятся органами МЧС разного уровня посредством накопления данных о крупных активизированных и/или вновь образованных ОПП. Это осуществляется как специальными методами режимных наблюдений, так и при целевых инженерно-экологических обследованиях территорий и объектов, подвергшихся воздействию стихии. Типизация и учет этого воздействия ведутся по анализу ЧС всех уровней — от федерального до муниципального. При этом учитываются факторы активизации ОПП, последствия их воздействий, ущерб и другие характеристики. В конкретных ЧС органы МЧС проводят следующие мероприятия: 1) подготовка и содержание в надлежащей готовности необходимых сил и средств для защиты населения и территории от ЧС природного и природно-техногенного характера; 2) обучение населения способам защиты и действиям в ЧС; 3) эвакуационные мероприятия; 4) сбор и обмен информацией для защиты населения и территории от ЧС; 5) своевременное оповещение и информирование населения об угрозе или возникновении ЧС; 6) создание резервов материальных ресурсов для профилактики

и ликвидации ЧС; 7) содействие устойчивому функционированию предприятий и организаций в ЧС; 8) проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ; 9) тушение пожаров силами Государственной противопожарной службы.

В субъектах РФ полномочными органами, ответственными за контроль и защиту от ОПП, являются Главные управления МЧС. В их задачи согласно Постановлению Правительства РФ от 15.04.2014 № 300 «Защита населения и территорий от ЧС, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» входят: 1) повышение уровня защищенности населения и территорий от ЧС, опасностей и угроз мирного и военного времени; 2) повышение эффективности деятельности органов управления и сил гражданской обороны; 3) сокращение отставания существующих возможностей гражданской обороны от реальных угроз и опасностей; 4) эффективное использование средства бюджетов различного уровня и хозяйствующих субъектов для решения приоритетных задач по обеспечению защиты от ЧС; 5) создание системы комплексной безопасности от ЧС природного и техногенного характера межрегионального, регионального и объектового уровней; 6) совершенствование системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, телекоммуникационной инфраструктуры, системы мониторинга и прогнозирования ЧС; 7) обеспечение разработки и реализации мер по повышению эффективности защиты населения, территорий и объектов при реализации крупных экономических и инфраструктурных проектов с учетом специфики природно-климатических условий и ресурсов в регионах РФ; 8) повышение промышленной безопасности производственных объектов.

Основным направлением деятельности других региональных и отраслевых органов ЕГСЧС является накопление данных об ОПП на основе их мониторинга в пунктах государственной и отраслевой наблюдательной сети в результате оперативных и дежурных изысканий. Используется определенное число приоритетных объектов мониторинга с разработкой индивидуальных программ наблюдений и контроля. Прогноз ОПП осуществляется в краткосрочном режиме и составляется на предстоящий год и сезоны года с повышенной вероятностью их развития. Это локальные и субрегиональные прогнозы с использо-

ванием метода экспертных оценок на основе анализа результатов многолетних мониторинговых наблюдений. По субъектам РФ краткосрочное прогнозирование ОПП осуществляется на основе обобщения прогнозов локального и субрегионального уровня. Данные о результатах мониторинга передаются в федеральные и региональные органы МЧС, размещаются на специальных сайтах, в т. ч. территориальных органов власти, научных учреждений, в ежегодных докладах о состоянии окружающей природной среды и экологической обстановке.

Несмотря на столь масштабное развитие опасных природных процессов в РФ, стихийных бедствий и катастроф, функционирование экономики страны в области природопользования возможно в русле концепции допустимого риска. Для этого административные органы должны проводить в жизнь три группы методов управления безопасностью и защищенностью населения и хозяйства от ОПП: 1) собственно административные методы, или установление нормативов, лицензирование, сертификация, которые выполняют функции регулирования и контроля; 2) экологический менеджмент, стандартизация и экологический аудит, которые мотивируют использование международных экологических стандартов, предоставляют возможности для развития отношений с деловыми партнерами, создают кредит доверия в отношениях с инвесторами, органами местной власти и государственного экологического контроля; 3) экономические методы, реализующие такие функции, как стимулирование, перераспределение и аккумуляция финансов, т. е. плата за загрязнение окружающей среды, налоги за загрязнение окружающей среды, экологическое страхование и т. п.

Нами предлагается следующая модель-процедура прогноза сценариев природопользования в зависимости от характера (особенностей) природной опасности и риска (рис. 1).

В данной схеме прогноз природной опасности показывает с учетом накопленного опыта и действующих в обществе механизмов природопользования тот опасный природный фон, на котором развивается конкретная хозяйственная деятельность. То есть мы можем сказать, что определенные (по силе, масштабу, скорости и т. д.) опасные природные процессы и явления на данной территории при данном

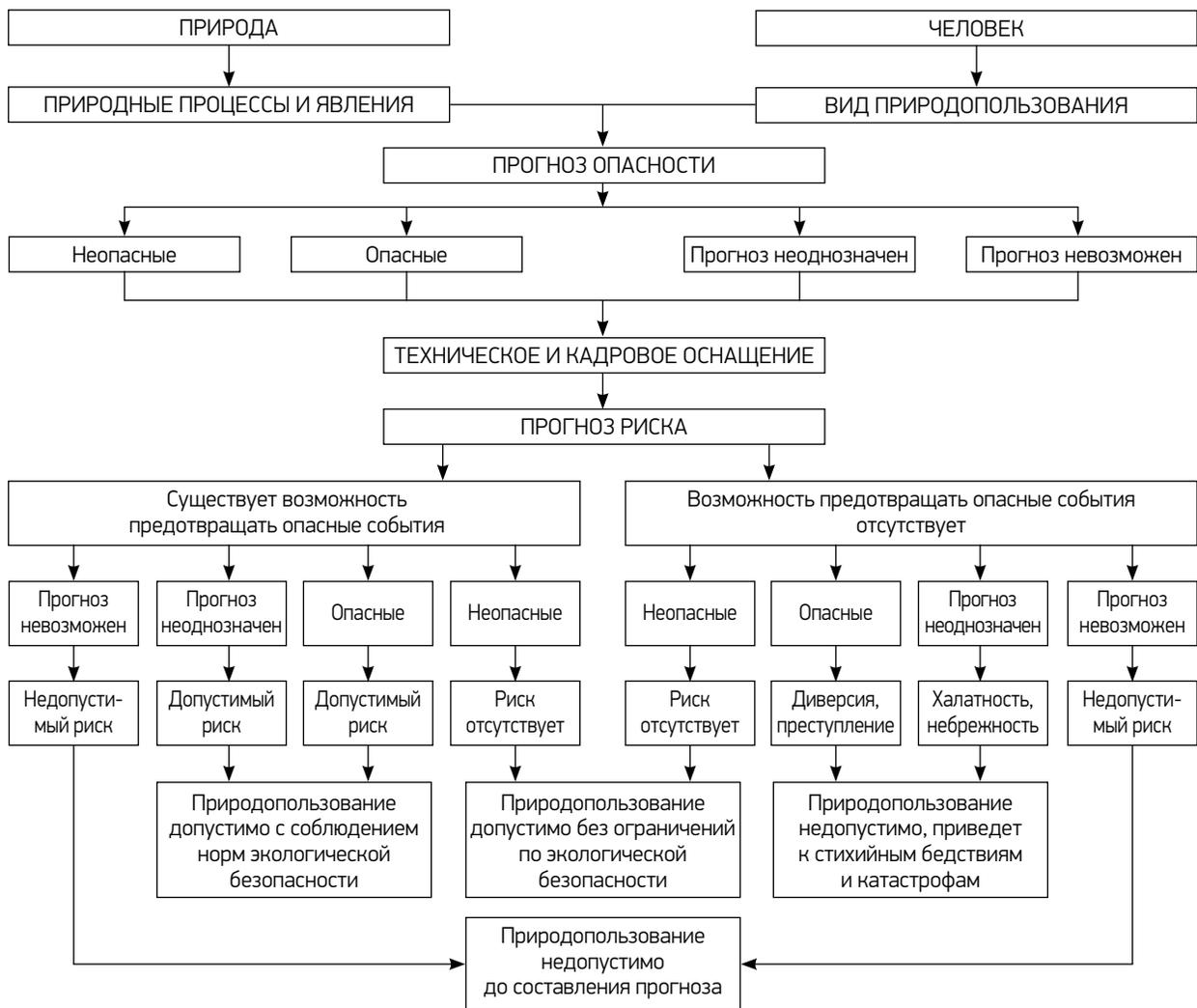


Рис. 1. Концептуальная модель взаимоотношения природной опасности и риска природопользования

Figure 1. Conceptual model of relationship of natural danger and risk of environmental management

виде хозяйственной деятельности (природопользования) возможны, о чем свидетельствуют нам эмпирически установленные факты (исторический опыт), что мы и рассматривали в предыдущих разделах применительно к территории РФ. Значит, мы прогнозируем возникновение природной опасности тогда, когда можем определенно сказать, что известное опасное природное событие вполне вероятно (в той или иной степени и форме своего проявления), если параметры намечаемой хозяйственной деятельности будут отклоняться от некоторых оптимальных, т. е. рассчитанных и проверенных за-

ранее и позволяющих избегать опасных ситуаций. И, как следствие, мы прогнозируем отсутствие природной опасности в противоположном случае, т. е., если все просчитать в сценарии и действовать согласно этому сценарию, то мы избежим опасности.

Прогноз риска природопользования в своем роде «накладывается» на прогноз природной опасности, может улучшать или ухудшать его, внося определенные субъективные моменты, такие как личные качества людей, принимающих административное решение, мотивация их поступков, фактическая материальная и психологическая подготовленность

к действию, экономическая, политическая и социальная целесообразность реализации данного действия в данный отрезок времени в данном месте и т. д. Значит, даже если есть сценарий безопасного действия, риск все равно будет существовать, поскольку людям свойственно не следовать сценариям по разным причинам. Прогноз риска — это еще и предсказание поведения людей в опасной ситуации. Под этим и понимается известный уровень подготовки к опасному событию, т. е. тот реальный уровень, который существует фактически здесь

и сейчас (с этими конкретными людьми), а не тот, который был рассчитан виртуально, исходя из некоторых оптимальных параметров деятельности при прогнозе природной опасности.

Если мы полагаем следовать концепции допустимого риска, важно соблюдать баланс экологических и экономических интересов общества. Нами предлагается теоретическая модель-процедура эколого-экономического компромисса, которая реализуется в русле концепции допустимого риска природопользования (рис. 2).

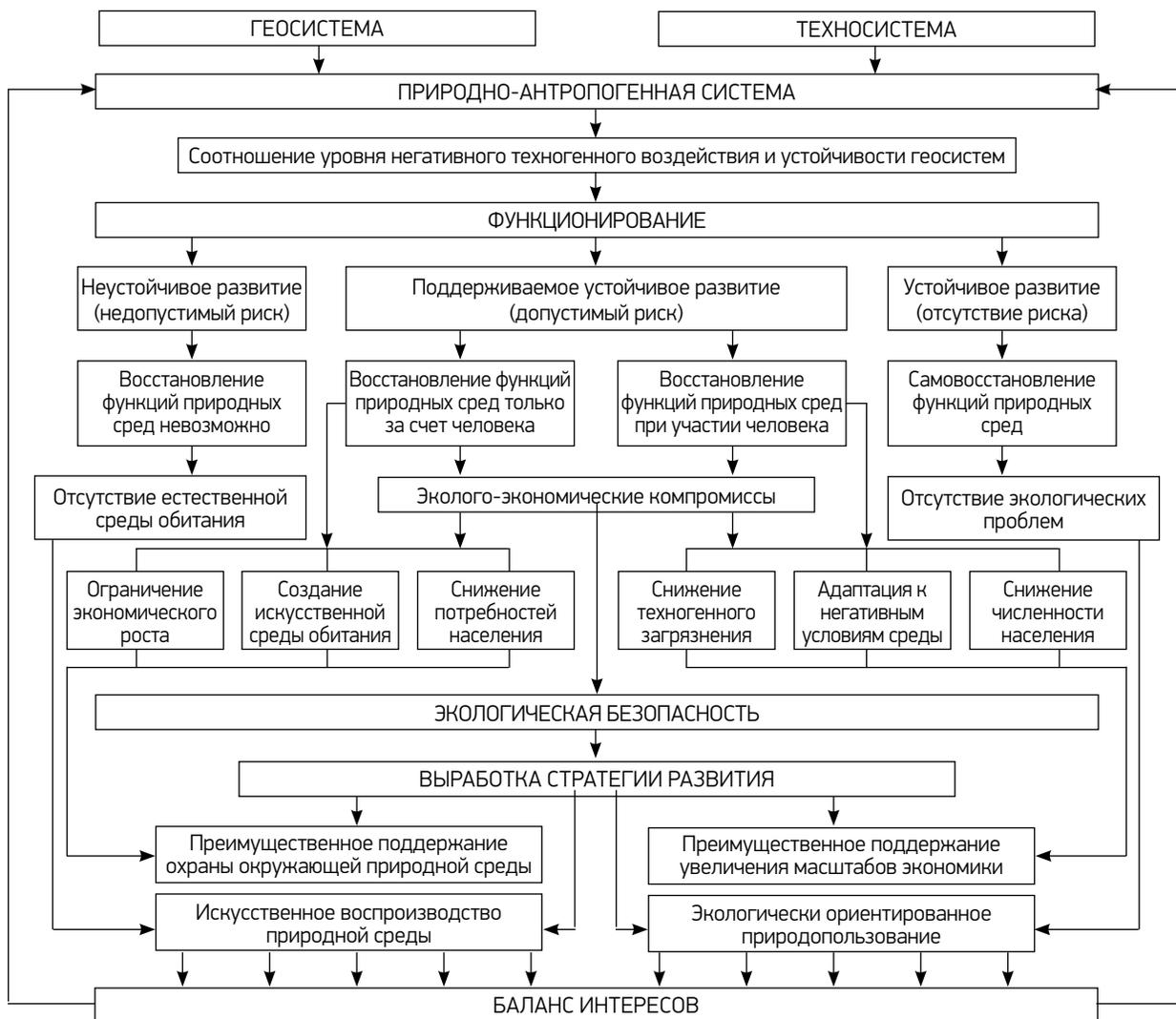


Рис. 2. Система природопользования, основанная на паритете экологических и экономических требований

Figure 2. The system of environmental management based on parity of ecological and economic requirements

Переход к эколого-экономическим компромиссам в вопросах природопользования в обстановке природной опасности должен осуществляться не только с позиций экологии и экономики, но и с позиций психологии и культуры. Экологическая культура должна занять достойное место в системе образования РФ. Поэтому важно, что география как базовая интегративная наука приходит сегодня к пониманию природы как основы культуры. В последние десятилетия произошел фундаментальный переход от понятия «природа» в функции объяснительного принципа к категории «деятельность». Теперь выработка цели деятельности снимает старое противоречие между бытием человека и его потребностями, поскольку основание самой этой цели лежит в сфере идеалов. Поэтому можно снижать ассортимент товаров и удовлетворять спрос населения. Спрос есть продукт в том числе и ментальной сферы человека. Воздействие на ментальную сферу оказывается посредством воспитания и культуры. Целью деятельности может быть культура бытия. Культура бытия формирует ментальную сферу и определяет спрос. Объектами спроса могут стать идеалы культуры.

Заключение

Концепция риска должна найти отражение в законотворческой деятельности, технических регламентах, принципах принятия решений на уровне исполнительной власти, социальных групп и отдельной личности. Включение категории риска в систему жизненно важных ценностей будет означать повышение ответственности за принимаемые решения, а это — качественно новое отношение к будущему. Речь, по сути, идет о необходимости формирования национального менталитета, соответствующего реалиям современной жизни [21].

Но реформы в социально-экономической сфере — это длительный процесс, который объективно увеличивает риск, т.к. природные ресурсы сокращаются значительно быстрее, чем формируются новые морально-этические нормы. Поэтому следует говорить о концепции поддерживаемого природопользования, но пока только со стороны экономики. Поддерживаемое природопользование — это и есть эколого-экономические компромиссы, допустимый риск. Оно обеспечивается

в области: *экономики* — человеческим капиталом и технологиями, *социологии* — современными жизненными стандартами, *экологии* — возможностями управлять ресурсами планеты. Поддерживаемое природопользование выражается в *когеренции* (институциональная сплоченность форм сотрудничества различных секторов экономики и политики), *комплиментарности* (гармонизация и координация помощи развивающимся странам), *стратегических средствах* (программы развития, предупреждения политических кризисов, глобальная рамочная схема условий развития и др.), в *глобализации ценностей*.

Соблюдение баланса экологических и экономических требований общества обеспечивается анализом опасности (ОПП) и риска природопользования. Анализ опасности — это выявление потенциальных событий, явлений или процессов, влекущих за собой реализацию опасности, механизмов подобных событий, вероятности их возникновения, определение уязвимости территорий и общества. Анализ риска — это процесс определения угроз безопасности социосистемы и отдельных ее компонентов, определения их характеристик и потенциального ущерба, а также разработка мер защиты. Руководствуясь этими определениями, органы управления территориями и хозяйством апеллируют в первом случае собственно к опасным природным процессам и явлениям, во втором — к социально-экономическим системам, подвергающимся угрозе своей безопасности в процессе деятельности.

Таким образом, риск связан с вопросами управления в природопользовании и эффективностью принимаемых решений по защите от ОПП, с рациональной коммуникацией внутри административных структур, ответственных за принятие этих решений, за составление и утверждение планов по развитию экономики в условиях неопределенности. В таком случае под управлением риском следует понимать комплекс взаимосвязанных, постоянно корректируемых и дополняемых организационно-административных, нормативно-правовых, экономических, инженерно-технических мероприятий и механизмов их реализации, направленных на уменьшение или предупреждение возможных или существующих потерь населения,

объектов хозяйства и качества окружающей среды в результате проявления ОПП. Стратегической целью управления является уменьшение риска, повышение надежности сооружений и коммуникаций, уменьшение материальных потерь от природно-техногенных аварий.

Литература [References]

1. 500-летняя хронология аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. 383 с. [500-year chronology of anomalous phenomena in the nature and society of Siberia and Mongolia. Irkutsk: ISTU Publishing House, 2003. 383 p.]
2. Азиатская часть России: моделирование экономического развития в контексте опыта истории. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 463 с. [The Asian part of Russia: modeling economic development in the context of historical experience. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2012. 463 p.]
3. Акимов В. А., Дурнев Р. А., Соколов Ю. И. Опасные гидрометеорологические явления на территории России. М.: ВНИИГОЧС, 2009. 313 с. [Akimov V. A., Durnev R. A., Sokolov Yu. I. Dangerous hydrometeorological phenomena in Russia. Moscow: VNIIGOCHS, 2009. 313 p.]
4. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. 270 с. [Atlas of natural and man-made hazards and risks of emergency situations in the Russian Federation. Moscow: CPI "Design. Information. Cartography", 2005. 270 p.]
5. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. М.: Феория, 2011. 720 с. [Atlas of natural and man-made hazards and risks of emergency situations. Moscow: Feoria Press, 2011. 720 p.]
6. Атлас природных катастроф и явлений в Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 108 с. [Atlas of natural disasters and phenomena in Siberia. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2009. 108 p.]
7. Атлас социально-экономического развития Российской Федерации. М.: ПКО «Картография», 2009. 216 с. [Atlas of the socio-economic development of the Russian Federation. Moscow: PKO "Cartography", 2009. 216 p.]
8. Башкин В. Н. Экологические риски: определения и расчеты // Проблемы анализа риска. Т. 11. 2014. № 5. С. 4—6. [Bashkin V. N. Environmental risks: definitions and calculations // Issues of Risk Analysis. Vol. 11. 2014. No. 5. P. 4—6.]
9. Быков А. А. О подходах к определению значимости риска // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 4. С. 4—5. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-4-4-5> [Bykov A. A. About approaches to determining the significance of risk // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 4. P. 4—5. (Russia) <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-4-4-5>.]
10. Быков А. А., Башкин В. Н. Об экстремальных природных явлениях и оценке природных и экологических рисков // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 3. С. 4—5. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-3-4-5> [Bykov A. A., Bashkin V. N. On extreme natural phenomena and the assessment of natural and environmental risks // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 3. P. 4—5. (Russia) <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-3-4-5>.]
11. Ключин А. А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь: Таврия, 2007. 320 с. [Klyukin A. A. Exogeodynamics of the Crimea. Simferopol: Tavria Press, 2007. 320 p.]
12. Кузьмин С. Б. Геоэкологическое районирование Сибири по опасным геоморфологическим процессам // Проблемы анализа риска. Т. 13. 2016. № 3. С. 40—53. [Kuzmin S. B. Geoecological zoning of Siberia by hazardous geomorphological processes // Issues of Risk Analysis, Vol. 13. 2016. No. 3. P. 40—53. (Russia).]
13. Кузьмин С. Б. Учет опасных геоморфологических процессов при экологическом проектировании трассы магистрального газопровода // Проблемы анализа риска. Т. 14. 2017. № 1. С. 80—96. [Kuzmin S. B. Consideration of hazardous geomorphological processes in the environmental design of the gas pipeline route // Issues of Risk Analysis, Vol. 14. 2017. No. 1. P. 80—96 (Russia).]
14. Кузьмин С. Б. Районирование Байкальского региона по опасным геоморфологическим процессам для стратегического планирования в Российской Федерации и Республике Монголия // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 6. С. 28—45. [Kuzmin S. B. Regionalization of the Baikal region by hazardous geomorphological processes for strategic planning in the Russian Federation and the Republic of Mongolia // Issues of Risk Analysis, Vol. 15. 2018. No. 6. P. 28—45. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-18-35> (Russia).]
15. Национальный атлас России. Электронное издание в 4 томах. М.: ФГУП «Госгисцентр», 2008—2009 гг. [National Atlas of Russia. Electronic edition in 4 volumes. Moscow: FSUE "Gosgiscenter", 2008—2009.]

16. Природные опасности России. Оценка и управление природными рисками. М.: Изд-во «КРУК», 2003. 320 с. [Natural hazards of Russia. Assessment and management of natural risks. Moscow: KRUK Publishing House, 2003. 320 p.]
17. Природные опасности России. Сейсмические опасности. М.: Изд-во «КРУК», 2000. 296 с. [Natural hazards of Russia. Seismic hazards. Moscow: KRUK Publishing House, 2000. 296 p.]
18. Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности. М.: Изд-во «КРУК», 2002. 348 с. [Natural hazards of Russia. Exogenous geological hazards. Moscow: KRUK Publishing House, 2002. 348 p.]
19. Соколов Ю.И. Проблемы рисков современного общества // Проблемы анализа риска. Т. 13. 2016. №2. С. 6—23. [Sokolov Yu.I. Problems of risks of modern society // Issues of Risk Analysis, Vol. 13. 2016. No.2. P. 6—23. (Russia).]
20. Соколов Ю.И. Риски взаимоотношений человека и природы // Проблемы анализа риска. Т. 14. 2017. №2. С. 6—21. [Sokolov Yu.I. Risks of the relationship between man and nature // Issues of Risk Analysis, Vol. 14. 2017. No.2. P. 6—21. (Russia).]
21. Фалеев М.И. Комплексная безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 1. С. 4—6. [Faleev M.I. Integrated safety of the population and territories from emergency situations // Issues of Risk Analysis, Vol. 15. 2018. No. 1. P. 4—6. (Russia).]
22. Экологический атлас России. М.: Издательский дом «Карта», 2002. 128 с. [Ecological Atlas of Russia. Moscow: MAP Publishing House, 2002. 128 p.]

Сведения об авторе

Кузьмин Сергей Борисович: доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
Количество публикаций: 205, в т.ч. монографий — 11
Область научных интересов: геоморфология, геоэкология, ландшафтоведение, рациональное природопользование, ГИС-картографирование
Контактная информация:
Адрес: 664033, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 1
Тел.: +7 (914) 872-04-56
E-mail: kuzmin@irigs.irk.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 19.12.2018

Дата принятия к публикации: 11.03.2019

Дата публикации: 30.04.2019

The author declare no conflict of interest.

Came to edition: 19.12.2018

Date of acceptance to the publication: 11.03.2019

Date of publication: 30.04.2019

УДК 551.466.62+550.344.42
ВАК 25.00.36, 05.26.02
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-36-49>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

Проблемы оперативного прогноза цунами

Ю. П. Королёв,

Институт морской геологии
и геофизики (ИМГиГ) ДВО РАН,
693022, РФ, г. Южно-Сахалинск,
ул. Науки, д. 16

Аннотация

Рассмотрен риск цунами в оперативном режиме, когда имеется непосредственная угроза цунами. Показано, что риском цунами при таких событиях можно управлять, т.е. влиять на тяжесть последствий (величину ущерба) в различных ситуациях. Главным образом это касается адекватности оперативного (краткосрочного) прогноза цунами.

Проблема заключается в том, чтобы службы предупреждения объявляли не только обобщённые общие тревоги, но и дифференцированные по степени опасности для конкретных участков побережий. Идеально тревога цунами должна объявляться с разумной заблаговременностью только в тех пунктах, в которых цунами представляет реальную опасность, и сопровождаться информацией о временах прихода первой волны, максимальной волны, их амплитудах, а также об ожидаемом времени окончания цунами (отбой тревоги цунами) в соответствии с определением прогноза цунами, сформулированным МОК ЮНЕСКО в 2013 г.

Показано на примерах произошедших событий 2006—2014 гг., что экспресс-метод оперативного прогноза цунами, использующий данные о сформировавшемся цунами, получаемые в открытом океане, в отличие от действующего регламента, позволит службам предупреждения принимать решение об объявлении тревоги цунами с разумной заблаговременностью только в тех населённых пунктах, в которых цунами представляет реальную угрозу, и тем самым уменьшить количество ложных тревог цунами, понизить неоправданный ущерб.

Рассмотрены проблемы оперативного прогноза цунами и предложены возможные пути их решения.

Ключевые слова: цунами, краткосрочный прогноз, оперативный прогноз, тревога цунами, ложная тревога цунами, измерения уровня океана, численное моделирование, глубоководные донные станции, DART, риск, оценка риска.

Для цитирования: Королёв Ю. П. Проблемы оперативного прогноза цунами // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 2. С. 36—49, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-36-49>

Problems of the short-term tsunami forecast

Yury. P. Korolev,

Institute of Marine Geology and
Geophysics FEB RAS,
693022, Russia,
Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki St., 1b

Annotation

The risk of a tsunami in an operational mode when there is a direct threat of a tsunami is considered. It is shown that the tsunami risk in such events can be controlled, i.e. to influence the severity of the consequences (the amount of damage) in different situations. This mainly concerns the adequacy of the operational (short-term) tsunami forecast.

The problem is that the warning services declare not only reasonable general alarms, but also differentiated by the degree of danger for specific areas of the coasts. Ideally, the tsunami alarm should be declared with reasonable advance only at those points where the tsunami is a real danger, and be accompanied by information on the arrival times of the first wave, the maximum wave, their amplitudes, as well as the expected end time of the tsunami (tsunami alarm) in accordance with the definition of the tsunami forecast formulated by IOC UNESCO in 2013.

It is shown on the examples of the events of 2006—2014 that the rapid method of operational tsunami forecast, using data on the formed tsunami, obtained in the open ocean, in contrast to the current regulations, will allow the warning services to decide on the announcement of tsunami alarm with reasonable advance only in those settlements where the tsunami is a real threat, and thereby reduce the number of false tsunami alarms, reduce unnecessary damage.

The problems of operational tsunami forecast are considered and possible ways of their solution are offered.

Keywords: tsunami, short-term forecast, tsunami alarm, false tsunami alarm, sea level measurements, numerical simulation, DART, risk, hazard, risk assessment.

For citation: Korolev Yury. P. Problems of the short-term tsunami forecast // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 36—49, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-36-49>

Содержание

Введение

1. Тревоги цунами на Курильских островах
2. Предлагаемые пути совершенствования систем предупреждения о цунами
3. Гидрофизические способы оперативного прогноза цунами
4. Моделирование процесса оперативного прогноза цунами 2006, 2007, 2010, 2011, 2014 гг.
5. Обсуждение

Заключение

Литература

Введение

Цунами относится к числу серьезных стихийных бедствий (неизбежных рисков), наносящих большой ущерб, нередко с человеческими жертвами.

В долгосрочной перспективе риск цунами может быть оценен исходя из статистики наблюдений за произошедшими цунами (в зависимости от статистики землетрясений или независимо от нее). Риск цунами возможно оценить и как вероятность возникновения, и как возможный ущерб. При этом принимаются во внимание максимально возможные оценки ущерба и затрат на ликвидацию последствий стихийного бедствия и восстановление разрушенного. Такие оценки необходимы при проектировании строительства в прибрежной зоне. Управление риском возможно на стадии проектирования или позднее путем строительства защитных сооружений.

Чрезвычайно актуальной является оценка риска (ущерба) в оперативном режиме, когда происходит цунамигенное землетрясение, т. е. когда имеется непосредственная угроза цунами. Известно, что не каждое цунамигенное землетрясение вызывает заметное цунами. Вследствие этого службы предупреждения о цунами, опираясь на магнитудно-географический критерий, объявляют значительное количество (до 75—80%) ложных тревог. В каждой конкретной ситуации реализации риска, будь то состоявшееся или несостоявшееся цунами, была ли тревога цунами оправданной или ложной, ущерб различен. Управление риском (влияние на степень тяжести результата реализации риска) возможно путем адекватной оценки (прогноза) степени опасности цунами в конкретных пунктах и своевременного объявления только в тех пунктах, в которых цунами представляет реальную угрозу, тревоги цунами и проведения эвакуации населения, движимого имущества и плавсредств в безопасные места.

Если в цунамигенной зоне произошло землетрясение, способное вызвать цунами (землетрясение с критической и выше магнитудой), то, поскольку однозначной зависимости между магнитудой землетрясения и интенсивностью цунами нет, возможны различные ситуации (для отдельно взятого пункта).

- Первая (самая неблагоприятная, она же самая маловероятная, — пропуск цунами): цунами

возникло, но службы предупреждения по какой-то причине допустили пропуск (не объявили тревогу) цунами.

Ущерб в этой ситуации состоит из неизбежных потерь в зависимости от интенсивности цунами (повреждения, разрушения зданий, сооружений, находящихся в зоне затопления), потерь, которых можно избежать (суда, плавсредства, находящиеся у берега, у причалов, движимое имущество), а главное — людские потери. Такие ситуации практически отсутствуют (редкие исключения — пропуск Симуширского цунами 2006 г. в Кресент-Сити от землетрясения с магнитудой $M = 8,3$, события 28 сентября 2018 г. в Индонезии, $M = 7,5$).

- Вторая (неблагоприятная — оправдавшаяся тревога цунами): цунами возникло, службы предупреждения своевременно объявили тревогу цунами.

Ущерб состоит только из неизбежных потерь.

- Третья (наиболее часто встречающаяся, также неблагоприятная, — ложная тревога цунами): возникло слабое (очень слабое) цунами, службы предупреждения о цунами, не имея возможности адекватно оценить степень опасности, опираясь только на магнитудный критерий, объявили тревогу цунами.

Ущерб (непрямой, неоправданный) — расходы на вывод плавсредств в открытое море, движимого имущества в безопасные места, расходы, связанные с эвакуацией населения (собственно эвакуация, потери в результате остановки производства). Количество ложных тревог цунами во всем мире — свыше 75% всех тревог (примеры: Симуширские цунами 2006, 2007 гг. на северных и южных Курильских островах, $M = 8,3; 8,1$, Индонезийские цунами 2012 г., $M = 8,6; 8,2$).

- Четвертая (благоприятная): возникло слабое (очень слабое) цунами, службы предупреждения о цунами, имея возможность адекватно оценить степень опасности, не объявили тревогу цунами.

Ущерб в такой ситуации отсутствует.

Очевидно, что неизбежные потери значительно выше не прямых потерь во время одного цунами. Но в силу большого количества ложных тревог суммарный ущерб от них может быть сравним с неизбежным ущербом от состоявшегося цунами.

Проблема ложных тревог является главной проблемой оперативного прогноза цунами. Ложные тревоги цунами, объявляемые зачастую с излишней

заблаговременностью, приносят значительный не прямой ущерб, связанный с остановкой производства в опасных местах, эвакуацией населения, выводом судов в открытое море. При этом всякая деятельность в прибрежной зоне останавливается на несколько часов.

Серьезной проблемой является недоверие населения к тревогам цунами и их игнорирование из-за большого количества ложных тревог, что явилось одной из причин большого числа жертв во время цунами Тохоку 2011 г.

Проблема заключается в том, чтобы службы предупреждения объявляли не только обоснованные общие тревоги, но и дифференцированные по степени опасности для конкретных участков побережий. Идеально тревога цунами должна объявляться с разумной заблаговременностью только в тех пунктах, в которых цунами представляет реальную опасность, и сопровождаться информацией о временах прихода первой волны, максимальной волны, их амплитудах, а также об ожидаемом времени окончания цунами (отбой тревоги цунами) [1]. Именно эти характеристики цунами перечислены в определении прогноза цунами, сформулированном МОК ЮНЕСКО в 2013 г. [2].

На основе действующего регламента, магнитудно-географического критерия, такой прогноз невозможен. В силу этого службы предупреждения о цунами объявляют большое количество ложных тревог.

Возможно ли эффективно управлять риском, улучшить прогноз цунами, т. е. свести ситуации тревожного типа к благоприятным, к ситуациям четвертого типа, исключить не прямой ущерб?

Это и явилось целью работы: показать, что возможно эффективно управлять риском цунами в оперативном режиме при непосредственной угрозе цунами на основе данных, получаемых глубководными станциями измерения уровня океана.

В работе проанализированы действия служб предупреждения во время ряда последних локальных и трансокеанских цунами; проанализирована действенность предлагаемых в настоящее время мер повышения эффективности служб предупреждения о цунами; проанализирована эффективность гидрофизических способов, предлагаемого экспресс-метода оперативного прогноза цунами.

1. Тревоги цунами на Курильских островах

Ситуации с тревогами цунами на Курильских островах не являются широко известными. Представляет интерес раскрытие некоторых подробностей, связанных с тревогами цунами на Курильских островах во время событий 2006—2014 гг. Рассматриваются события как ближних (локальных), так и дальних (трансокеанских) цунами.

1.1. Симуширское цунами 15 ноября 2006 г.

Цунами произошло в результате землетрясения магнитудой $M = 8,3$ восточнее центральных Курильских островов (о. Симушир).

В соответствии с действующим регламентом при $M > 7,0$ одновременно на всех Курильских островах была объявлена тревога. Из опасных зон эвакуированы около 900 человек. Судам предписано выйти в открытое море [3].

Заблаговременность тревоги (интервал времени между объявлением тревоги и приходом первой волны) составила для Южно-Курильска (о. Кунашир) 1 ч 44 мин, Северо-Курильска (о. Парамушир) 1 ч 14 мин, Курильска (о. Итуруп) 36 мин и пос. Буревестник (о. Итуруп) 51 мин.

Зарегистрированы цунами с амплитудами¹ 40 см в Южно-Курильске и 77 см в Малокурильском (о. Шикотан) [3]. Волны с такими амплитудами не представляют опасности.

Длительность тревожного режима составила около 2 час.

1.2. Симуширское цунами 13 января 2007 г.

Второе Симуширское цунами произошло в результате землетрясения с магнитудой $M = 8,1$ восточнее предыдущего.

В соответствии с регламентом была объявлена тревога цунами одновременно на побережье всех Курильских островов. Эвакуированы в безопасные зоны около 340 человек, 16 судов выведены в открытое море [3].

¹ Под амплитудой цунами понимается отклонение уровня моря от осредненного уровня после удаления приливных составляющих, в отличие от понятия «высота волны», рассчитываемого как разность между уровнем гребня и соседней впадины (размах колебаний).

Заблаговременность объявления тревоги для Южно-Курильска — 1 ч 47 мин.

Амплитуды зарегистрированных волн цунами в Южно-Курильске 5—6 см и в Малокурильском 36 см [3].

Длительность тревоги — около 3 ч.

Впоследствии, летом 2007 г., при полевых обследованиях проявления цунами на центральных Курильских островах (Симушир, Матуа и др.) обнаружены следы заплесков на высотах до 20 м от уровня моря [4, 5].

1.3. Катастрофическое цунами (Тохоку цунами) 11 марта 2011 г.

Сильное землетрясение магнитудой $M = 9,0$ к северо-востоку от о. Хонсю вызвало катастрофическое цунами (Тохоку цунами) на северо-восточном побережье острова.

По всем Курильским островам была объявлена тревога цунами, работники береговых предприятий и жители прибрежных домов выведены на безопасные участки. Судам, находящимся на рейде и у пирсов, рекомендовано уйти в безопасную зону [6].

Заблаговременность подачи тревоги цунами для Южно-Курильска 1 ч 30 мин, Северо-Курильска — 2 ч 30 мин и Буревестника — 1 ч.

В Южно-Курильске зарегистрированы волны с амплитудой около 1 м, в Малокурильском (о. Шикотан) — от 84 до 150 см [6].

В поселке Буревестник (бух. Касатка о. Итуруп) амплитуда волны по визуальным наблюдениям составляла около 1 м. По информации с судов, стоявших в порте-ковше Северо-Курильск, уровень воды под килем колебался от 4,2 м до 2,6 м, перепад составил 1,6 м.

Продолжительность тревоги цунами составила около 20 ч [3].

1.4. Чилийское цунами 27 февраля 2010 г.

Землетрясение с моментной магнитудой $M = 8,8$ произошло у берегов Чили.

На основании информации, которая является ориентиром для российских служб предупреждения о цунами, о регистрации на Гавайских островах цунами высотой около двух метров сахалинским Центром цунами было принято решение объявить тревогу цунами по всем Курильским

островам. В Северо-Курильске, Южно-Курильске, Малокурильском население было эвакуировано, суда были выведены в море.

Заблаговременность тревоги составила для Малокурильского (о. Шикотан) 4 ч 52 мин, для Северо-Курильска — 3 ч 22 мин [3].

Амплитуды цунами в населенных пунктах Курильских островов не превышали 0,3 м.

Уже после отбоя тревоги цунами по данным телеметрического регистратора Северо-Курильска отмечалось резкое повышение уровня моря: за 10 мин уровень увеличился на 1 м. Поскольку начался отлив, тревога повторно не объявлялась.

Длительность тревожного режима составила около 4 ч.

1.5. Чилийское цунами 1 апреля 2014 г.

Землетрясение с $M_w = 8,2$ произошло у северного побережья Чили. На побережье Чили, Эквадора и Коста-Рики была объявлена тревога цунами и произведена эвакуация населения с опасных территорий. Возникшее цунами вызвало затопление ближайшего к очагу участка побережья Чили высотой до 4 м [7].

Российская служба предупреждения о цунами приняла решение об объявлении тревоги цунами на Курильских островах откладывала в течение 15 ч до получения информации о проявлении цунами на Гавайских островах, являющейся ключевой для такого рода цунами. По получении информации об амплитудах цунами на Гавайских островах, равных примерно 10 см и лишь в отдельных местах достигших 0,5 м [7], в 02:00 сахалинского времени 3 апреля (за 6—7 час. до подхода ожидаемого цунами к Курильским островам) Центром цунами принято решение тревогу на Курильских островах не объявлять.

При анализе приведенных выше описаний событий возникает ряд вопросов.

Все ли описанные тревоги были оправданными? Тревоги во время Симуширских цунами 2006 и 2007 гг., с точки зрения службы предупреждения, — да: тревоги объявлены в строгом соответствии с действующим регламентом (на берегах ближайших к очагу островов заплеск цунами достигал 20 м). С точки зрения руководителей прибрежных

предприятий, населения эти тревоги оказались ложными: волны с амплитудами до 1 м не представляли угрозы. Объявление тревоги цунами в третьем случае (2011 г.) для населенных пунктов Курильской гряды было оправданным: волны с амплитудами более 1 м представляли опасность для находящихся в портах судов, а также работников предприятий и жильцов домов, расположенных в прибрежной зоне. Тревога в четвертом случае с точки зрения руководителей прибрежных предприятий, населения была, по-видимому, ложной, хотя представители служб предупреждения о цунами с этой оценкой несогласны.

Не является ли заблаговременность объявления тревог цунами, объявляемых одновременно во всех пунктах Курильских островов (в описанных случаях от 0,5 до почти 5 ч), завышенной для некоторых пунктов? Ранее [8], с учетом того, что количество эвакуируемых не превышает 1 тыс., время, необходимое для эвакуации населения, оценивалось в четверть часа.

Не слишком ли велика длительность тревоги цунами 2011 г.?

И наконец, возможно ли улучшить ситуацию, объявлять тревоги в соответствии с определением прогноза цунами МОК ЮНЕСКО?

2. Предлагаемые пути совершенствования систем предупреждения о цунами

В настоящее время службами предупреждения о цунами в Тихом океане внедряется новый регламент оценки опасности цунами [9], который основан на предварительных расчетах с использованием упрощенной модели источника. Прогноз дается для крупных регионов, позволяет лишь ориентировочно оценить опасность возникшего цунами. Принятие решения об объявлении тревоги цунами возлагается на региональные центры предупреждения о цунами. Эти центры должны, видимо, самостоятельно разрабатывать способы детального прогнозирования цунами в своем районе.

Предлагаемый новый регламент не отвечает определению оперативного прогноза цунами, данному МОК ЮНЕСКО.

Есть основания сомневаться в том, что основанный на предполагаемом механизме землетрясения

прогноз окажется адекватным. Подход, основанный на предварительных расчетах, предлагался еще в 1996 г. [10] в начале развития системы регистрации цунами в океане. Впоследствии от такого подхода как неперспективного отказались в пользу гидрофизического способа, основанного на данных о сформировавшемся цунами в открытом океане.

В рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации» последних лет предусматривались меры по улучшению оперативного прогноза цунами. К ним относились мероприятия по совершенствованию систем связи и оповещения об угрозе цунами, увеличение количества сейсмостанций, развитие сети автоматизированных постов (АП) измерения уровня океана.

В Сахалинской области введена в эксплуатацию система инструментальных наблюдений за уровнем моря в составе 11 береговых АП (большая часть на Сахалине). Предполагается, что автоматизированные посты наблюдений за уровнем моря для предупреждения угрозы цунами появятся на трех островах Курильской гряды — Итуруп, Уруп и Симушире.

Эффективно ли применение таких автоматизированных постов на Курилах? Установленные на берегах Курильских островов АП едва ли сыграют положительную роль в улучшении оперативного прогноза цунами на Курильских островах (а именно они наиболее подвержены цунами): времена пробега цунами до этих постов сравнимы с временами добега цунами до населенных пунктов. Очевидно, что АП не могут обеспечить необходимую заблаговременность объявления тревоги цунами.

Для прогноза цунами в Охотском море (например, в Магадане) АП, установленные на Курильских островах, возможно, будут полезны, но при условии, что данные о цунами не сильно искажаются береговыми эффектами (нелинейностью, собственными колебаниями акватории и т. п.).

3. Гидрофизические способы оперативного прогноза цунами

Гидрофизические способы прогнозирования цунами не опираются на магнитуду землетрясения. Достоверной для оценки степени опасности цунами является информация о сформировавшемся

цунами, получаемая в океане станциями системы DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis — оценка и передача данных о цунами в океане) [11].

Одним из способов прогнозирования цунами является способ, развиваемый в США [12, 13]. Система (прогноз) SIFT (Short-term Inundation Forecasting for Tsunamis — краткосрочный прогноз затопления от цунами) дает заблаговременную численную оценку амплитуды, времени пробега, других свойств цунами с использованием данных наблюдений за цунами в открытом океане. В этой технологии применяются заранее рассчитанные (синтетические) мареограммы в точках расположения измерителей уровня и в заданных пунктах побережья от большого числа элементарных источников, расположенных в зонах возможных цунамигенных землетрясений. По записям цунами на нескольких ближайших к области землетрясения станциях системы DART определяются коэффициенты линейной комбинации синтетических мареограмм от этих источников, наилучшим образом аппроксимирующей сигнал на этих станциях. Линейная комбинация синтетических мареограмм (с рассчитанными коэффициентами) в заданных точках побережья дает форму ожидаемого цунами в этих точках. Объем базы синтетических мареограмм к настоящему времени оценивается в несколько терабайт. В настоящее время только в Тихом океане установлено более 40 глубоководных донных станций измерения уровня океана системы DART [14]. Способ SIFT с успехом применялся к расчету всех значительных цунами в Тихом океане с 1996 г.

Применяемый в настоящей работе способ (экспресс-метод) оперативного прогноза цунами [15, 16] является одним из возможных гидрофизических способов. Он позволяет по данным о цунами в открытом океане в режиме реального времени с достаточной заблаговременностью рассчитывать волновую форму цунами в заданных пунктах побережья.

Способ не зависит от магнитуды землетрясения, используется информация только о координатах эпицентра землетрясения. Способ слабо чувствителен к ошибкам в определении координат эпицентра землетрясения. Способ позволяет по ограниченной информации о цунами в открытом океане (первый полупериод/первый период

волны) давать прогноз ожидаемого цунами достаточно большой длительности. Учитываются возможные вторичные волны значительной амплитуды, нередко приходящие с задержкой в несколько часов. На основании прогноза тревога цунами может объявляться с разумной заблаговременностью только в тех пунктах, в которых существует реальная угроза [16].

Способ применим к прогнозу как ближних (локальных), так и дальних (трансокеанских) цунами [17, 18].

Способ (экспресс-метод) оперативного прогноза цунами не требует создания гигантских баз расчетных мареограмм и может применяться местными службами предупреждения о цунами, если имеется возможность получения данных о цунами от удаленных станций в режиме реального времени.

Россия располагала двумя глубоководными станциями измерения уровня океана (DART 21401 и 21402), установленными в 2010 и 2012 гг. Первая из них зарегистрировала слабое цунами 09.03.2011 и сильнейшее цунами 11.03.2011. Данные успешно применены при моделировании экспресс-методом этих цунами на Курильских островах [3]. В настоящее время обе станции не работают, исключены из списка станций Тихого океана.

4. Моделирование процесса оперативного прогноза цунами 2006, 2007, 2010, 2011, 2014 гг.

Подтверждением того, что экспресс-метод действительно может давать адекватную оценку ожидаемого цунами, являются результаты ретроспективного и оперативного моделирования локальных и трансокеанских цунами 2006—2014 гг. Результаты моделирования, расчета ниже называются прогнозом.

Анализ результатов моделирования приведен в том же порядке, что и описания действий служб предупреждения и проявлений цунами. Оценивалось совпадение расчетных и зарегистрированных форм цунами (амплитуды, характерные периоды, структура волнового пакета) в соответствии с определением прогноза цунами, данным МОК ЮНЕСКО, а также заблаговременность выполнения прогноза. Расчетная схема численных экспериментов приведена на рис. 1.

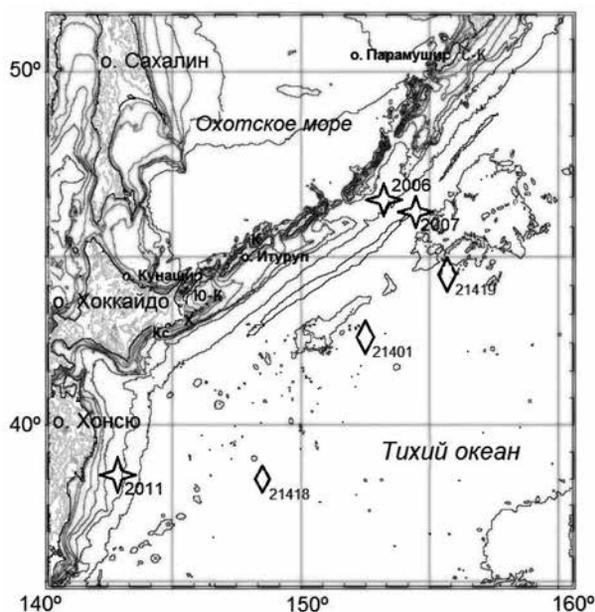


Рис. 1. Расчетная схема для моделирования локальных цунами. Звездочки — эпицентры очагов цунами, ромбы — положение станций измерения уровня океана. На схеме обозначено: С-К — Северо-Курильск (о. Парамушир), К — Курильск (о. Итуруп), Ю-К — Южно-Курильск (о. Кунашир), Х — Ханасаки и Кс — Кусиро (о. Хоккайдо)

Figure 1. The scheme for local tsunamis modeling. The asterisks are the epicenters of tsunami centers, and rhombs are the positions of the sea level stations. The diagram shows: CK — Severo-Kurilsk (Paramushir Island), K — Kurilsk (Iturup Island), ЮК — Yuzhno-Kurilsk (Kunashir Island), X — Khanasaki and Kc — Kushiro (Hokkaido Island)

4.1. Симуширские цунами 2006, 2007 гг.

Выполнен расчет (ретроспективный прогноз) формы цунами в населенных пунктах Курильских островов и острова Хоккайдо по реконструированным данным ближайшей к очагу станции DART 21419, расположенной восточнее Курило-Камчатского желоба, во время событий 2006 и 2007 гг. [18]. Результаты прогноза представлены на рис. 2.

В условиях экспериментов при пробеге цунами 2006 г. до станции DART 21419, равном 15 мин. (при цунами 2007 г. — 20 мин), момент времени выработки прогноза (по первому периоду цунами на станции DART 21419) после начала землетрясения равен 21 мин для 2006 г. и 36 мин для 2007 г.

В условиях эксперимента заблаговременность прогноза цунами для Ханасаки и Кусиро составляет 50—60 мин, для Южно-Курильска составляет около 1,5 ч, для Северо-Курильска — около 1 ч, для Курильска — около 30 мин. Для этих населенных пунктов Курильских островов, как представляется, времени вполне достаточно для принятия решения об объявлении тревоги цунами и, при необходимости, проведения эвакуации населения и вывода судов в открытое море.

Для Ханасаки и Кусиро в обоих событиях головные волны прогнозированной формы хорошо совпадают с формами зарегистрированных цунами. В целом структуры, амплитуды прогнозированных и зарегистрированных форм совпадают, причем правильно прогнозируется начальная фаза волны.

В пунктах Курильских островов прогнозировались амплитуды ожидаемого цунами в пределах меньше 1 м для события 2006 г. и меньше 0,3 м для 2007 г. Регистрация цунами в пунктах Курильских островов (кроме Южно-Курильска) не проводилась. Прогноз для Южно-Курильска дал завышенные по сравнению с фактическими амплитуды ожидаемого цунами, однако и завышенные амплитуды не являются опасными).

На основании прогноза тревогу в населенных пунктах Курильских островов можно было не объявлять во время обоих событий.

4.2. Тохоку цунами 2011 г.

В [3] выполнено моделирование процесса оперативного прогнозирования цунами 11 марта 2011 г. для населенных пунктов Курильских островов и острова Хоккайдо. Расчетная схема представлена на рис. 1. В расчетах использовались данные станций измерения уровня океана DART 21401 и 21418. Форма цунами, зарегистрированная станцией DART 21418, изображена на рис. 2.

Заблаговременность прогноза, по данным российской станции DART 21401, составила для Северо-Курильска 105 мин, для Южно-Курильска 43 мин, для Курильска 20 мин.

Прогноз, выполненный по данным другой, более близкой к очагу станции DART 21418, обеспечивает заблаговременность прогноза для Северо-Курильска — 2,5 ч, Южно-Курильска — 1,5 ч,

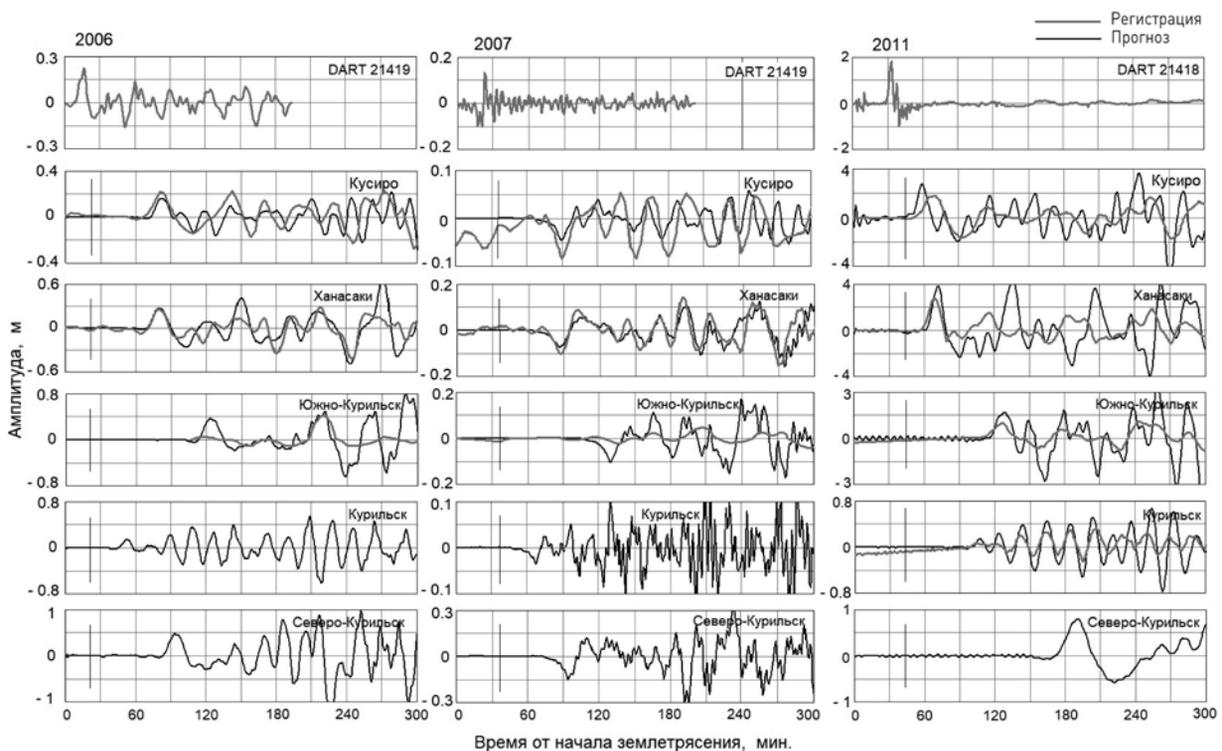


Рис. 2. Исходные данные для расчетов (верхняя строка) и результаты прогноза цунами 2006, 2007 и 2011 гг. в пунктах Курильских о-вов и о. Хоккайдо

Figure 2. The initial data for the computations (top line) and the results of the tsunami forecast for 2006, 2007 and 2011 in Kuril Islands and Hokkaido Island

Курильска — 1 ч и для островов Малой Курильской гряды от 0,5 до 1 ч.

Несмотря на аномальный механизм возбуждения цунами Тохоку 11.03.2011, расчет, выполненный по данным станций DART 21401 и DART 21418 с использованием информации лишь о координатах эпицентра землетрясения, дает адекватный результат (рис. 2). Результаты расчета для Курильских островов подтверждаются как инструментальными измерениями (хорошее совпадение структуры, амплитуд цунами на станции DART 21419, в Южно-Курильске и Курильске), так и другими свидетельствами: данными судового эхолота (Северо-Курильск), визуальными наблюдениями (портпункт Буревестник) [6]. Для Куширо и Ханасаки прогноз дает завышенные амплитуды ожидаемого цунами.

По результатам расчета должно быть принято решение об объявлении тревоги в населенных пунктах Курильских островов последовательно, начиная с пунктов Малой Курильской гряды, с разумной заблаговременностью.

4.3. Чилийское цунами 2010 г.

Результаты моделирования процесса оперативного прогноза этого трансокеанского цунами представлены в [19]. Расчетная схема численных экспериментов приведена на рис. 3.

Расчет цунами выполнялся по записи цунами станции DART 32412, ближайшей к очагу. В точке, где расположена станция DART 32412, цунами представляло собой головную волну заметной амплитуды с характерным периодом около 60 мин, сопровождавшуюся хвостом малой амплитуды (рис. 4).

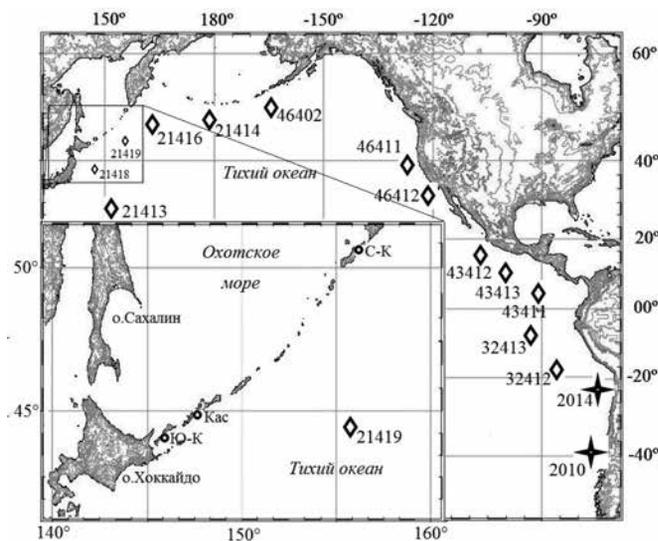


Рис. 3. Расчетная схема для моделирования трансокеанских цунами
Звездочки — эпицентры очагов цунами с указанием года, ромбы — положение станций измерения уровня океана. На схеме обозначено: С-К — Северо-Курильск, Кас — зал. Касатка (о. Итуруп), Ю-К — Южно-Курильск

Figure 3. The scheme for transoceanic tsunami modeling The asterisks are the epicenters of tsunami centers with the year, rhombs are the positions of the sea level stations. On the diagram it is marked: С-К — Severo-Kurilsk, Кас — Kasatka Bay (Iturup island), Ю-К — Yuzhno-Kurilsk

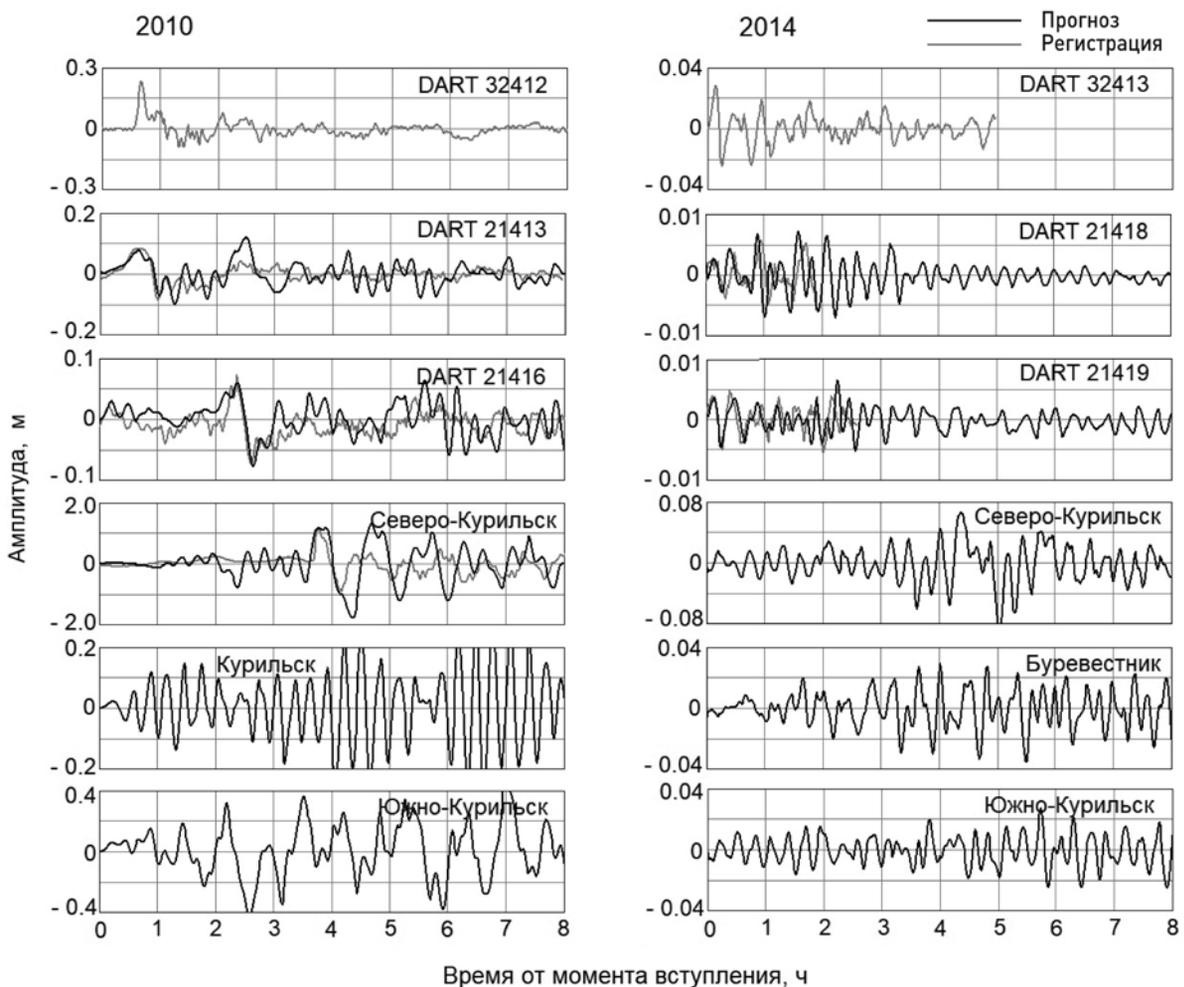


Рис. 4. Исходные данные (верхняя строка) и результаты прогноза Чилийских цунами 2010 и 2014 гг.

Figure 4. The initial data for the computations (top line) and the results of the Chilean tsunamis forecast for 2010 and 2014

На рис. 4 приведены расчетные и зарегистрированные формы цунами в открытом океане и в населенных пунктах Курильских островов.

Расчетные формы цунами в открытом океане на станциях DART 21413 и 21416 [14] хорошо совпадают с формами зарегистрированного цунами.

Для Северо-Курильска расчет дает головные волны небольших амплитуд, несколько превышающих амплитуды зарегистрированных волн, в течение 220 мин. Прогнозируется приход максимальных волн с амплитудами, превышающими 1 м, спустя 4 ч после первого вступления. Согласно прогнозу, тревога могла быть объявлена через 3 ч после расчетного времени прихода цунами, длительность ее могла составить 3 часа. Фактически тревога цунами в Северо-Курильске объявлялась за 3 ч 22 мин до ожидаемого прихода первой волны, но была отменена до прихода максимальных волн. Регистрация Чилийского цунами в Южно-Курильске, Курильске не проводилась, сравнить результат расчета с фактическим цунами не представляется возможным.

4.4. Чилийское цунами 2014 г.

Прогноз Чилийского цунами 1 апреля 2014 г. впервые в России выполнен практически в режиме реального времени. Схема расчетной области приведена на рис. 3. Прогноз выполнен по данным станции DART 32413 (рис. 4), данные которой к моменту начала расчетов были доступны в Интернете [14]. Сравнение результатов прогноза цунами в океане с имевшимися на момент окончания промежуточных расчетов данными станций DART показало достаточно высокую точность совпадения.

Прогноз амплитуд ожидаемого цунами на Курилах дал незначительную их величину: в основном до 4 см, приход максимальных волн с амплитудой до 8 см в Северо-Курильске с задержкой около 3,5 ч. В пос. Буревестник (зал. Касатка) и в Южно-Курильске амплитуды ожидаемых волн также незначительны, в пределах 3—4 см (рис. 4).

Прогноз для Курильских островов получен за 4,0 ч до получения информации о проявлении цунами на Гавайских островах и за 9,5—10,5 ч до прихода волны к побережью Курильских островов. На основании этих расчетов в 21 ч 2 апреля по са-

халинскому времени можно было принять решение тревогу цунами не объявлять.

Полное время расчета (осуществления прогноза) составило около 2 ч при том, что расчеты были начаты через 10 ч после начала землетрясения, после получения информации о цунами на станциях DART, при времени распространения цунами от очага до Курильских островов 21—22 ч [17].

5. Обсуждение

Приведенные описания событий и результаты соответствующих численных экспериментов показывают, что имеется принципиальная возможность управлять риском цунами во время события в оперативном режиме. Понизить количество и исключить необоснованный ущерб от ложной тревоги цунами можно путем совершенствования прогноза.

Тревоги цунами в случаях локальных землетрясений объявляются филиалами Единой геофизической службы РАН (сейсмологическая подсистема службы предупреждения о цунами), которые, не располагая информацией о цунами, опираются только на магнитудно-географический критерий. Центры цунами Росгидромета (гидрофизическая подсистема службы предупреждения о цунами) объявляют тревогу в случаях опасных дальних, трансокеанских цунами. К их обязанностям относятся также инструментальная регистрация цунами и визуальные наблюдения, а также отмена тревоги.

Каждая из подсистем службы предупреждения о цунами в деле совершенствования прогноза преследует свои цели, не связывая их между собой.

Для совершенствования службы предупреждения о цунами предусмотрены такие меры, как развитие системы оповещения об угрозе цунами, увеличение числа сейсмостанций для более точного определения координат гипоцентра землетрясения, развитие сети береговых автоматизированных постов наблюдений за уровнем моря для предупреждения об угрозе цунами.

Представляется, что увеличение количества сейсмостанций именно с целью повышения качества оперативного прогноза цунами является излишним: ошибки определения координат эпицентра землетрясения в пределах очага цунами слабо влияют на результат прогноза гидрофизическим способом.

Ввиду того, что Россия не располагает глубоководными станциями измерения уровня океана, а информация других станций системы DART в режиме реального времени недоступна, ставка делается на береговые автоматизированные посты наблюдений за уровнем моря. Однако АП, установленные на Курильских островах, едва ли существенно повысят качество оперативного прогноза цунами на самих Курильских островах.

Возможным путем решения проблемы в России является создание российских глубоководных станций измерения уровня океана, развертывание сети глубоководных станций для получения информации о сформировавшемся цунами с целью раннего предупреждения о цунами. К сожалению, такие планы даже не рассматриваются.

Способ (экспресс-метод) оперативного прогноза цунами, использующий данные о цунами глубоководных станций, мог бы быть одним из средств повышения качества оперативного прогноза цунами.

Проблемой является то, что экспресс-метод, представляя собой эффективное средство оперативного прогноза, не находит практического применения, главным образом по причине отсутствия российских станций измерения уровня океана.

Как отмечалось, за прогноз цунами, объявление тревоги отвечают две подсистемы, использующие критерии, выработанные 60 лет назад. По-видимому, назрела необходимость пересмотреть требования к качеству оперативного прогноза в свете определения прогноза цунами МОК ЮНЕСКО, принять новые критерии опасности цунами, выработать новый регламент действий при угрозе цунами.

Заключение

Представленный способ (экспресс-метод) оперативного прогноза цунами по данным глубоководных станций измерения уровня океана позволяет заблаговременно рассчитывать (прогнозировать) форму ожидаемого цунами в заданном пункте. Результат прогноза удовлетворяет определению МОК ЮНЕСКО.

Для выполнения прогноза от сейсмологической подсистемы требуется информация только о координатах землетрясения. Способ не зависит от механизма землетрясения, может учитывать дополнительные эффекты в результате подводных оползней.

Результаты численных экспериментов демонстрируют соответствие расчетных и фактических форм цунами с точностью, достаточной для принятия решения об объявлении тревоги цунами, и с заблаговременностью, достаточной для принятия решения об объявлении тревоги цунами, проведения эвакуации населения.

Способ (экспресс-метод) применим для прогноза локальных и трансокеанских цунами.

Экспресс-метод оперативного прогноза цунами не требует создания гигантских баз вспомогательных мареограмм. Для реализации способа (экспресс-метода) необходимо располагать подробной батиметрией районов, для которых выполняется прогноз, применять технологию быстрого счета с включением методов вложенных сеток.

С применением таких технологий прогноз может осуществляться в режиме реального времени на любом компьютере. При условии оперативного приема сейсмологической информации о координатах эпицентра землетрясения и информации ближайших к очагу станций измерения уровня океана способ может применяться на местном уровне, что позволит более детально рассчитывать амплитуды ожидаемого цунами в пределах острова, населенного пункта.

В численных экспериментах показано, что при возникновении землетрясений в районе Курило-Камчатской глубоководной впадины возможно прогнозирование цунами по данным глубоководных станций измерения уровня океана, расположенных восточнее впадины. В частности, при возникновении землетрясений в районе центральных Курильских островов при условии регистрации цунами станцией DART 21419 и оперативного получения информации возможен заблаговременный прогноз (за 0,5—1,5 ч до прихода первой волны) для населенных пунктов северных и южных Курильских островов. В численных экспериментах расчетные формы цунами по структуре, амплитудам волн хорошо совпали с зарегистрированными в Ханасаки и Кусиро, в Южно-Курильске.

В подобных ситуациях для центральных Курильских островов (Матуа, Симушир и др.), время пробега цунами до которых составляет 15—20 мин, гидрофизические способы прогноза не позволяют давать заблаговременный прогноз. В таких случаях

тревога цунами должна объявляться немедленно после получения первичной информации о землетрясении в соответствии с действующим в настоящее время регламентом.

Способ (экспресс-метод) оперативного прогноза, в отличие от действующего регламента, позволит службам предупреждения принимать решение об объявлении тревоги цунами с разумной заблаговременностью только в том населенном пункте, в котором цунами представляет реальную угрозу.

При его реализации в виде единого программного комплекса, а также при условии получения в оперативном режиме информации уровня станций, способ может стать инструментом, который позволит существенно уменьшить количество ложных тревог и тем самым повысить качество прогнозирования цунами, поднять уровень доверия населения к тревогам цунами.

Литература [References]

1. Королёв Ю.П. О гидрофизическом способе оперативного прогноза цунами // Проблемы анализа риска. Т. 8. 2011. № 2. С. 32—47. [Korolev Yu.P. Hydrophysical method for real-time forecast of tsunamis // Issues of Risk Analysis. Vol. 8. 2011. No. 2. P. 32—47 (Russia).]
2. Intergovernmental Oceanographic Commission. Rev. Ed. 2013. Tsunami Glossary, 2013. Paris, UNESCO. IOC Technical Series. No.85. (IOC/2008/TS/85rev). URL: http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=10442 (Дата обращения: 27.11.2018).
3. Королёв Ю.П., Ивельская Т.Н. Совершенствование оперативного прогноза цунами и тревоги цунами. Анализ последних цунами // Проблемы анализа риска. Т. 9. 2012. № 2. С. 76—91. [Korolev Yu.P., Ivelskaya T.N. Improving Real-Time Forecast of Tsunami and Tsunami Alert. Analysis of Recent Tsunamis // Issues of Risk Analysis. Vol. 9. 2012. No.2. P. 76—91 (Russia).]
4. Левин Б.В., Кайстренко В.М., Рыбин А.В. и др. Проявления цунами 15 ноября 2006 г. на центральных Курильских островах и результаты моделирования высот заплесков // Докл. Академии наук. Т. 419. 2008. № 1. С. 118—122. [Levin B. W., Kaistrenko V.M., Rybin A.V. et al. Manifestations of the tsunami on November 15, 2006, on the central Kuril Islands and results of the runup heights modeling // Doklady Earth Sciences. Vol. 419. 2008. No. 1. P. 335—338 (Russia).]
5. MacInnes B.T., Pinegina T.K., Bourgeois J. et al. Field Survey and Geological Effects of the 15 November 2006 Kuril Tsunami in the Middle Kuril Islands // Pure Appl. Geophys. 2009. 166. P. 9—36. (DOI 10.1007/s00024-008-0428-3).
6. Кайстренко В.М., Шевченко Г.В., Ивельская Т.Н. Проявления цунами Тохоку 11 марта 2011 г. на Тихоокеанском побережье России // Вопросы инженерной сейсмологии. Т. 38. 2011. № 1. С. 41—64. [Kaystrenko V.M., Shevchenko G.V., Ivelskaya T.N. Manifestation of the Tohoku tsunami of 11 March, 2011 on the Russian Pacific ocean coast // Voprosy inzhenernoy seysmologii. Vol. 38. 2011. No.1. P. 41—64 (Russia).]
7. NOAA National Centers for Environmental Information. URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/form?t=101650&s=70&d=7> (Дата обращения: 25.11.2018).
8. Поплавский А.А., Храмушин В.Н., Непоп К.И. и др. Оперативный прогноз цунами на морских берегах Дальнего Востока России / Южно-Сахалинск: ДВО РАН, 1997. 272 с. [Poplavskiy A.A., Khramushin V.N., Nepop K.I. et al. Short-term tsunami forecast on the coast of the Far East Russia. YuzhnoSakhalinsk: DVO RAN [FEB RAS], 1997. 272 p. (Russia).]
9. User's Guide for the Pacific Tsunami Warning Center Enhanced Products for the Pacific Tsunami Warning System. IOC Technical Series. No.105, Rev. ed. UNESCO/IOC. 2014. URL: http://itic.ioc-unesco.org/images/stories/ptws/ptwc_new_enhanced_products/ts105-Rev2_eo_220368E.pdf (Дата обращения: 27.11.2018).
10. Whitmore P.M. and Sokolowski T.J. Predicting tsunami amplitudes along the North American coast from tsunamis generated in the Northwest Pacific Ocean during tsunami warnings // Science of Tsunami Hazards. Vol. 14. 1996. No.3. P. 147—166.
11. NOAA Center for Tsunami Research. URL: <https://nctr.pmel.noaa.gov/tsunami-forecast.html> (Дата обращения: 27.11.2018).
12. Titov V.V. Tsunami Forecasting. The Sea. Vol. 15. Eds. E.N. Bernard and A.R. Robinson. Harvard University Press, Cambridge, MA and London, England, 2009. P. 367—396.
13. Wei Y., Cheung K.F., Curtis G.D. et al. Inverse Algorithm for Tsunami Forecasts // J. Waterway, Ports, Coastal and Ocean Engineering. ASCE. Vol. 129. 2003. No.2. P. 60—69.
14. National Data Buoy Center. URL: <http://www.ndbc.noaa.gov/dart.shtml> (Дата обращения: 27.11.2018).
15. Королёв Ю.П. Расчет цунами по измерениям уровня моря в удаленных точках при оперативном прогнозе //

- Океанология. Т. 44. 2004. № 3. С. 376—382. [Korolev Yu. P. Tsunami numerical modeling for short-term forecasting using data of remote level gauges // Oceanology. Vol. 44. 2004. No. 3. P. 346—352 (Russia).]
16. Korolev Yu. P. An approximate method of short-term tsunami forecast and the hindcasting of some recent events // Natural Hazards and Earth System Sciences. Vol. 11. 2011. P. 3081—3091. Doi: 10.5194/nhess-11-3081-2011.
17. Королёв Ю. П., Храмушин В. Н. Об оперативном прогнозе цунами 1 апреля 2014 г. вблизи побережья Курильских островов // Метеорология и гидрология. Т. 41. 2016. № 4. С. 86—91. [Korolev Yu. P., Khramushin V. N. Short-term Forecast of Tsunami Occurred on April 1, 2014 on the Kuril Is lands Coast // Russian Meteorology and Hydrology. Vol. 41. 2016. No. 4. P. 293—298 (Russia).]
18. Королёв Ю. П., Лоскутов А. В. О достоверном оперативном прогнозе цунами // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 1. С. 56—63. [Korolev Yu. P., Loskutov A. V. On the reliable short-term tsunami forecast // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 1. P. 56—63 (Russia)]. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-1-26-33>
19. Korolev Yury. A New Approach to Short-Term Tsunami Forecasting. In: Tsunami — Analysis of a Hazard — From Physical Interpretation to Human Impact. InTech: 2012. P. 141—180.

Сведения об авторе

Королёв Юрий Павлович: кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории цунами Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН), член Русского географического общества

Количество публикаций: 90, в том числе 3 монографии в соавторстве, 3 авторских свидетельства на изобретения
Область научных интересов: физика океана, волновые процессы в океане, математическое моделирование в естественных науках, динамика идеальной жидкости, математическая физика

Контактная информация:

Адрес: 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 16

Тел.: +7 (4242) 79-61-54

E-mail: Yu_P_K@mail.ru, y.korolev@imgg.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 11.12.2018

Дата принятия к публикации: 11.03.2019

Дата публикации: 30.04.2019

The author declare no conflict of interest.

Came to edition: 11.12.2018

Date of acceptance to the publication: 11.03.2019

Date of publication: 30.04.2019

УДК 551.515

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-50-57>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2019

Новый прогностический индикатор неблагоприятных и опасных явлений погоды — градиент интегральной спиральности поля скорости атмосферных движений¹

А. А. Макоско,

президиум РАН,
Институт физики атмосферы
им. А. М. Обухова РАН,
Межведомственный центр
аналитических исследований
в области физики, химии
и биологии при президиуме
РАН,
119991, РФ, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 14

Л. О. Максименков*,

Институт физики атмосферы
им. А. М. Обухова РАН,
119017, РФ, г. Москва,
Пыжевский пер., д. 3

Аннотация

Выявлены некоторые новые свойства интегральной спиральности, в частности дипольность структуры ее поля. С учетом этого обстоятельства введен новый, более информативный и наглядный критерий оценки интегральной спиральности — градиент интегральной спиральности, перспективный при анализе и прогнозе неблагоприятных и опасных явлений погоды.

На примере конвективной бури в Москве 29.05.2017 показаны прогностическое свойство и наглядность введенного критерия как прогностического индикатора неблагоприятных и опасных явлений погоды. Учитывая, что подобная конвективная буря прогнозируется всего за пару часов или даже за несколько десятков минут, предложенный критерий, обеспечивающий заблаговременность прогноза порядка 12 часов, может стать важным звеном в технологической линии прогнозов опасных явлений погоды и основой значимого резерва снижения экономического ущерба из-за метеорологических причин.

Ключевые слова: градиент интегральной спиральности, прогностический критерий, опасные явления погоды.

Для цитирования: Макоско А.А., Максименков Л.О. Новый прогностический индикатор неблагоприятных и опасных явлений погоды — градиент интегральной спиральности поля скорости атмосферных движений // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. №2. С. 50—57, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-50-57>

¹ Работа выполнена при поддержке программ фундаментальных исследований президиума РАН № 51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования», № 56 «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности», № 55 «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации».

New prognostic indicator of adverse and dangerous weather phenomena — gradient of the integral helicity of the atmospheric motion velocity field¹

Alexander A. Makosko,

Presidium of the Russian Academy of Sciences, Institute of Atmospheric Physics A. M. Obukhov RAS, Interdepartmental Center for Analytical Research in Physics, Chemistry and Biology at the Presidium of the RAS, 119991, Russia, Moscow, Leninsky Avenue, 14

Leonid O. Maximenkov*,

Institute of Atmospheric Physics A. M. Obukhov RAS, 119017, Russia, Moscow, Pyzhevsky Lane, 3

Annotation

Some new properties of integral helicity are revealed, in particular, the dipole structure of the structure of its field. Taking this circumstance into account, a more informative and illustrative criterion for evaluating integral helicity is a gradient of integral helicity that is promising in analyzing and forecasting adverse and dangerous weather phenomena.

Using the example of a convective storm in Moscow 05.29.2017. Indicators of predictive quality and clarity, used as diagnostic indicators and dangerous weather phenomena. Considering that such a convective storm is predicted in just a couple of hours, or even several tens of minutes, the proposed criterion, which ensures the forecast lead time of about 12 hours, can become an important link in the technological line for predicting dangerous weather phenomena and a significant reserve for reducing economic damage due to meteorological reasons.

Keywords: gradient of integral helicity, prognostic criterion, dangerous weather phenomena.

For citation: Makosko Alexander A., Maximenkov Leonid O. New prognostic indicator of adverse and dangerous weather phenomena — gradient of the integral helicity of the atmospheric motion velocity field // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No.2. P. 50—57, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-50-57>

Содержание

Введение

1. Новые свойства интегральной спиральности по данным реанализа
2. О прогностическом значении интегральной спиральности
3. Новый прогностический критерий — градиент интегральной спиральности

Заключение

Литература

¹ Work is performed with assistance of programs basic researches of presidium of RAS No. 51 "Climate change: reasons, scratches, consequences, problems of adaptation and regulation", No. 56 "Fundamental fundamentals of breakthrough technologies for the benefit of national security", No. 55 "Basic basic scientific research for the benefit of development of the Arctic zone Russian Federations".

Введение

Наблюдаемые и прогнозируемые климатические изменения как на глобальном, так и на региональных уровнях влекут устойчивые тенденции усиления интенсивности опасных явлений погоды и обусловленных ими стихийных бедствий, увеличения причиняемого экономике ущерба, повышения возможности наступления событий и их последствий, опасных для жизни человека. По данным [1], размер ущерба по метеорологическим причинам в настоящее время достигает 1% ВВП России и растет ежегодно.

Важным резервом снижения такого вида ущерба является увеличение заблаговременности и повышение оправдываемости прогнозов неблагоприятных и опасных явлений погоды. На фоне новых научных результатов, полученных в последние годы в науках об атмосфере Земли, в настоящей работе предлагается новый прогностический индикатор неблагоприятных и опасных явлений погоды — градиент интегральной спиральности поля скорости атмосферных движений.

Интегральная спиральность поля скорости для атмосферных движений h имеет вид

$$h = \int_0^{H_b} s dz, s = \vec{V} \cdot \text{rot} \vec{V},$$

где z — высота; H_b — высота верхней границы атмосферы; \vec{V} — вектор скорости ветра.

Это понятие в современных исследованиях по геофизической гидродинамике и динамической метеорологии широко применяется, прежде всего, в качестве диагностической характеристики интенсивных вихрей. В ряде случаев спиральность имеет и прогностическое значение как предиктор циклогенеза для тропических и средиземноморских циклонов (см. обзор [2]), полярных мезоциклонов [3], начала муссонной циркуляции [4]. Для этого используются различные критерии оценки или индексы — предикторы спиральности (интегральная, относительная, поток).

Учитывая исключительно высокую актуальность анализа и прогноза атмосферных процессов, обуславливающих опасные явления погоды, и потенциальные свойства интегральной спиральности, цели работы состоят в выявлении по данным реанализа некоторых новых свойств интегральной спиральности, перспективных при анализе и про-

гнозе атмосферных движений, и обосновании нового информативного критерия оценки интегральной спиральности.

1. Новые свойства интегральной спиральности по данным реанализа

Рассматривались данные за 4 срока наблюдений (00, 06, 12, 18 UTC) следующих реанализов ECMWF:

- над территорией, охватывающей европейскую часть России, Сибирь и Восточную Европу: 19.04.2018—23.04.2018 (20 сроков наблюдений), 28.05.2017—30.06.2018 (136 сроков наблюдений),
- над территорией, охватывающей Атлантику и восточную часть Северной Америки: 28.08.2011—11.09.2011 (60 сроков наблюдений — тропический ураган “Katia”).

Анализ последовательности карт, построенных по вышеуказанным данным реанализа с шагом 6 часов, показывает следующее.

Поля интегральной спиральности представляют собой последовательное чередование максимумов и минимумов. Последние существенно подвижнее барических образований (БО): скорость их перемещения может превышать 100 км/ч.

Для рассматриваемых данных реанализа суммарная площадь областей положительных значений интегральной спиральности превышает суммарную площадь отрицательных значений, т. е. доминирует циклоническая циркуляция.

В области развитых БО часто наблюдается дипольная структура максимумов и минимумов в поле спиральности. Особенно четко это прослеживается для тропического урагана. В средних широтах наблюдается вращательное движение дипольной структуры против часовой стрелки вокруг циклона.

Перемещение циклонов происходит, как правило, близко к прямой, соединяющей эти экстремумы, в сторону максимума. Для антициклона — соответственно, в сторону минимума, но выражено слабо.

Чем больше разница в поле спиральности между максимумом и минимумом диполя, тем, как правило, глубже циклон.

Чем больше расстояние между этими экстремумами, тем, как правило, выше скорость перемещения циклона. При исчезновении диполя наблюдается стационарирование циклона.

Некоторые из приведенных выводов иллюстрируются рис. 1, 2.

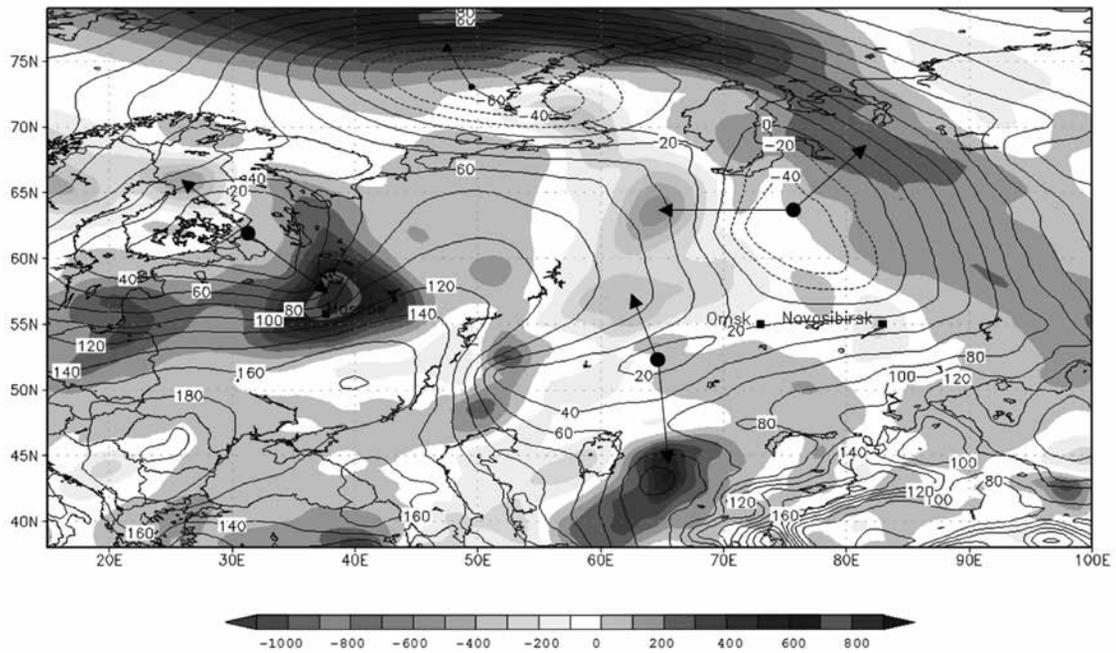


Рис. 1. Поле интегральной спиральности h (m^2/s^2) и поле изогипс H (м) поверхности 1000 гПа за 00 UTC 29.05.2017
 Figure 1. The field of integral helicity h (m^2/s^2) and the field of isohyps H (m) of the surface of 1000 hPa per 00 UTC 29/05/2017

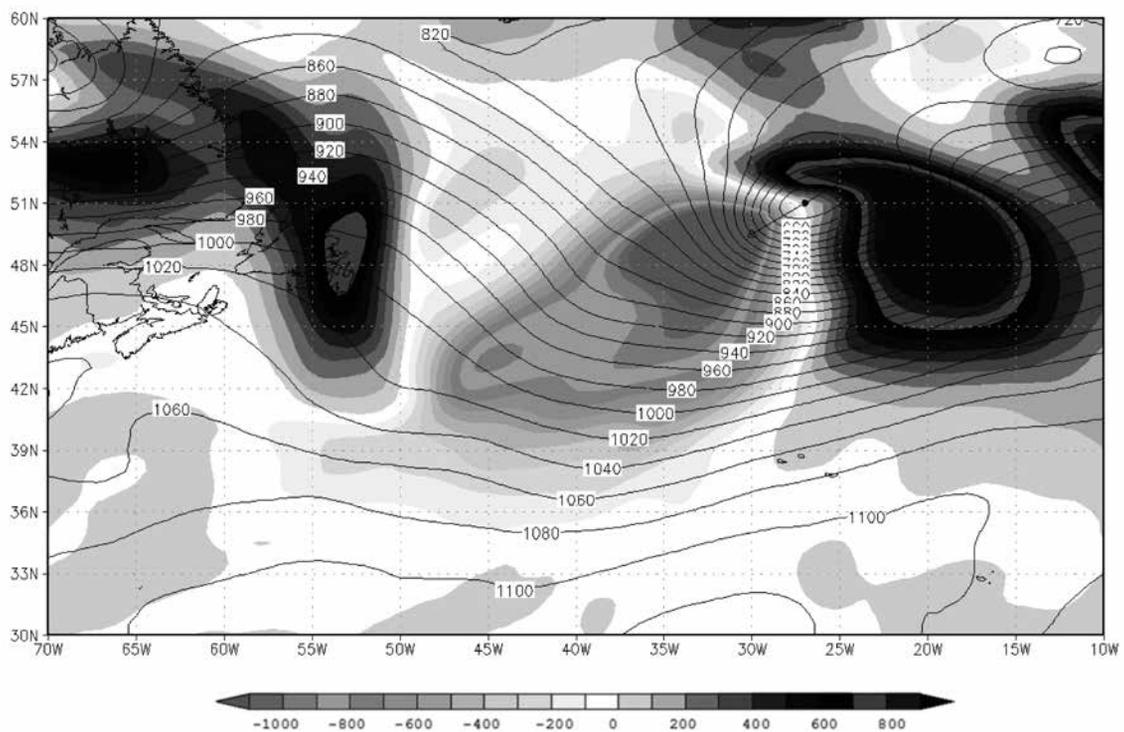


Рис. 2. Поле h (m^2/s^2) и поле изогипс H (м) поверхности 1000 гПа за 12 UTC 11.09.2011 (тропический ураган “Katia”)
 Figure 2. Field h (m^2/s^2) and field isohyps H (m) of the surface of 1000 hPa for 12 UTC 11/09/2011 (tropical hurricane “Katia”)

2. О прогностическом значении интегральной спиральности

Как известно, тенденция высоты изобарической поверхности q зависит от значений начальных полей во всех точках пространства. Эта зависимость устанавливается посредством интеграла типа свертки начальных полей с функцией Грина некоторого эллиптического дифференциального уравнения [5]. При функции Грина под знаком интеграла фигурирует адвекция поля температуры, которая пропорциональна спиральности в квазигеострофическом приближении.

С учетом отмеченного представляется интересным оценить эмпирически, будет ли тенденция высоты изобарической поверхности, например 1000 гПа, пропорциональной интегральной спиральности геострофического потока.

На рис. 3 представлено поле тенденции q , рассчитанное на поверхности 1000 гПа по формуле $q \approx \frac{H^{t+\delta t} - H^{t-\delta t}}{\delta t}$, где $\delta t = 12$ ч. Сравнение поля тенденции q на рис. 3 и поля интегральной спи-

ральности h на рис. 1 показывает их очень хорошее совпадение с поправкой на знак. Проверочные расчеты, выполненные с помощью выражения $H^{t+\delta t} \approx H^{t-\delta t} - \delta t \cdot b \cdot h_g$, показали хорошее соответствие рассчитанного поля $H^{t+\delta t}$ наблюдаемому. Коэффициент b принимался равным $b = \frac{l}{g}$, где g — ускорение свободного падения; l — параметр Кориолиса.

3. Новый прогностический критерий — градиент интегральной спиральности

С учетом дипольности структуры поля спиральности логично будет в качестве нового прогностического критерия рассмотреть градиент интегральной спиральности

$$M = \overline{V}h,$$

где \overline{V} — оператор Гамильтона, а черта сверху означает осреднение при расчетах по горизонтальной

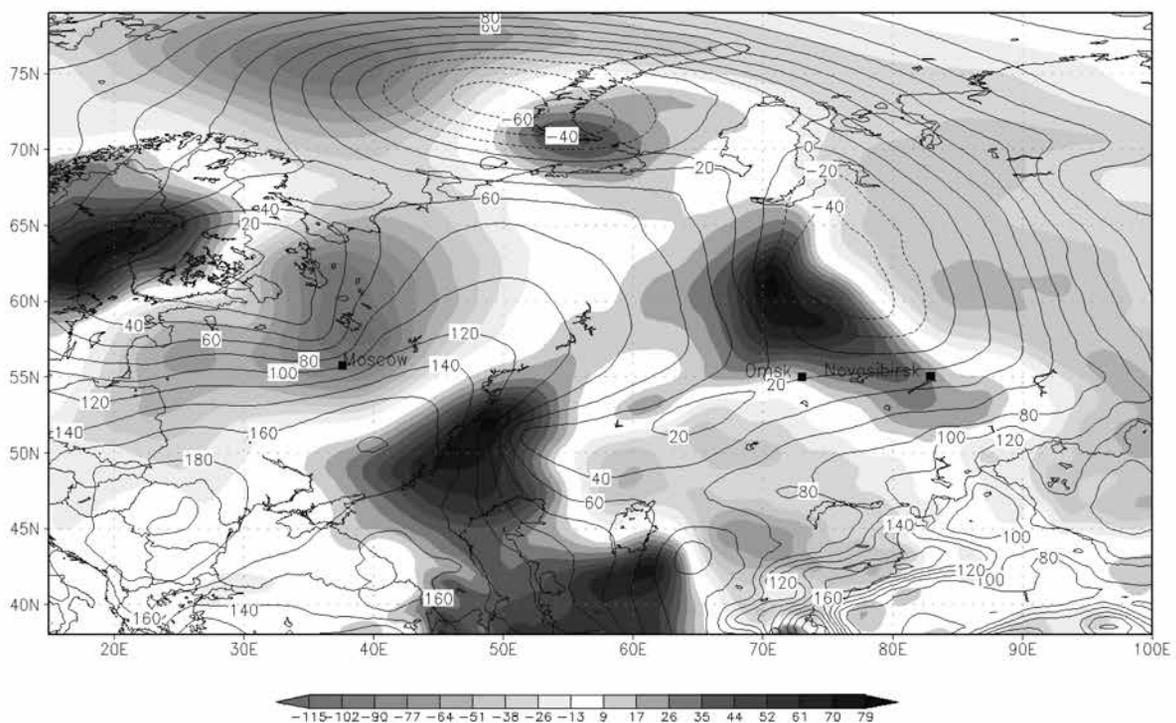


Рис. 3. Поле q (м/с) на поверхности 1000 гПа и поле изогипс H (м) поверхности 1000 гПа за 00 UTC 29.05.2017

Figure 3. The field q (m/s) on a surface of 1000 hPa and the field of isohyps H (m) of a surface of 1000 hPa per 00 UTC 29/05/2017

поверхности в пределах двух шагов сетки относительно точки расчета.

Рассмотрим ситуацию 29.05.2017 в районе Москвы. Как известно, в этот день наблюдалась конвективная буря в Москве, в результате которой погибло 11 человек и более 160 пострадало. Шквалистый ветер обрушился на Москву во второй половине дня, между 15 и 16 часами местного времени. По области разброс скорости ветра составил от 12 до 30 м/с.

Синоптическая ситуация определялась южной периферией подвижного циклона, который смещался с Финского залива на восток. Ранним утром столицу пересек его теплый атмосферный фронт, Москва попала в теплый сектор циклона — температура повысилась до +25 °С. Во второй половине дня подошел холодный фронт. Обостренный в пе-

риод максимального прогрева он и стал причиной неблагоприятных и опасных явлений погоды [6].

На кольцевой карте погоды (вставка справа на рис. 4) за 12 UTC 29.05.2017 вдоль зоны сходимости векторов критерия M располагается холодный фронт, на котором наблюдается интенсивная грозовая деятельность, а южнее — область сильного юго-западного ветра.

На рис. 4 представлено поле критерия M , поле h и поле H за 00 UTC 29.05.2017 над территорией, охватывающей европейскую часть России, частично Сибирь и Восточную Европу. Анализ этого рисунка показывает, что в 00 UTC 29.05.2017 в районе Москвы сформировалась область высоких (до $900 \text{ м}^2/\text{с}^2$) значений интегральной спиральности. Эта ситуация наглядно отражена в поле критерия M . Наблюдается резкая сходимость векторов этого

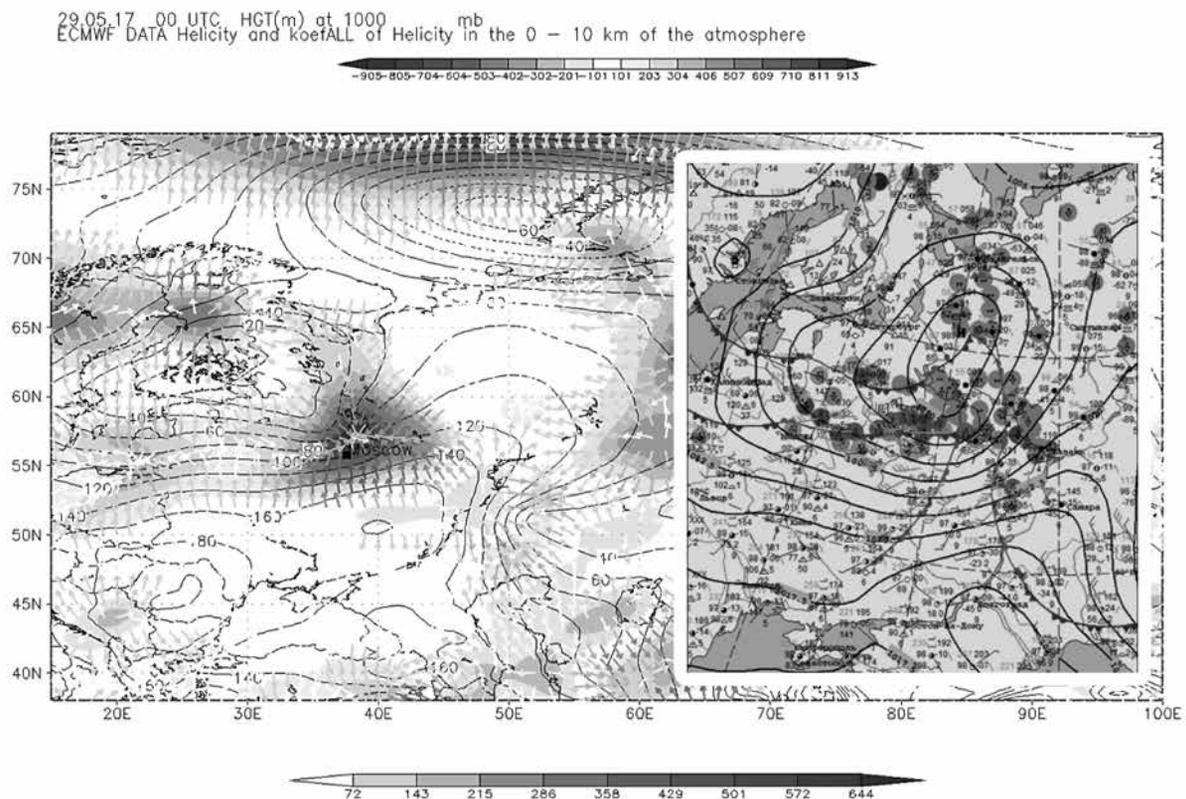


Рис. 4. Векторное поле M ($\text{м}^2/\text{с}^2$, нижняя шкала), поле h ($\text{м}^2/\text{с}^2$, верхняя шкала) и поле изогиПС H (м) поверхности 1000 гПа за 00 UTC 29.05.2017. Вставка справа — кольцевая карта погоды за 12 UTC 29.05.2017

Figure 4. Vector field M (m^2/s^2 , lower scale), field h (m^2/s^2 , upper scale) and field isohyps H (m) of the surface of 1000 hPa for 00 UTC 29/05/2017. Inset on the right is a ring weather map for 12 UTC 29/05/2017

критерия: южнее Москвы векторы направлены с юга на север, их значения достигают 600 м/с^2 , а севернее области сходимости векторы направлены с северо-запада и с северо-востока, их значения составляют порядка 300 м/с^2 .

Сопоставление области резкой сходимости векторов критерия M в 00 UTC и зон гроз и интенсивного ветра в 12 UTC указывает на прогностическое свойство (заблаговременность 12 часов) и наглядность градиента интегральной спиральности как прогностического индикатора неблагоприятных и опасных явлений погоды.

Подобные конвективные бури могут отмечаться каждый сезон и по несколько раз за сезон. Однако, по статистике, средняя повторяемость такого сочетания факторов составляет 5 лет. Важно отметить, что подобная конвективная буря прогнозируется всего за пару часов или даже за несколько десятков минут [6]. Поэтому предложенный критерий M , обеспечивающий заблаговременность прогноза порядка 12 часов, может стать важным звеном в технологической линии прогнозов опасных явлений погоды.

Заключение

Таким образом, по данным реанализа выявлены некоторые новые свойства интегральной спиральности, перспективные при анализе и прогнозе атмосферных движений. На наш взгляд, исключительно важным является выявление в поле интегральной спиральности дипольных структур, изучение которых в настоящей статье только намечено.

Показано, что тенденция высоты изобарической поверхности 1000 гПа пропорциональна интегральной спиральности геострофического потока.

Введен новый, информативный и наглядный критерий оценки интегральной спиральности. Учитывая дипольность структуры поля спиральности в качестве нового прогностического критерия, предложен градиент интегральной спиральности. На примере конвективной бури в Москве 29.05.2017 показаны его прогностическое свойство (заблаговременность 12 часов) и наглядность как прогностического индикатора неблагоприятных и опасных явлений погоды. Учитывая, что подобная конвективная буря прогнозируется всего за пару часов или даже за несколько десятков минут, предложенный критерий M , обеспечивающий заблаговременность прогноза порядка 12 часов, может стать важным

звеном в технологической линии прогнозов опасных явлений погоды и основой значимого резерва снижения экономического ущерба из-за метеорологических причин.

Литература [References]

1. Быков А.А., Башкин В.Н. Об экстремальных природных явлениях и оценке природных и экологических рисков // Проблемы анализа риска. 2018. Т. 15. №3. С. 4—5. [Bykov A.A., Bashkin V.N. About the extreme natural phenomena and assessment of natural and environmental risks // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 3. P. 4—5. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-3-4-5> (Russia).]
2. Курганский М.В. Спиральность в атмосферных динамических процессах // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. 2017. № 2. С. 147—163. [Kurgansky M.V. Helicity in Dynamic Atmospheric Processes // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2017. Vol. 53. No. 2. P. 147—163 (Russia).] DOI: 10.7868/S0002351517020079
3. Вазаева Н.В., Чхетиани О.Г., Максименков Л.О., Курганский М.В. Интегральные характеристики полярных мезоциклонов // БШФФ-2017. С. 246—248. [Vazaeva N.V., Chkhetiani O.G., Maksimenkov L.O., Kurgansky M.V. Integral characteristics polar mesocyclones // BSHFF-2017. P. 246—248 (Russia).]
4. Макоско А.А., Рубинштейн К.Г. Исследование спиральности азиатского муссона по данным реанализа и результатам численного моделирования циркуляции атмосферы с учетом неоднородности силы тяжести // ДАН. Т. 459. 2014. № 2. С. 237—242. [Makosko A.A., Rubinstein K.G. Study of a Helical Asian Monsoon Based on Reanalysis of Data and the Results of Numerical Modeling of Atmospheric Circulation with Account for the Inhomogeneous Gravity Force // Doklady Earth Sciences. 2014. Vol. 459. No. 1. P. 1451—1456 (Russia).] DOI: 10.7868/S0869565214320176
5. Булеев Н.И., Марчук Г.И. О динамике крупномасштабных атмосферных процессов // Труды / Институт физики атмосферы АН СССР. 1958. № 2. С. 66—104. [Buleev N.I., Marchuk G.I. On the dynamics of large-scale staff atmospheric processes // Proceedings / Institute physics of the Academy of Sciences of the USSR. 1958. No. 2. P. 66—104 (Russia).]
6. Конвективная буря в Москве: детали, причины, статистика. 2017. 30 мая. <https://www.gismeteo.ru/news/klimat/23835-konvektivnaya-burya-v-moskve-detali-prichiny-statistika/>. [Convective storm in Moscow: details, reasons, statistics. 2017, May 30th.]

Сведения об авторах

Макоско Александр Аркадьевич: доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель главного ученого секретаря президиума Российской академии наук (РАН)

Количество публикаций: более 300

Область научных интересов: динамическая метеорология, диагноз климата, атмосферные примеси, экологическая безопасность, гравитационное поле Земли, геомедицина

Контактная информация:

Адрес: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 14

Тел.: +7 (499) 237-27-21, (499) 237-69-10

E-mail: aam@pran.ru

Максименков Леонид Олегович: ведущий инженер Института физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН

Количество публикаций: более 30

Область научных интересов: атмосферные примеси, экологическая безопасность, геомедицина

Контактная информация:

Адрес: 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3

Тел.: +7 (495) 951-13-47

E-mail: leonidmax@gmail.com

Авторы выражают благодарность Р. М. Вильфанду за любезно предоставленные картографические материалы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 21.11.2018

Дата принятия к публикации: 11.03.2019

Дата публикации: 30.04.2019

Authors express gratitude to R.M. Vilfandu for kindly provided cartographic materials.

The authors declare no conflict of interest.

Came to edition: 21.11.2018

Date of acceptance to the publication: 11.03.2019

Date of publication: 30.04.2019

УДК 502.3
ВАК 05.26.06
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-58-69>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

Экологический рейтинг как индикатор управления геоэкологическим риском российских нефтегазовых компаний в Арктике¹

О. П. Трубицина*,
ФГАОУ ВО «Северный
(Арктический)
федеральный университет
имени М. В. Ломоносова»,
163002, РФ, г. Архангельск,
набережная Северной
Двины, д. 17

В. Н. Башкин,
ФГБУ науки Институт физико-
химических и биологических
проблем почвоведения РАН,
142290, РФ, Московская обл.,
г. Пущино

Аннотация

Статья посвящена вопросам экологических рейтингов как индикаторов процесса управления геоэкологическим риском (ГЭР) российских нефтегазовых компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике. Авторы демонстрируют алгоритм процессов модели управления ГЭР и раскрывают необходимость использования экологических рейтингов для нефтяной и газовой промышленности. Особое внимание уделяется результатам рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний в России, который был проведен в 2014—2017 гг. совместно компанией CREON Group и Всемирным фондом природы (WWF) России при участии Национального рейтингового агентства. Авторы выбрали из всех рейтингуемых российских нефтегазовых компаний только те, которые осуществляют хозяйственную деятельность в Арктическом регионе, и проанализировали их. Результаты анализа рейтинга в целом показывают, что лидерами являются компании, управление в которых особое внимание уделяет газу, — Сахалин Энерджи (Сахалин-2), Газпром, Зарубежнефть. Авторы указывают на то, что экологический рейтинг российских нефтегазовых компаний может служить индикатором управления ГЭР, инструментом информирования иностранных инвесторов о воздействии на окружающую среду для обеспечения экологической безопасности региона.

Ключевые слова: геоэкологический риск, экологический рейтинг, нефтегазовая промышленность, Арктика.

Для цитирования: Трубицина О. П., Башкин В. Н. Экологический рейтинг как индикатор управления геоэкологическим риском российских нефтегазовых компаний в Арктике // Проблемы анализа риска. 2019. Т. 16. № 2. С. 58—69, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-58-69>

¹ Работа выполнена в рамках темы Минобрнауки РФ «Физико-химические и биогеохимические процессы в антропогенно загрязненных почвах», № АААА-А18-118013190180-9.

Ecological rating as an indicator of geoenvironmental risk management of Russian oil and gas companies in the Arctic

Olga P. Trubitsina*,

Northern (Arctic) Federal University,
163002, Russia, Arkhangelsk, Severnaya Dvina Embankment, 17

Vladimir N. Bashkin,

FSIS Institute of physicochemical and biological problems in soil science RAS,
142290, Russia, Moscow Region, Pushchino

Annotation

The article is devoted to the issues of environmental ratings as an indicators of the process of geoenvironmental risk (GER) management of Russian oil and gas companies, operating in the Arctic. The authors demonstrate the algorithm of GER management model processes and reveal the need to use environmental ratings for the oil and gas industry. Particular attention is given to the issues of rating results of Environmental Responsibility of Oil and Gas companies in Russia that was held in 2014—2017 years. It was conducted by the cooperative initiative by CREON Group and WWF Russia with participation of National Rating Agency. The authors have selected from all Russian oil and gas companies only those who operating in the Arctic region and they have analyzed them. The rating's results show that the leaders are companies whose management pays special attention to gas. They are Sakhalin Energy (Sakhalin-2), Gazprom and Zarubezhneft. The authors point out that the environmental rating of Russian oil and gas companies can serve as an indicator of GER management, as a tool to inform foreign investors about the environmental impact to ensure the ecological safety of the region.

Keywords: geoenvironmental risk, environmental rating, oil and gas industry, the Arctic.

For citation: Trubitsina Olga P, Bashkin Vladimir N. Ecological rating as an indicator of geoenvironmental risk management of Russian oil and gas companies in the Arctic // *Issues of Risk Analysis*. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 58—69. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-58-69>

Содержание

Введение

1. Модель управления ГЭР

2. Экологический рейтинг российских нефтегазовых компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике

Заключение

Литература

Введение

В современном мире освоение Арктического региона должно быть направлено на обеспечение устойчивого развития полярных территорий. При этом важной задачей должно стать рациональное размещение производственных отраслей (прежде всего нефтегазовой), отвечающее защите и восстановлению окружающей среды, а также новым территориальным, экономическим и демографическим условиям [1].

Всеобщий повышенный интерес к нефтегазовым проектам шельфа Арктики основан на том, что именно здесь возможны открытия наиболее крупных месторождений, а открытия на суше в последнее десятилетие в основном характеризуются небольшими запасами [2]. Большинство легкодоступных ресурсов углеводородов в мире уже открыты и используются. В то же время есть мнение, что ископаемые виды топлива будут оставаться существенным источником энергии по крайней мере до 2050 г. [3] на фоне того, что глобальный спрос на энергоресурсы только к 2035 г. вырастет более чем на треть [4]. Несмотря на то, что Россия обладает одной третью известных мировых запасов природного газа и является одной из крупнейших нефтедобывающих стран в мире согласно данным МЭА [5], Арктика представляет для нее область новых возможностей наряду с геоэкологическими и геополитическими вызовами [6]. Данный регион будет играть жизненно важную роль в мировом энергообеспечении в ближайшие несколько десятилетий [7].

Так, в связи с планируемым и реально осуществляемым развитием программ по добыче углеводородов на континентальном шельфе, а также в связи с трансграничным загрязнением (циркумполярный перенос загрязняющих веществ с запада) экологически важным направлением в Арктике является управление ГЭР [8]. При этом ГЭР определяется как риск, возникающий на фоне природно-климатических условий Арктики в системе «промышленность — окружающая среда», связанный с взаимным воздействием промышленных объектов на окружающую среду и окружающей среды на промышленные объекты [9, 10]. Для управления ГЭР, особенно в полярных широтах, руководителям, инвесторам и всем заинтересованным сторонам компании важно осознавать экологическую ответственность за последствия, с которыми они могут столкнуться при

освоении месторождений нефти и газа. Это крайне актуально в условиях роста конкуренции на мировом рынке нефти и газа, снижения цен на нефть, влияния санкций, технологического отставания, износа трубопроводов и оборудования [11].

Цель статьи — анализ экологического рейтинга, ориентированный на оценку сопоставимых данных об экологической ответственности и влияния на окружающую среду Арктики деятельности российских нефтегазовых компаний, а именно: 1) выявление компаний-лидеров в 2017 г.; 2) идентификацию динамики экологической деятельности компаний в 2014—2017 гг.; 3) оценку по рейтингуемым разделам. Рейтинговый подход уже реализован для нефтегазовых компаний по правам коренных народов в Арктике [12]. Предполагается, что балльно-рейтинговая система учета экологических критериев станет индикатором управления ГЭР нефтегазовыми компаниями. При этом инвесторы будут обладать такой информацией, которая повлияет на репутацию российских компаний нефтегазовой отрасли, что в конечном счете будет способствовать повышению их внешней инвестиционной привлекательности и обеспечению экологической безопасности региона. В то же время компании, претендующие на высокие рейтинговые позиции, будут стремиться рационально использовать природные ресурсы и сохранять окружающую среду Арктики, а значит, минимизировать ГЭР.

1. Модель управления ГЭР

Управление риском позволяет уменьшить экономические потери и повысить устойчивость хозяйствующих субъектов [13]. Предлагаемая модель управления ГЭР (рис. 1) основывается на результатах оценки ГЭР в зонах влияния объектов нефтегазовой промышленности в Арктике, алгоритм которой подробно изложен в работах [8, 14, 15]. Процесс управления ГЭР включает четыре этапа.

Первый этап связан с характеристикой риска. На начальной стадии приводится сравнительная характеристика ГЭР для разных групп эффектов, реципиентов и сценариев экспозиций с целью установления приоритетов. На завершающей стадии устанавливается степень опасности (вредности) [8].

Вторым этапом определяется приемлемость риска, который затем сопоставляется с рядом

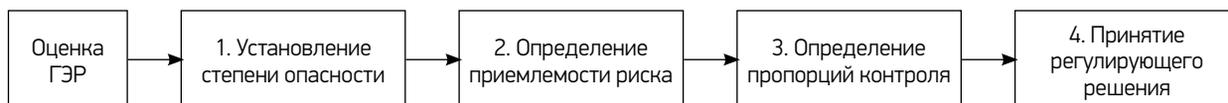


Рис. 1. Алгоритм процессов модели управления ГЭР

Figure 1. Algorithm of processes of GER control model

социально-экономических факторов в Арктическом регионе: 1) выгоды от работы действующего или проектируемого объекта нефтегазовой промышленности; 2) потери, обусловленные работой объекта нефтегазовой промышленности; 3) наличие и возможности регулирующих мер с целью уменьшения негативного влияния на окружающую природную среду. Процесс сравнения опирается на метод «затраты — выгоды». В сопоставлении «нерисковых» факторов с «рисковыми» проявляется суть процесса управления риском. Возможны три варианта принимаемых решений: 1) риск приемлем полностью; 2) риск приемлем частично; 3) риск неприемлем полностью.

Третий этап связан с определением пропорций контроля и заключается в выборе одной из «типовых» мер, способствующей уменьшению (в первом и во втором варианте предыдущего этапа) или устранению (в третьем варианте) ГЭР.

Четвертый этап заключается в принятии регулирующего решения, то есть определении законодательной возможности (законов, постановлений, инструкций) реализации той «типовой» меры, которая была установлена на предшествующей стадии. Данный этап завершает процесс управления ГЭР и одновременно увязывает все его предыдущие этапы, а также этапы оценки ГЭР в единый процесс принятия решений, в единую концепцию анализа ГЭР [14].

Таким образом, управление ГЭР в зонах влияния нефтегазовой промышленности является процедурой принятия решений по достижению приемлемых уровней суммарного ГЭР, связанного с действующими или проектируемыми объектами. От эффективности принимаемого управленческого решения зависит степень минимизации ГЭР в каждом конкретном случае и, соответственно, в целом в регионе. Измерить данную эффективность можно с помощью экологических рейтингов.

2. Экологический рейтинг российских нефтегазовых компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике

Современные отношения в сфере взаимодействия общества и природы регулируются путем сочетания императивных («жестких» обязательных регулятивных мер, введенных правительством) и диспозитивных («мягких» добровольных обязательств по отношению к стандартам экологической ответственности, принятым компаниями) методов. Обязательные нормативные требования связаны с соответствием как минимум среднему уровню рынка и препятствуют попыткам компаний минимизировать затраты, связанные со стандартами экологической ответственности. Некоторые отрасли с целью увеличения их конкурентных преимуществ на экологически чувствительных рынках выбирают принятие добровольных экологических стандартов [16—19]. Однако нефтегазовая отрасль, экспорт продукции которой составляет около 66% стоимости всего российского экспорта [21], еще несколько лет назад была одной из наиболее «закрытых» отраслей российской экономики, малочувствительной к требованиям в области экологической ответственности и прозрачности [22]. Поэтому добровольное представление докладов в рамках повышения экологической осведомленности бизнеса имеет первостепенное значение для повышения внешней инвестиционной привлекательности предприятий этой отрасли, стимулирующих минимизацию ГЭР в своей деятельности путем принятия управленческих решений в области экологической безопасности. При этом восполнение дефицита объективной информации позволит эффективнее использовать экологические критерии на рынках инвестиций, оборудования, товаров и услуг [23—25].

Внедрение экологического рейтинга позволяет определить приоритеты для привлечения

инвестиций в российские нефтегазовые компании, которые наиболее соответствуют критериям устойчивого развития [24]. Растущий интерес инвесторов к рейтингу стимулирует компании к постоянному улучшению своей внутренней среды, учету разнообразных экологических аспектов окружающей среды в процессе управления ГЭР для обеспечения экологической безопасности в Арктике.

Авторы отобрали из всех рейтингуемых российских нефтегазовых компаний только те, которые осуществляют хозяйственную деятельность в Арктическом регионе, и проанализировали их на основе материалов рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний в России, проведенного совместно компанией CREON Group и WWF России при участии Национального рейтингового агентства [26—31] в 2014—2017 гг. Количество компаний за исследуемый период менялось. Например, газовая компания Арктикгаз вошла в рейтинг только в 2015 г., а нефтяная компания Башнефть с 2016 г. стала входить в ПАО НК «Роснефть». Кроме того, ряд компаний являются собственниками некоторых других компаний, например Газпром — Сахалин Энерджи, Газпром нефть [27]. В то же время все компании рассматриваются как независимые, так как каждая сохраняет свою собственную внутреннюю политику, а также свободно сформулированную политику корпоративной социальной ответственности [32, 33].

Рейтингуемые компании проанализированы по трем разделам в соответствии с материалами [20]: 1) управленческий; 2) операционный; 3) информационный. Первый раздел «Экологический менеджмент» оценивает качество управления охраной окружающей среды в компаниях, и его критерии ориентированы на соответствие лучшим мировым стандартам и практикам в нефтяном и газовом бизнесе. Второй раздел «Воздействие на окружающую среду» выявляет шкалу последствий деятельности нефтегазового предприятия на окружающую среду, например уровень ущерба природным средам в ходе реализации проекта, а также уровень экологизации производств. Критерии второго раздела основаны на компонентах официальной статистики об охране окружающей среды. Третий раздел «Раскрытие информации/прозрачность» оценивает

степень готовности компаний раскрывать информацию в отношении воздействия на окружающую среду производственной деятельности [21, 27]. Экологические критерии рейтинга сформулированы на основе [27, 34] и представлены в таблице, составленной авторами в [33]. Итоговый рейтинговый балл рассчитывался для каждой компании как среднее арифметическое по 28 критериям, по каждому из которых предварительно выводился средний арифметический балл (от 0 до 2).

С целью выявления динамики результатов рейтинга по разделу 1 авторами составлена табл. 1 согласно материалам [20, 27]. Учитывая экспортную направленность и возможность оставаться конкурентоспособными на мировом рынке, российские нефтегазовые компании были вынуждены внедрить систему экологического менеджмента (СЭМ) на базе общепринятых стандартов ISO 14000 [35]. В связи с этим практически все компании на своих официальных сайтах имеют сведения о наличии сертификатов соответствия международному стандарту ISO 14001, текст экологической политики или аналогичный документ [31]. Прослеживается преимущественно положительная динамика результатов рейтинга по данному разделу за 2014—2017 гг.

Масштаб воздействия российских компаний нефтегазового сектора на окружающую среду оценивается в разделе 2, составляющие большинства критериев которого — элементы государственной статистической отчетности в области охраны окружающей среды (источники данных — отчеты в форме 2-тп (вода, воздух, отходы, водхоз, рекультивация), 4-ОС (затраты и платежи), отражающие воздействие компаний на окружающую среду в результате осуществления ими хозяйственной деятельности на лицензионных участках. В этом разделе представлены количественные показатели, которые переводятся в качественную шкалу при помощи среднеотраслевых значений по каждому из критериев. Среднеотраслевой показатель при его отсутствии в официальных источниках вычисляется как среднеарифметическое показателей по компаниям, представленным в рейтинге. Для проведения сравнительного анализа между компаниями используются удельные показатели, которые вычисляются путем деления валовых значений

Таблица 1. Динамика результатов рейтинга по разделу 1 для российских нефтегазовых компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике^а

Table 1. Dynamics of the rating results according to section 1 for Russian oil and gas companies operating in the Arctic

Компания	Балл рейтинга по годам				Изменение балла в 2017 г. по сравнению с 2014 г.
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Газпром ^{б, в}	1,2857	1,7778	1,8571	1,8571	▲ 0,5714
Сахалин Энерджи (Сахалин-2) ^{б, в}	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	0,0000
Зарубежнефть ^в	1,0000	1,2222	1,2857	1,5714	▲ 0,5714
ЛУКОЙЛ ^в	1,2857	1,5556	1,8571	1,7143	▲ 0,4286
Роснефть ^{б, в}	1,1429	1,6667	1,5714	1,5714	▲ 0,4285
Газпром нефть ^{б, в}	1,1429	1,3333	1,7143	1,7143	▲ 0,5714
НОВАТЭК ^в	1,0000	1,1111	1,2857	1,1429	▲ 0,1429
Башнефть ^в	1,0000	1,1111	0,8571	—	—
Альянс-ННК ^в	0,0000	1,1111	0,1429	0,0000	0,0000
Русснефть ^в	0,2857	0,3333	0,1429	0,2857	0,0000
Арктикгаз ^в	—	0,0000	0,0000	0,0000	—

^а Компании были отобраны на основе их объема производства. Нижняя граница была установлена на уровне 1,5 млн тонн нефтяного эквивалента (нефти и газового конденсата), объем транспортировки нефти — 30 млн тонн в год, объем переработки нефти, газового конденсата и нефтепродуктов — 8 млн тонн в год.

^б Компании, осуществляющие хозяйственную деятельность на Арктическом шельфе.

^в Компании, осуществляющие хозяйственную деятельность в АЗ РФ.

на объем добычи, транспортировки и переработки углеводородов [36].

Самым высоким показателем раскрытия информации по критериям раздела 2 является критерий «Уровень утилизации попутного нефтяного газа». Из 11 компаний 8 представляют публичную информацию по данному критерию: Сахалин Энерджи (Сахалин-2), НОВАТЭК, Газпром, ЛУКОЙЛ, Роснефть, Башнефть, Газпром нефть, Зарубежнефть. Остальные показатели раздела 2 в публичном доступе имеет лишь небольшое число из представленных нефтегазовых компаний.

Для выявления динамики рейтингового балла в 2014—2017 гг. раздела 2 «Воздействие на окружающую среду» авторами была составлена табл. 2 по материалам [26—29]. Согласно результатам рейтинга по данному разделу отмечается в целом положительная динамика показателей. Исключение составляет компания Газпром, которая, в 2014 г. продемон-

стрировав самый высокий показатель балльно-рейтинговой системы среди других компаний, к 2017 г. его понизила.

Раздел 3 «Раскрытие информации/прозрачность» оценивает степень готовности компаний раскрывать информацию о воздействии на окружающую среду в ходе производственной деятельности. Таким образом российские нефтегазовые компании повышают свою внешнюю инвестиционную привлекательность посредством распространения информации об уровне осознания экологической ответственности и управления ГЭР для обеспечения экологической безопасности Арктического региона. Все исследуемые компании обладают разным уровнем информационной открытости в части экологии, демонстрируя положительную динамику за исследуемый период, за исключением следующих компаний: Русснефть, НК «Альянс» и Арктикгаз, Роснефть (табл. 3). Наибольшее

Таблица 2. Динамика результатов рейтинга по разделу 2 для российских нефтегазовых компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике^а

Table 2. Dynamics of the rating results according to section 2 for Russian oil and gas companies operating in the Arctic

Компания	Балл рейтинга по годам				Изменение балла в 2017 г. по сравнению с 2014 г.
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Газпром ^{б, в}	1,3333	1,7273	1,6364	1,1053	▼ -0,2280
Сахалин Энерджи (Сахалин-2) ^{б, в}	0,9091	0,9000	1,8000	1,7895	▲ 0,8804
Зарубежнефть ^в	1,1667	1,6000	1,1000	1,2667	▲ 0,1000
ЛУКОЙЛ ^в	0,9167	1,4545	1,5455	1,4211	▲ 0,5044
Роснефть ^{б, в}	0,7500	1,1818	1,2727	1,2000	▲ 0,4500
Газпром нефть ^{б, в}	0,5833	0,7273	1,0909	1,5333	▲ 0,9500
НОВАТЭК ^в	0,2727	0,9000	1,6000	1,0667	▲ 0,7940
Башнефть ^в	0,4167	0,6364	0,4545	—	—
Альянс-ННК ^в	0,0000	0,1818	0,1818	0,0000	0,0000
Русснефть ^в	0,0000	0,0000	0,0000	0,3636	▲ 0,3636
Арктикгаз ^в	—	0,0000	0,0000	0,0000	—

Таблица 3. Динамика результатов рейтинга по разделу 3 для российских нефтегазовых компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике^а

Table 3. Dynamics of the rating results according to section 3 for Russian oil and gas companies operating in the Arctic

Компания	Балл рейтинга по годам				Изменение балла в 2017 г. по сравнению с 2014 г.
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Газпром ^г	1,4444	1,1111	1,6667	1,6667	▲ 0,2223
Сахалин Энерджи (Сахалин-2) ^г	1,6667	1,6667	1,7778	1,7778	▲ 0,1111
Зарубежнефть ^г	1,0000	1,4444	1,3333	1,8889	▲ 0,8889
ЛУКОЙЛ ^г	0,7778	1,1111	1,5556	1,3333	▲ 0,5555
Роснефть ^г	1,2222	1,2222	1,2222	1,1111	▼ -0,1111
Газпром нефть ^г	0,8889	1,0000	1,3333	1,3333	▲ 0,4444
НОВАТЭК ^г	0,8889	0,8889	1,3333	0,8889	0,0000
Башнефть ^г	0,7778	1,0000	1,1111	—	—
Альянс-ННК ^д	0,5556	0,5556	0,5556	0,2222	▼ -0,3334
Русснефть ^д	0,5556	0,4444	0,5556	0,3333	▼ -0,2223
Арктикгаз ^е	—	0,4444	0,4444	0,4444	—

^г Высокий уровень информационной прозрачности. Публикуется нефинансовая отчетность, имеется официальный сайт с информативным разделом, специально посвященным экологической политике компании и вопросам охраны окружающей среды. Компания публикует отчеты по устойчивому развитию и/или ежегодные экологические отчеты.

^д Низкий уровень информационной прозрачности. Не публикуется нефинансовая отчетность, имеется официальный сайт с краткими сведениями об экологических аспектах деятельности. Компания не публикует отчеты по устойчивому развитию и/или ежегодные экологические отчеты.

^е Отсутствует как нефинансовая отчетность, так и официальный сайт.

сопротивление раскрытию информации среди компаний вызывают критерии, касающиеся разливов нефти и готовности к их ликвидации. Объяснения компаний варьируют от «раскрытие плана аварийных разливов нефти угрожает терактами» до «нет места на сайте для большого количества документов». Однако непрерывные диалоги с нефтегазовыми компаниями ведут к прогрессу в этом отношении. В результате повышается количество компаний, опубликовывающих планы на случай

непредвиденных обстоятельств для определенных проектов и раскрывающих информацию о разливах нефти [37].

В целом по итогам рейтинга 2014—2017 гг. преобладает положительная динамика результатов (рис. 2). Однако результаты 2017 г. указывают на незначительный спад показателей экологической активности компаний.

Выявлены такие рейтинговые лидеры среди компаний, осуществляющих хозяйственную

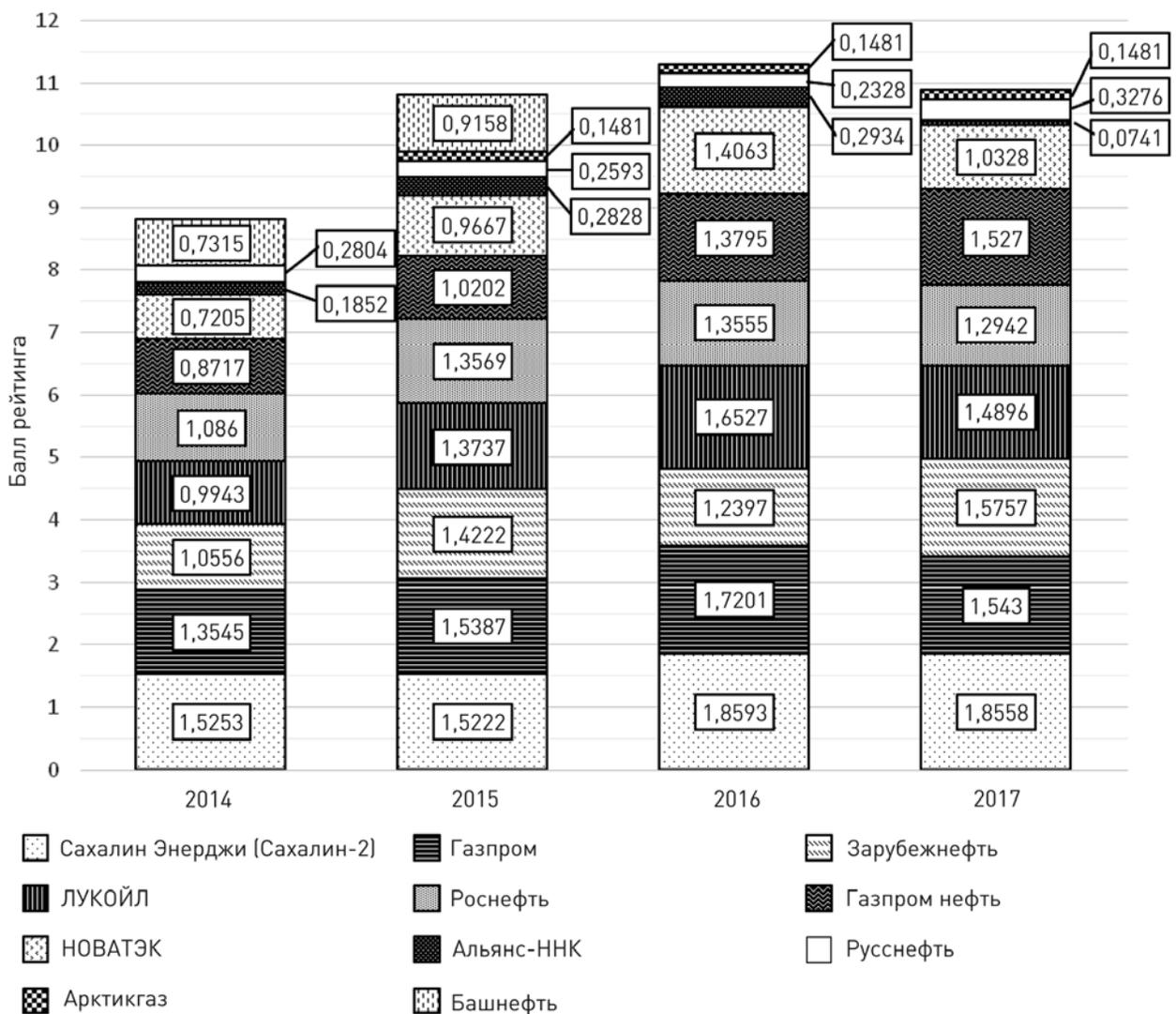


Рис. 2. Динамика результатов экологического рейтинга за 2014—2017 гг. для нефтегазовых компаний, осуществляющих деятельность в Арктическом регионе

Figure 2. Dynamics of the environmental rating results according to 2014—2017 years for oil and gas companies operating in the Arctic region

деятельность в Арктике, как Сахалин Энерджи (Сахалин-2), Газпром, а также Роснефть (2014 г.), Зарубежнефть (2015 г., 2017 г.), Лукойл (2016 г.). В то время наибольшую положительную динамику итоговых рейтинговых показателей за исследуемый период продемонстрировала Газпром нефть (рост балла на 0,6553). Единственный случай отрицательного динамического развития отмечен у Альянс-ННК (спад итогового балла на 0,1111). Результаты анализа дифференцированного рейтинга 2017 г. демонстрируют, что лидеры в каждом разделе разные. Лучшие позиции экологического менеджмента принадлежат таким компаниям, как Сахалин Энерджи (Сахалин-2), Газпром, Газпром нефть, Лукойл. В разделе 2 «Воздействие на окружающую среду» доминируют Сахалин Энерджи (Сахалин-2), Газпром нефть, Лукойл. Раздел 3 связан с уровнем корпоративной прозрачности по отношению к экологическим проблемам и во многом определяется качеством нефинансовой отчетности. Существует три типа таких отчетов для российских нефтегазовых компаний: 1) экологические; 2) социальные; 3) отчеты об устойчивости развития. Последние являются наиболее популярным видом [20, 38]. Все анализируемые компании раскрывают экологические и социальные параметры своей деятельности в той или иной мере. Восемь из одиннадцати рейтингуемых компаний публикуют отчеты, соответствующие международным требованиям к отчетности в области устойчивого развития GRI (Роснефть, Лукойл, Газпром нефть, Башнефть, Газпром, Сахалин Энерджи, НОВАТЭК и Зарубежнефть). Лидерами в секторе «раскрытие информации/прозрачность» являются Сахалин Энерджи (Сахалин-2), Зарубежнефть, Роснефть. Наилучшую динамику рейтинга показали Зарубежнефть и ЛУКОЙЛ, обнародовавшие большой объем информации в интернет-сайтах [27]. Стоит отметить, что уровень прозрачности некоторых компаний достаточно низкий, например Русснефть и Альянс-ННК.

Важно отметить, что некоторые нефтяные и газовые компании с большими объемами производства (например, Газпром, Зарубежнефть) принадлежат государству. Считается, что на эти компании осуществляется слабое давление со стороны гражданского общества. В связи с этим по-

вышение уровня экологической ответственности и прозрачности в нефтяной и газовой промышленности путем реализации «мягких» механизмов ответственности является важнейшей задачей [20, 22], направленной на повышение инвестиционной привлекательности российских нефтегазовых компаний и повышение уровня управления ГЭР. Результаты рейтинга показывают положительную реализацию данной задачи.

Таким образом, экологический рейтинг российских нефтегазовых компаний, осуществляющих свою хозяйственную деятельность в Арктике, имеет в целом положительный эффект в области улучшения состояния окружающей среды, что указывает на повышение эффективности управления в области экологической безопасности региона.

Заключение

В настоящее время Арктика представляет собой область новых возможностей и рисков для нефтегазовых компаний. С точки зрения экологической безопасности региона внедрение экологического рейтинга может служить индикатором управления ГЭР нефтегазовыми компаниями. Он усиливает экологическую осведомленность бизнеса о деятельности, связанной со стремлением минимизировать ГЭР, и способствует устойчивому развитию Арктического региона. При этом инвесторы обладают такой информацией, которая может повлиять на репутацию российских компаний нефтегазовой отрасли и в конечном счете стимулировать повышение их внешней инвестиционной привлекательности. В то же время компании, претендующие на высокие рейтинговые позиции, будут стремиться рационально использовать природные ресурсы и сохранять окружающую среду Арктики, а значит, оптимизировать процесс управления ГЭР.

За 2014—2017 гг. в целом преобладает положительная динамика результатов рейтинга. Выявлены три лидера среди компаний, осуществляющих хозяйственную деятельность в Арктике: Сахалин Энерджи (Сахалин-2), Газпром, Зарубежнефть. Лучшая позиция в рейтинге 2017 г. для раздела 1 «Экологический менеджмент» и раздела 2 «Воздействие на окружающую среду» принадлежит Сахалин Энерджи (Сахалин-2), раздела 3 — Зарубежнефти.

Литература [References]

1. Богачев В.Ф. Реализация национальных интересов России в Арктике // Северный морской путь: развитие арктических коммуникаций в глобальной экономике. Материалы конференции. 2015. С. 67—68. [Bogachev V.F. Realization of Russia's national interests in the Arctic // Northern sea route: development of Arctic communications in the global economy. Conference proceedings. 2015. P. 67—68 (Russia).]
2. Богоявленский В.И. Стратегия освоения ресурсов нефти и газа на современных условиях // Северный морской путь: развитие арктических коммуникаций в глобальной экономике. Материалы конференции. 2015. С. 6—11. [Bogoyavlensky V.I. Strategy of development of oil and gas resources on modern conditions // Northern sea route: development of Arctic communications in the global economy. Conference proceedings. 2015. P. 6—11 (Russia).]
3. Coco Smits (2013). Arctic oil & gas: Reason for conflict or cooperation? / Sustainability|New sources of resources, 31—34. URL: <https://www.researchgate.net/publication/272486056>
4. Bigliani, Roberta (2013). Reducing Risk in Oil and Gas Operations // White Paper. Sponsored by: EMC. IDC Energy Insights. May 2013.
5. Wernstedt, Kris (2002). Environmental Management in the Russian Federation: A Next Generation Enigma. Resources for the Future, Washington. 37p.
6. Trubitsina, OP, Bashkin, VN (2017). Geocology and geopolitic in the Arctic region: ecological and political risks and challenges. In: Bashkin, VN (Ed) Ecological and Biogeochemical Cycling in Impacted Polar Ecosystems, NY: NOVA, 217—235.
7. Официальный сайт Международной Ассоциации производителей нефти и газа — Окружающая среда Арктики (2017) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iogp.org/Arctic-environment#4350739-arctic-oil-spill-preparedness> (Дата обращения: 09.01.2017). [Official website of the International Association of Oil & Gas Producers — Arctic environment (2017) [Electronic resource]. URL: <http://www.iogp.org/Arctic-environment#4350739-arctic-oil-spill-preparedness> (Date accessed: 09.01.2017)].
8. Башкин В.Н., Трубицина О.П., Припутина И.В. Оценка геоэкологических рисков в зонах влияния нефтяной и газовой промышленности в Российской Арктике // Север и Арктика. 2015. № 19. С. 92—98. [Bashkin V.N., Trubitsina O.P., Priputina I.V. Assessment of geocological risks in the zones of influence of the oil and gas industry in the Russian Arctic // North and the Arctic. 2015. No. 19. P. 92—98 (Russia).]
9. Башкин В.Н. Биогеохимия полярных экосистем в зонах влияния газовой промышленности. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. 302 с. [Bashkin V.N. Biogeochemistry of polar ecosystems in the zones of influence of the gas industry. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2014. 302 p. (Russia).]
10. Trubitsina, OP, Bashkin, VN (2016). The analysis of geocological risks and ratings as a factor of improving investment attractiveness of enterprises. In: Bashkin, VN (Ed) Biogeochemical Technologies for Managing Environmental Pollution in Polar Ecosystems, NY: Springer, 141—150.
11. Шмаль Г. Арктика: новые вызовы, новые проекты // Региональная энергетика и энергосбережение. 2018. № 2. С. 38—39. [Shmal G. Arctic: new challenges, new projects // Regional energy and energy saving. 2018. No. 2. P. 38—39 (Russia).]
12. Øverland I. (2016). Ájluokta/Drag, Norway: Árran Lule Sami Centre.
13. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. М., 1996. 192 с. [Balabanov I.T. Risk-Management. Moscow, 1996. 192 p. (Russia).]
14. Bashkin, VN, Trubitsina, OP, Priputina, IV (2016). Evaluation of geoenvironmental risks in the impacted zones of oil and gas industry in the Russian Arctic. In: Bashkin, VN (Ed) Biogeochemical Technologies for Managing Environmental Pollution in Polar Ecosystems, NY: Springer, 109—116.
15. Trubitsina, OP, Bashkin, VN (2018). Geoenvironmental risk in the Russian Arctic: the model of the analysis for areas impacted by oil and gas companies. In: Radosavljević, Ž, Jovanović, L, Ermakov, V, Anđelković, M (Ed) Challenges of green economy. International monograph, Beograd: Beopress, 135—142.
16. Beurden, P, Gossling, T. (2008). The worth of values — a literature review on the relation between corporate social and financial performance // J. Bus. Ethics 82, 407—424.
17. Stuebs, M, Sun, L (2010). Corporate governance and environmental performance. J. Account. Ethics Public Policy 11, 381—395.
18. Prakash, A, Potoski, M, (2012). Voluntary environmental programs: a comparative perspective. J. Policy Anal. Manag. 31, 123—138.

19. Sharkey, A. J., Bromley, P. (2015). Can ratings have indirect effects? Evidence from the organizational response to peers' environmental ratings. *Am. Sociol. Rev.* 80, 63—91.
20. Shvarts, E.A., Pakhalov, A.M., Kniznikov A.Yu. (2016) Assessment of environmental responsibility of oil and gas companies in Russia: the rating method // *Journal of Cleaner Production*. Volume 127, 20 July 2016, 143—151.
21. Шварц Е.А., Книжников А.Ю., Пахалов А.М., Кильзие Ф.Н. Динамика рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний, действующих в России, по данным 2013—2014 годы // *Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России»*. 2015. № 6. С. 7—16. [Schwartz E.A., Knizhnikov A.Y., Pakhalov A.M., Kilzie N.F. Dynamics of Environmental Responsibility Rating of Oil and Gas Companies, operating in Russia, in 2013—2014 // *Bulletin "Use and protection of natural resources in Russia"*, 2015. No. 6. P. 7—16 (Russia).]
22. Douma, W.Th (2010). The EBRD and Russia: stimulating European principles for the environment. In: Douma, W.Th., Mucklow, F.M. (Eds.), *Environmental Finance and Responsible Business in Russia: Legal and Practical Trends*. T.M.C. Asser Press, The Hague, 169—188.
23. Трубицина О.П. Инвестиционная привлекательность экологически ориентированных предприятий // *Актуальные проблемы современного бизнеса. Материалы заочной международной научно-практической конференции*. Архангельск, 2014. С. 82—85. [Trubitsina O.P. Investment attractiveness of environmentally oriented enterprises // *Actual problems of modern business. Materials of the international scientific-practical conference*. Arkhangelsk, 2014. P. 82—85 (Russia).]
24. Трубицина О.П., Башкин В.Н. Анализ геоэкологических рисков и рейтингов как фактор повышения инвестиционной привлекательности предприятий // *Проблемы анализа рисков*. Т. 13. 2016, № 3. С. 76—83. [Trubitsina O.P., Bashkin V.N. Analysis of geoecological risks and ratings as a factor of improving investment attractiveness of enterprises // *Issues of Risk Analysis*. Vol. 13. 2016. No.3 P. 76—83 (Russia).]
25. Trubitsina, O.P., Bashkin, V.N. (2017). Environmental ratings as a factor of improving investment attractiveness of Russian oil and gas companies, operating in the Arctic. In: Bashkin, V.N. (Ed) *Ecological and Biogeochemical Cycling in Impacted Polar Ecosystems*, NY: NOVA, 275—291.
26. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России 2014. М.: WWF России; Creon; HPA, 2014. 29 с. [Environmental responsibility rating of oil & gas companies in Russia 2014. Moscow: WWF-Russia; Creon; NRA, 2014. 29 p. (Russia).]
27. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России 2015. М.: WWF России; Creon; HPA, 2015. 24 с. [Environmental responsibility rating of oil & gas companies in Russia 2015. Moscow: WWF-Russia; Creon; NRA, 2015. 24 p. (Russia).]
28. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России 2016. М.: WWF России; Creon; HPA, 2016. 24 с. [Environmental responsibility rating of oil & gas companies in Russia 2016. Moscow: WWF-Russia; Creon; NRA, 2016. 24 p. (Russia).]
29. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России 2017. М.: WWF России; Creon; HPA, 2017. 28 с. [Environmental responsibility rating of oil & gas companies in Russia 2017. Moscow: WWF-Russia; Creon; NRA, 2017. 28 p. (Russia).]
30. Шварц Е.А., Пахалов А.М., Книжников А.Ю. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний, действующих в России // *Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России»*. 2015. № 1 (140). С. 49—53. [Schwartz E.A., Pakhalov A.M., Knizhnikov A.Yu. Rating of Environmental Responsibility of Oil and Gas Companies, Operating in Russia // *Bulletin "Use and protection of natural resources in Russia"*, 2015. No.1 (140). P. 49—53 (Russia).]
31. Шварц Е.А., Книжников А.Ю., Пахалов А.М., Шерешева М.Ю. Оценка экологической ответственности нефтегазовых компаний, действующих в России: рейтинговый подход // *Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика*. 2015. № 5. С. 46—67. [Schwartz E.A., Knizhnikov A.Y., Pakhalov A.M., Sheresheva M.Y. The assessment of environmental responsibility of oil and gas companies operating in Russia: the rating approach // *MSU Vestnik. Ser. 6. Economics*, 2015. No. 5. P. 46—67 (Russia).]
32. Shvarts, E.A., Bunina, J., Kniznikov, A.Yu. (2015). Voluntary environmental standards in key Russian industries: a comparative analysis // *Int. J. Sus. Dev. Plann.* Vol. 10, No.3, 331—346.
33. Трубицина О.П., Башкин В.Н. Экологический рейтинг как стимул снижения геоэкологического риска деятельности российских нефтегазовых компаний в Арктике // *Проблемы анализа рисков*. Т. 14. 2017. № 2. С. 98—106. [Trubitsina O.P., Bashkin V.N. Environmental rating as an incentive to reduce geoenvironmental risk of Russian oil and gas companies operating in the arc-

- tic // Issues of Risk Analysis. Vol. 14. 2017. No.2. P. 98—106 (Russia).]
34. Современные экологические требования общественных природоохранительных организаций к нефтегазовым компаниям. М., 2004 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/109> (Дата обращения: 10.01.2017). [Joint environmental requirements of public environmental organizations to oil and gas companies. M., 2004 [Electronic resource]. URL: <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/109> (Date accessed: 10.01.2017)].
35. Горбунова О.И., Каницкая Л.В. Экологический менеджмент в нефтегазовых компаниях России: рейтинг экологической ответственности // Известия Байкальского государственного университета. 2017. Т. 27. №3. С. 366—371. [Gorbunova O.I., Kanitskaya L.V. Ecological management in oil and gas companies of Russia: rating of ecological responsibility // Bulletin of Baikal State University. 2017. Vol. 27. No. 3. P. 366—371 (Russia).]
36. Рейтинг экологической ответственности нефтегазовых компаний России. Методика. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zs-rating.ru/rezultaty> (Дата обращения: 20.03.2018). [Environmental responsibility rating of Russian oil and gas companies. Method. [Electronic resource]. URL: <https://www.zs-rating.ru/rezultaty> (Date accessed: 20.03.2018)].
37. Shvarts E., Pakhalov A., Knizhnikov A., Ametistova L. (2018) Environmental rating of oil and gas companies in Russia: How assessment affects environmental transparency and performance // Business Strategy and the Environment. United States: John Wiley & Sons Inc. 1—16.
38. Библиотека нефинансовых отчетов. Нефтегазовый сектор // Национальный регистр и библиотека корпоративных нефинансовых отчетов (2016) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rspp.ru/simplepage/157> (Дата обращения: 10.01.2017). [Library of non-financial

reports. Oil and gas sector // National register and library of corporate non-financial reports (2016) [Electronic resource]. URL: <http://www.rspp.ru/simplepage/157> (Date accessed: 10.01.2017)].

Сведения об авторах

Трубицина Ольга Петровна: кандидат географических наук, доцент, доцент Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» (САФУ имени М.В. Ломоносова)

Количество публикаций: более 60

Область научных интересов: геоэкологические риски, атмосферный воздух, мониторинг кислотных выпадений

Контактная информация:

Адрес: 163002, РФ, г. Архангельск, набережная Северной Двины, д. 17

Тел.: +7 (911) 670-92-25

E-mail: test79@yandex.ru

Башкин Владимир Николаевич: доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории управления рисками и страхования Центра гражданской защиты и промышленной безопасности; ООО «Газпром ВНИИГАЗ»; 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

Контактная информация:

Адрес: 142292, РФ, Московская обл., Пущино

Тел.: +7 (916) 864-24-11

E-mail: Vladimirbashkin@yandex.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 31.05.2018

Дата принятия к публикации: 11.03.2019

Дата публикации: 30.04.2019

The authors declare no conflict of interest.

Came to edition: 31.05.2018

Date of acceptance to the publication: 11.03.2019

Date of publication: 30.04.2019

УДК 621.01:504.61
ВАК 05.26.02 / 01.02.06
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-70-86>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

Научный анализ рисков в жизнеобеспечении человека, общества и государства¹

Н. А. Махутов*,

М. М. Гаденин,

О. Н. Юдина,

Институт машиноведения
им. А. А. Благонравова РАН,
101990, РФ, г. Москва, Малый
Харитоньевский пер., д. 4

Аннотация

Показано, что ключевым фактором в решении проблем оценки и управления рисками в социальной, природной и техногенной сферах является использование концепции анализа и мониторинга рисков, основанной на определении базовых параметров текущего и опасного состояния анализируемой социально-природно-техногенной системы. Важность задач обеспечения безопасности и защищенности основных процессов и явлений в такой системе связана с расширением научных возможностей и реальных методов снижения рисков, а также с углубленным анализом спектра опасностей, вызовов, угроз, кризисов, чрезвычайных ситуаций, катастроф с учетом возрастания ущербов от них человеку, обществу, государству, природной среде и инфраструктуре жизнедеятельности. Универсальной количественной мерой вероятностей возникновения и реализации указанных неблагоприятных событий и процессов в сочетании с сопутствующими им ущербами являются риски сложившегося состояния и перспектив развития рассматриваемой системы. Построенные на результатах соответствующего комплексного анализа теория, алгоритмы и программные комплексы для определения, обеспечения и повышения защищенности объектов социальной, природной и техногенной сфер с учетом связанных с ними рисков являются научной базой для обоснования снижения их взаимосвязанных величин до приемлемого уровня. Создание и эксплуатация объектов и инфраструктуры жизнедеятельности человека, общества и государства на основе соблюдения требований к приемлемым уровням рисков и к защите объектов от аварий и катастроф составляют суть перехода на новый уровень государственного стратегического планирования, отвечающего стратегии национальной безопасности России.

Ключевые слова: риск, сферы жизнедеятельности, мониторинг, социально-природно-техногенная система, безопасность, защищенность, опасности, угрозы, чрезвычайные ситуации, разрушения, прочность, ресурс.

Для цитирования: Махутов Н. А., Гаденин М. М., Юдина О. Н. Научный анализ рисков в жизнеобеспечении человека, общества и государства // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 2. С. 70—86 <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-70-86>

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 18-08-00572_a).

The scientific analysis of risks in life-support of a person, a society and the state¹

Nikolay A. Makhutov*,

Mihail M. Gadenin,

Olga N. Yudina,

A. A. Blagonravov Institute for Machine Sciences of the Russian Academy of Sciences, 101990, Russia, Moscow, Maly Haritonyevsky Lane, 4

Annotation

It is showed that the key factor at the solution of problems of an estimation and control of risks for social, natural and technogenic spheres is use of the concept of the analysis and monitoring of the risks, founded on determination of base parameters of a current and probable dangerous state of analyzed socially-natural-technogenic system. Importance of safety maintenance and protectability tasks of basic practices and appearances in such system is interlinked to spreading of scientific possibilities and actual methods of decrease of risks, and also with an in-depth analysis of a spectrum of dangers, defiances, threats, crises, emergency situations, disasters at increment of losses from them to a person, a society, the state, an environment and an ability to live of infrastructure. The universal quantitative measure of probabilities of initiation and implementation of the indicated unfavorable events and processes in a combination to accompanying them losses are risks of the stacked state and prospects of evolution of considered system. Built on results of corresponding comprehensive analysis the theory, algorithms and program complexes for determination, maintenances and raises of protectability of objects in social, natural and technogenic spheres taking into account the bundled to them risks are scientific baseline for a justification of decrease of their interlinked values to acceptable level. Making and service of objects and an infrastructure of ability to live for a person, a society and the state on the basis of a meeting the requirements to acceptable levels of risks and to guard of objects from accidents and disasters present an essence of transition to new level of the state strategic planning certified to the strategy of national safety of Russia.

Keywords: risk, ability to live sphere, monitoring, socially-natural-technogenic system, safety, protectability, dangers, threats, emergency situations, fracture, strength, resource.

For citation: Makhutov Nikolay A., Gadenin Mihail M., Yudina Olga N., The scientific analysis of risks in life-support of a person, a society and the state // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No.2. P. 70—86, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-70-86>

Содержание

1. Постановка проблем
 2. Приоритеты развития С-П-Т системы
 3. Методы и направления анализа рисков
 4. Определяющие уравнения и их параметры при оценках рисков
- Заключение
Литература

¹ Work is performed with assistance of a grant of the Russian Federal Property Fund (project No. 18-08-00572_a).

1. Постановка проблем

Современный этап анализа состояния и направленного развития сложной социально-природно-техногенной системы (С-П-Т системы) и обеспечения безопасности человека, общества и государства предполагает необходимость научного анализа и использования результатов фундаментальных исследований для обеспечения приемлемых рисков безопасного функционирования этой системы в условиях динамического изменения ее параметров. Основной целью фундаментальных исследований и практических разработок в этом направлении является количественное определение возникающих рисков и их минимизация до приемлемых уровней.

Российское научное общество анализа риска и его Научный совет для достижения этой цели в соответствии со своим Уставом и основными направлениями деятельности решают следующие основные задачи:

- обобщение результатов научных достижений Российской академии наук (ее отделений и институтов) в области исследования фундаментальных закономерностей устойчивого и неустойчивого развития С-П-Т систем;
- разработка прикладных научных основ анализа и управления рисками в социальной, природной и техногенной сферах для обеспечения комплексной безопасности населения, территорий и объектов техносферы с учетом возможности возникновения чрезвычайных ситуаций.

Ключевым фактором в решении данных проблем является использование концепции анализа и мониторинга рисков, основанной на определении базовых параметров текущего и опасного состояния С-П-Т системы и комплексном использовании получаемых при этом научных и практических результатов, которые в конечном счете определяют уровень безопасности и защищенности основных процессов и явлений в анализируемой системе и ее отдельных сферах. Важность решения рассматриваемых задач связана с непрерывным расширением научных возможностей и реальных путей снижения рисков, с одной стороны, а с другой — с углубленным рассмотрением расширяющегося спектра опасностей, вызовов, угроз, кризисов, чрезвычайных ситуаций, катастроф и с увеличением ущерба от них

человеку, обществу, государству, природной среде и инфраструктуре жизнедеятельности. Универсальной количественной мерой вероятностей возникновения и реализации указанных неблагоприятных событий и процессов в сочетании с сопутствующими им ущербами становятся риски сложившегося состояния и перспектив развития С-П-Т системы.

Теория, алгоритмы и программные комплексы расчетно-экспериментального определения, обеспечения и повышения защищенности объектов социальной, природной и техногенной сфер с учетом взаимосвязки связанных с ними рисков будут новой перспективной научной базой для обоснования их снижения до приемлемого уровня. Параметры жизнедеятельности и жизнеобеспечения при возникновении опасностей, кризисов, аварий и катастроф становятся объектом исследований академического характера и осуществления комплекса соответствующих программно-целевых социальных, научно-технологических и экономических мероприятий, направленных на соблюдение требований к приемлемым уровням социальных и экономических рисков и на защиту объектов С-П-Т системы от наиболее тяжелых катастрофических явлений. Они составляют суть перехода на новый уровень государственного стратегического планирования, отвечающего стратегии национальной безопасности и устойчивого развития России в ближайшей (до 2020 г.), среднесрочной (до 2025 г.) и отдаленной (до 2030—2050 гг.) перспективе.

2. Приоритеты развития С-П-Т системы

На фоне глобальных динамических процессов, протекающих в С-П-Т системе, включающей техногенную, природную и социальную сферы жизнедеятельности, стали общепризнанными две основные тенденции развития [1—4]:

- стремление осуществить крупнейшие социальные реформы и инфраструктурные проекты по улучшению качества жизни человека, устойчивому экономическому развитию страны и сохранению окружающей природной среды;
- нарастание угроз и рисков дальнейшему развитию человека, общества и государства и среды обитания.

Указанные тенденции, несомненно, имеют высокую актуальность для развития России в ближайшей (до 2020 г.), среднесрочной (2025 г.) и долгосрочной (2030—2050 гг.) перспективе. В связи с этим актуальными становятся выполняемые в этом направлении фундаментальные и прикладные исследования по проблемам обеспечения безопасности и анализа рисков, связанные с формированием и реализацией основ государственной политики в таких стратегически важных направлениях, как модернизация экономики, приоритеты и приоритетные направления технологического развития, критические и инновационные технологии, национальные и международные инфраструктурные проекты и с их влиянием на окружающую среду [1—5].

В соответствии с основополагающими государственными документами [6—8] базовыми при этом являются две стратегические цели — повышение благосостояния народов России и обеспечение ее национальной безопасности (рис. 1). Эти цели предусматривают принятие необходимых взаимосвязанных решений на всех уровнях государственного управления на основе критериев стратегических рисков.

Научной и материально-технической основой достижения указанных целей являются наука и технологии в области анализа закономерностей развития и управления развитием страны, создания и функционирования объектов и инфраструктуры гражданского и оборонного комплексов страны, входящих

в сложную социально-природно-техногенную систему с обеспечением ее жизнедеятельности (рис. 2).

В этой системе формируются и реализуются комплексы социально-экономических, демографических, научно-технических и экономических рисков ее развития и функционирования. В них входят риски создания новых образцов техники и технологий, риски возникновения аварийных и катастрофических ситуаций, сопровождающихся гибелью людей, разрушением объектов инфраструктуры и поражениями природной среды. Эти системные риски должны вводиться в анализ состояния не только С-П-Т системы и ее элементов, но и в показатели эффективности, модернизации и развития в интересах экономики, технологической независимости, сохранения окружающей среды и обеспечения национальной безопасности человека, общества и государства в целом [1—8].

В качестве основного средства решения поставленных задач выдвигается подготовка и создание научной междисциплинарной, межотраслевой и межведомственной системы мониторинга и оценки состояния С-П-Т системы во времени t и сопутствующих функционированию этой системы стратегических рисков $R_c(t)$. Важность решения такой задачи связана с непрерывным расширением, с одной стороны, возможностей, путей и сценариев развития, а с другой — спектра опасностей, вызовов, угроз, кризисов, чрезвычайных ситуаций

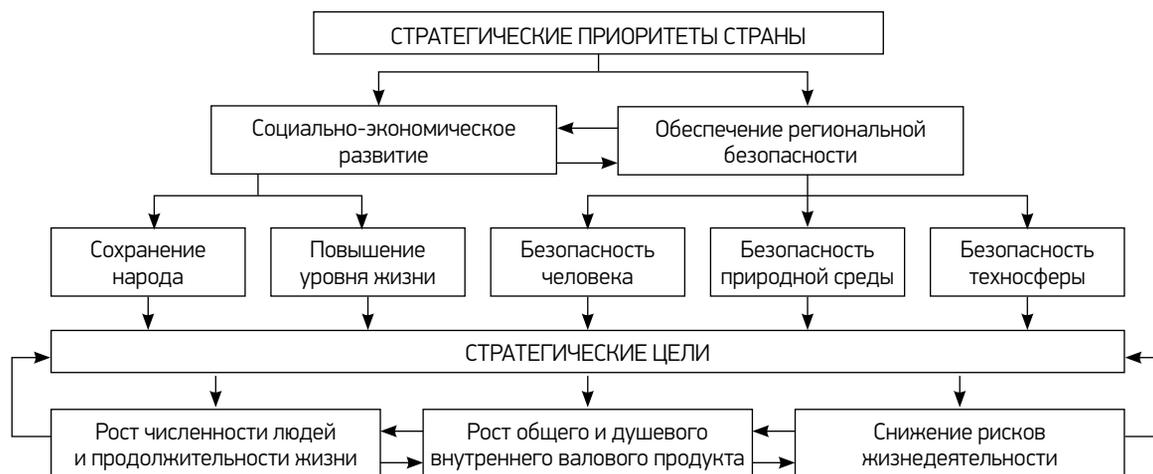


Рис. 1. Национальные приоритеты и стратегические цели развития страны

Figure 1. National priorities and strategic objectives of the country evolution

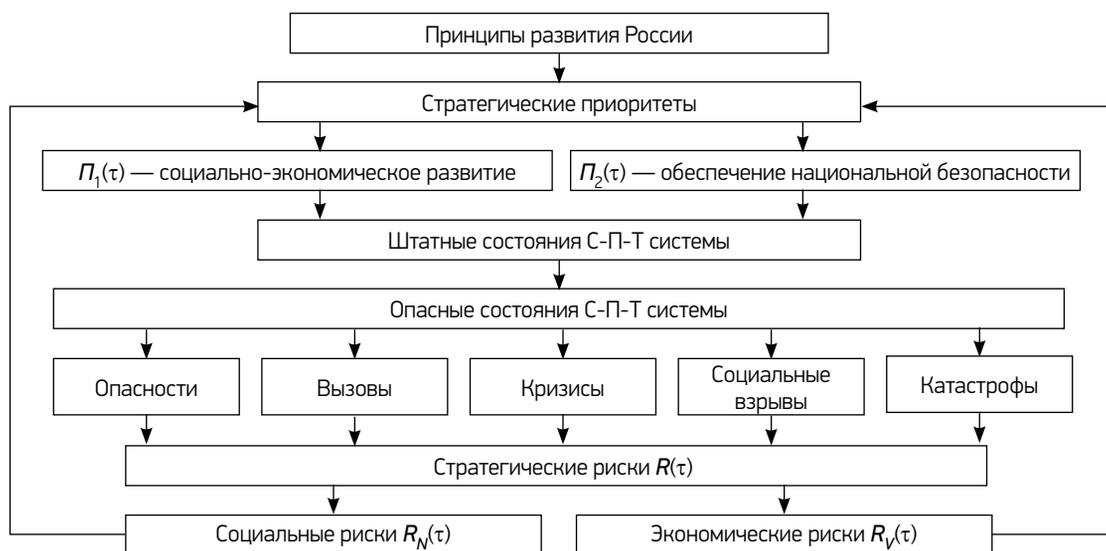


Рис. 2. Структура анализа состояний С-П-Т системы по параметрам рисков

Figure 2. Structure of the states analysis of a socially-natural-technogenic (S-N-T) system by risks parameters

и катастроф с увеличением ущерба от них человеку, обществу, государству и среде жизнедеятельности. Универсальной количественной мерой вероятностей возникновения и реализации указанных неблагоприятных событий и процессов в сочетании с сопутствующими им ущербами становятся риски социально-экономического развития и национальной безопасности. Сложность современной С-П-Т системы, ее сфер и комплексов, многоаспектность и многофакторность их взаимовоздействия делают особенно актуальной разработку комплексных научных методов многопараметрического обеспечения безопасности социальной сферы с учетом опасностей в техносфере и природной среде.

В последнее время характерна тенденция концентрации научно-технических усилий на изучении влияния человеческого фактора на безопасность функционирования потенциально опасных объектов техносферы и природной среды, на повышении уровней научных разработок и практического внедрения на объектах С-П-Т системы автоматических систем комплексной диагностики и мониторинга, на полноте сбора и анализа информации для оперативного контроля текущего состояния объектов, операторов, персонала, населения, среды обитания. Это изучение должно выполняться с целью вы-

работки решений применительно к предаварийным и аварийным ситуациям [1—4, 9—12].

Важнейшим результатом выполненных научных исследований и прикладных разработок [1, 2, 4, 9—12] стало формирование комбинированных методов анализа риска с учетом трендовых и динамических опасных процессов (рис. 3) в условиях эволюционного, реформационного и революционного развития С-П-Т системы. При этом наиболее важным и наиболее сложным оказывается анализ временной динамики опасных процессов и сопутствующих им рисков $R_{\zeta}(t)$ [1, 2, 4].

3. Методы и направления анализа рисков

Современное развитие фундаментальной теории безопасности обосновывает необходимость использования (для целей анализа и обеспечения условий безопасности жизнедеятельности человека, эксплуатации объектов техногенной инфраструктуры и функционирования природной среды) нормируемых параметров рисков, обосновываемых по критериям надежности, ресурса, живучести и безопасности для высокорисковых объектов [1, 4, 9—20]. При этом ключевым фактором в решении данной проблемы является использование концепции расчета,

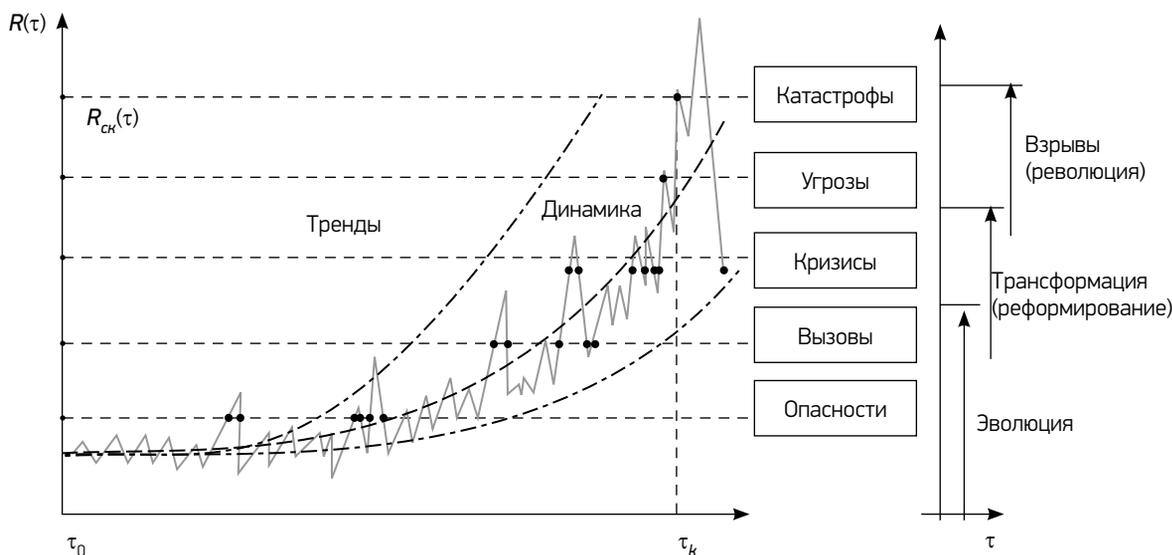


Рис. 3. Динамика рисков с учетом трендовых и динамических опасных процессов

Figure 3. Dynamics of risks with the account a trend and dynamic dangerous processes

анализа, диагностики и мониторинга рисков, основанной на определяющих уравнениях и базовых параметрах рассматриваемых объектов и комплексном рассмотрении и учете получаемых при этом данных.

Результаты фундаментальных и прикладных исследований по проблемам социально-природно-техногенной безопасности и стратегических рисков являются основой перехода от традиционных методов и систем обеспечения функционирования С-П-Т системы в штатных условиях к методам оценки и управления рисками нештатных и чрезвычайных ситуаций [1, 4, 13, 14, 21]. Одним из важных элементов первоочередного решения комплексной проблемы безопасности и рисков становится взаимоувязанное развитие и использование единой системы диагностики и мониторинга состояния человека, объектов техносферы и природной среды по параметрам формирующихся и реализуемых рисков эксплуатации на всех стадиях жизненного цикла всех объектов С-П-Т системы с автоматизированным включением комбинированных систем их защиты по мере выхода рисков за пределы приемлемых значений и приближении их к предельным.

В настоящее время в качестве базовых при обеспечении и повышении комплексной безопасности

С-П-Т системы можно назвать три основных направления:

- современная диагностика состояния основных сфер и комплексов системы на всех стадиях жизненного цикла;
- определение рисков возникновения техногенных, природно-техногенных и антропогенных аварий и катастроф;
- мониторинг состояния рисков для их снижения до приемлемого уровня.

С учетом возможности реализации потенциальных опасностей и сложности современных объектов С-П-Т системы и связанных с ними факторов взаимодействия три названные выше направления должны быть отнесены к трем складывающимся в процессе их функционирования стадиям и состояниям:

- штатные состояния объектов и нормальные ситуации;
- опасные состояния объектов, предаварийные и аварийные ситуации;
- предельно опасные катастрофические состояния и катастрофические чрезвычайные ситуации.

Для обеспечения безопасности анализируемых объектов С-П-Т системы следует исходить из того, что степень научной обоснованности правовой, нормативно-технической, проектно-

конструкторской и экспертной документации, методов и аппаратуры для осуществления диагностики и мониторинга, накопленный практический опыт в сфере создания и эксплуатации инфраструктуры жизнеобеспечения характеризуются тремя основными тенденциями по мере перехода от штатных (нормальных) состояний к аварийным и катастрофическим:

- риски возникновения чрезвычайных ситуаций, характеризующие рассматриваемые процессы, экспоненциально нарастают;
- уровень и возможности диагностики состояния и рисков существенно сокращаются при переходе к более сложным объектам С-П-Т системы;
- мониторинг состояний и рисков для случаев тяжелых катастрофических ситуаций остается пока невысоким.

Для всех стадий создания и функционирования потенциально опасных объектов С-П-Т системы (разработка технического задания, проектирование, изготовление и эксплуатация) комплексы диагностирования остаются важнейшим фактором обеспечения безопасности.

При использовании действующих и разработках новых научных методов, расчетов, систем диагностики и мониторинга для объектов социальной, техногенной сфер и окружающей среды применительно к каждому классу возможных аварий и катастроф и к каждому типу аварийных ситуаций должны быть выделены следующие разновидности измеряемых характеристик:

- категории опасных объектов С-П-Т системы и ее сфер;
- характеристики состояния наиболее (критически и стратегически) важных систем и компонентов систем и сфер в штатных и аварийных ситуациях;
- характеристики инициирующих, повреждающих и поражающих факторов при возникновении и развитии опасных, кризисных, аварийных и катастрофических ситуаций;
- характеристики состояний С-П-Т системы в процессе развития опасных ситуаций для разработки и использования систем защиты.

Для решения задач снижения рисков $R(\tau)$ до приемлемых $[R(\tau)]$ и обеспечения безопасности $S(\tau)$ и защищенности $Z_k(\tau)$ объектов С-П-Т системы, а следовательно, и защищенности операторов, персонала,

населения, инфраструктур и окружающей среды важное значение придается рассмотрению фундаментальных закономерностей математики, механики, физики, химии, социологии, биологии катастроф [4]. В их число включаются следующие вопросы:

- предварительный анализ рисков $R(\tau)$ и безопасности $S(\tau)$;
- выбор параметров определения и регулирования прочности $R_\sigma(\tau)$, ресурса $R_{N\tau}(\tau)$, надежности P_{RR} , живучести $L_{ld}(\tau)$, безопасности $S(\tau)$ и рисков $R(\tau)$ для всех стадий жизненного цикла объектов;
- моделирование опасных процессов и объектов анализа;
- выбор основных конструкторско-технологических решений по повышению базовых параметров;
- моделирование рабочих процессов и функционирования сложных технических систем в штатных и аварийных ситуациях с возможными воздействиями на окружающую среду;
- анализ напряженно-деформированных состояний высоконагруженных элементов и конструкций при сложных режимах термомеханического циклического нагружения в штатных и аварийных ситуациях;
- исследование закономерностей деформирования и разрушения в нелинейной постановке для экстремальных условий;
- обоснование запасов прочности, ресурса, риска и безопасности с учетом штатных и нештатных режимов;
- построение систем защиты с заданным уровнем защищенности $Z_k(\tau)$ по критериям рисков.

Алгоритм расчетно-экспериментального определения, обеспечения и повышения защищенности объектов техносферы от аварий и катастроф и их влияния на среду жизнедеятельности показан на рис. 4. Его реализация требует осуществления комплекса программно-целевых мероприятий, рассматриваемых ниже. В тех случаях, когда уровень текущей защищенности $Z_k(\tau)$ оказывается ниже требуемого, проводятся специальные мероприятия по повышению этого уровня. Большое значение при этом приобретает повышение точности расчетов, снижение погрешностей диагностики и мониторинга при определении состояний анализируемых объектов и качества используемых в них конструкторских решений, технологий, материалов.

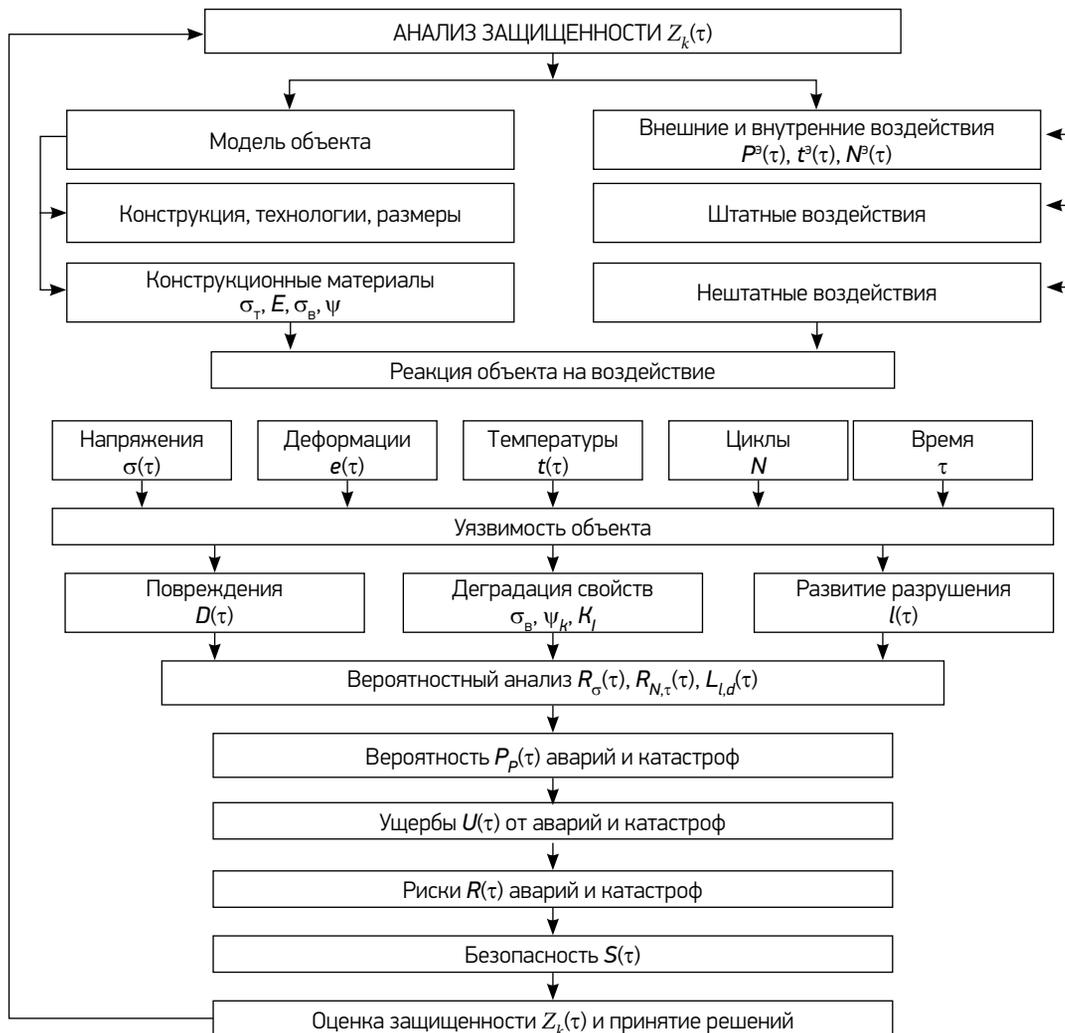


Рис. 4. Алгоритм расчетно-экспериментального определения прочности, ресурса, безопасности и защищенности по критериям рисков

Figure 4. The algorithm of is computational-experimental determination of strength, resource, safety and protectability by risks criteria

Алгоритм определения опасных и безопасных состояний при анализе защищенности $Z_k(\tau)$ объектов С-П-Т системы для стадий проектирования и эксплуатации показан на рис. 5. Этот алгоритм основан на том, что возникновение и развитие аварий и катастроф определяется допустимыми и недопустимыми процессами деформирования и разрушения несущих конструкций, за которыми следуют обрушения, взрывы, выбросы опасных веществ, вызывающих в том числе и негативные последствия для окружающей среды.

Сказанное означает, что фактическая защищенность от аварий и катастроф определяется и оцени-

вается процессами деформирования и разрушения в опасных точках высоконагруженных зон критических элементов объектов техносферы. В определенной степени приведенные на рис. 5 подходы могут быть отнесены к объектам природной и антропогенной среды.

В соответствии с [1, 4, 9—14] при создании единых научных основ анализа и нормирования ресурса, безопасности и защищенности объектов С-П-Т системы должны учитываться степень опасности объектов, типы катастроф и аварийных ситуаций (нормальные условия эксплуатации, отклонения от нормальных

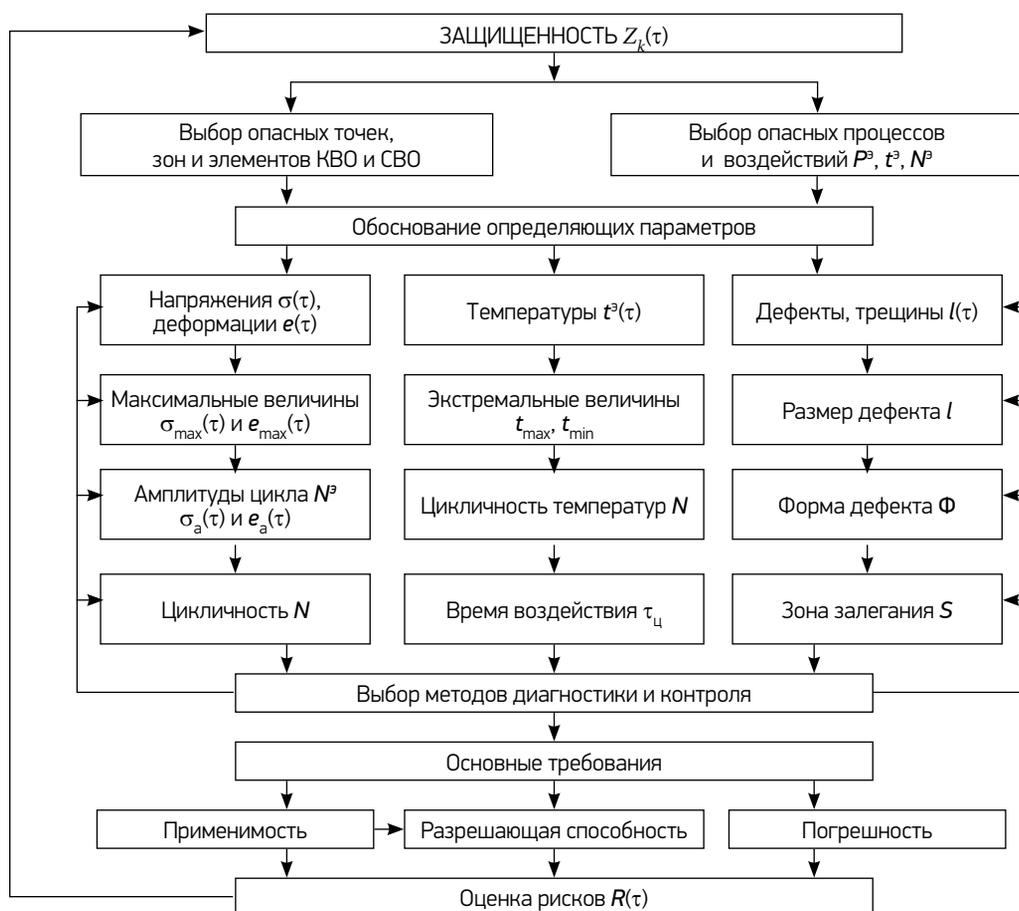


Рис. 5. Алгоритм анализа состояния для обоснования защищенности критически и стратегически важных объектов техносферы

Figure 5. The analysis algorithm of a state for a protectability justification of critically and strategically important objects of a technosphere

условий эксплуатации, проектные аварии, запроектные аварии, гипотетические аварии), спектры иницирующих, повреждающих и поражающих факторов и комплексная система критериев безопасности как самих объектов, так и связанной с ними среды жизнедеятельности С-П-Т системы.

В соответствии с многолетним опытом на стадии проектирования объектов техносферы проводится анализ ресурса и безопасности на основании нормативных и дополнительных уточненных расчетов, и обосновывается исходный ресурс [2, 4, 13–21]. Базовыми данными для такого анализа являются эксплуатационные нагрузки и характеристики эксплуатационного нагружения (температуры, время и числа циклов, частоты), характеристики сопротивления

материалов нагрузкам, включая пределы текучести, прочности, длительной прочности и усталости $R(\sigma_r, \sigma_b, \sigma_{дп}, \sigma_{-1})$, номинальные и локальные деформации e , размеры дефектов l . По результатам расчетных и эксплуатационных исследований обосновываются допустимые нагрузки $[P]$, дефекты $[l]$ и ресурс $[N]$ с заданными запасами n , и составляется заключение о прочности $[R_\sigma(\tau)]$, долговечности $[R_{N\tau}]$, ресурсе $[R_{N\tau}(\tau)]$, живучести $[L_{id}]$, риске $R(\tau)$, безопасности $S(\tau)$ и защищенности $Z_k(\tau)$. При возникновении и развитии аварийных и катастрофических ситуаций дополнительно к расчетам прочности и ресурса должен быть проведен анализ живучести, рисков и безопасности как в отношении самих объектов, так и связанной с ними окружающей среды.

В целом прямое отношение к традиционному и перспективному новому направлению решения проблем защищенности объектов техносферы имеют [1, 4, 9—21] следующие группы подходов:

- с позиций прочности $R_{\sigma}(\tau)$ (в ее многокритериальном выражении «прочность — жесткость — устойчивость»);
- с позиций ресурса $R_{N,\tau}(\tau)$ (во временной τ и поцикловой N постановке);
- с позиций надежности $P_{PR}(\tau)$ (в многофакторном вероятностном представлении характеристик эксплуатационных воздействий $P^3(\tau)$ и прочности $R_{\sigma}(\tau)$);
- с позиций живучести $L_{l,d}(\tau)$ (в рамках линейной и нелинейной механики разрушения);
- с позиций безопасности $S(\tau)$ (с учетом природных, техногенных и антропогенных факторов возникновения аварий и катастроф);
- с позиций рисков $R(\tau)$ (на основе учета вероятностей $P(\tau)$ и ущербов $U(\tau)$ от аварий и катастроф).

Более ориентированными на количественное решение проблемы безопасности $S(\tau)$ критически и стратегически важных объектов, способных создавать тяжелые аварии и катастрофы, являются новые методы и критерии следующих групп: риск $R(\tau)$ в вероятностно-экономической постановке; живучесть $L_{l,d}(\tau)$, определяющая способность и устойчивость функционирования при возникновении повреждений на различных стадиях развития чрезвычайных ситуаций; безопасность $S(\tau)$ с учетом критериев риска $R(\tau)$ и характеристик аварий и катастроф. Вместе с тем объем нормирования и расчета этих характеристик безопасности $S(\tau)$ в реальной инженерной практике даже в последнее время остается чрезвычайно малым — менее 0,1%. И в наибольшей степени это относится к уникальным машинам и конструкциям.

Таким образом, в целом постановка задач и решение проблем защищенности $Z_k(\tau)$ сводится к перспективному изменению направления развития исследований, нормирования и регулирования соответствующих параметров — от основополагающего анализа защищенности $Z_k(\tau)$, безопасности $S(\tau)$ и риска $R(\tau)$ к традиционному определению на их основе надежности $P_{PR}(\tau)$, ресурса $R_{N,\tau}(\tau)$ и прочности $R_{\sigma}(\tau)$.

Для объектов природной среды при оценках рисков могут использоваться практически все перечис-

ленные выше характеристики со своими особенностями протекания процессов повреждения и поражения.

Для антропогенной среды важными оказываются параметры продолжительности жизни в штатных и живучесть в экстремальных условиях.

В настоящее время в нашей стране в соответствии со Стратегией национальной безопасности, федеральным законодательством в области национальной безопасности и стратегического планирования [5—8] формируются (см. рис. 1) новые стратегические основы системы обеспечения безопасности населения, техносферы и окружающей среды, а также защищенности опасных производственных объектов (ОПО) I и II классов опасностей, критически (КВО) и стратегически (СВО) важных для национальной безопасности промышленных объектов в первую очередь от тяжелых катастроф техногенного характера регионального, национального, глобального масштабов с возможными большими социально-экономическими и экологическими последствиями и высокими рисками $R_{и}(\tau)$ и $R_{э}(\tau)$. Постановка таких государственных задач осуществляется на основании федеральных законов, указов Президента, решений Совета Безопасности Российской Федерации и его Научного совета в соответствии с положениями Стратегии национальной безопасности.

К числу определяющих факторов формирования и реализации такой политики, несомненно, можно отнести взаимодействующие факторы техногенных, технологических, военных, экономических и экологических рисков. При этом под риском следует понимать сочетания вероятностей возникновения неблагоприятных процессов и событий в техногенной, природной и социальной среде и сопутствующих им ущербов.

4. Определяющие уравнения и их параметры при оценках рисков

Установление вида зависимости (функционала) рисков $R(\tau)$ от обуславливающих их факторов является фундаментальной задачей науки о безопасности. Введение допустимых уровней риска $[R(\tau)]$ устанавливается через критические (неприемлемые) риски $R_k(\tau)$ и запасы по величинам рисков n_R :

$$[R(\tau)] = \frac{1}{n_R} R_k(\tau). \quad (1)$$

Управление рисками $R(\tau)$ до достижения ими приемлемых значений $[R(\tau)]$ на всех стадиях жизненного цикла анализируемой С-П-Т системы требует разработки и реализации соответствующего комплекса научных, организационных, технических, экономических мероприятий на государственном, региональном, местном и объектовом уровнях. Эти мероприятия требуют определенных затрат $M(\tau)$ с заданным уровнем их эффективности m_M . Эти затраты могут быть выражены через временной функционал:

$$[R(\tau)] = F_M\{m_M, M(\tau)\}. \quad (2)$$

Таким образом, комплексное обеспечение безопасности объектов (ОТР, ОПО, КВО и СВО), окружающей природной среды, человека, общества и государства сводится к одновременному выполнению условий в форме

$$R(\tau) = F_R\{P(\tau), U(\tau)\} \leq [R(\tau)] = \frac{1}{n_R} R_k(\tau) = F_M\{m_M, M(\tau)\} \quad \text{при } \tau \leq [\tau], \quad (3)$$

где $[\tau]$ — допускаемое время функционирования объектов С-П-Т системы при условии $R(\tau) \leq [R(\tau)]$.

Как уже упоминалось, при анализе и мониторинге рисков $R(\tau)$ подлежат рассмотрению три основных сферы, являющихся как источниками, так и жертвами неблагоприятных событий: люди (человеческий фактор — N), объекты техногенной сферы (техногенный фактор — T) и объекты природной среды (природный фактор S). Это означает, что составные элементы риска $R(\tau)$ зависят во времени τ от факторов N, T, S :

$$R(\tau) = F_R\{N(\tau), T(\tau), S(\tau)\}; \quad (4)$$

$$U(\tau) = F_U\{N(\tau), T(\tau), S(\tau)\}; \quad (5)$$

$$P(\tau) = F_P\{N(\tau), T(\tau), S(\tau)\}. \quad (6)$$

Построение современных научно обоснованных методов создания и обеспечения условий безопасного функционирования объектов С-П-Т системы становится возможным только с одновременным учетом не только стратегических приоритетов (см. рис. 1), но и названных выше отдельных техногенных, технологических, экономических и экологических рисков, а также интегральных (суммарных)

рисков. Пренебрежение этими рисками в С-П-Т системе в прошлом в правовой и нормативно-технической документации, в регламентах и нормах не позволяло количественно предсказать, предупредить и минимизировать огромные потери в социальной, экономической, природной и техногенной областях, в том числе потерь человеческих жизней, здоровья людей, деградации объектов природной среды, повреждений и разрушений промышленной инфраструктуры. Алгоритм анализа и регулирования рисков для оценки защищенности приведен на рис. 6.

На основе данных рис. 5 и 6 последовательная реализация алгоритма анализа защищенности позволяет достичь заданных уровней безопасности $S(\tau)$ и защищенности $Z_k(\tau)$ по характеристикам формирующихся $R(\tau)$ и критических $R_k(\tau)$ рисков.

В общем случае для объектов техносферы характерны три сценария (разновидности) развития рисков $R(\tau)$ во времени (рис. 7):

1 — сценарии монотонного возрастания рисков $R(\tau)$ до критических значений R_k ;



Рис. 6. Алгоритм оценки защищенности $Z_k(\tau)$ по критериям рисков $R(\tau)$

Figure 6. The algorithm of a protectability $Z_k(\tau)$ estimation by risks $R(\tau)$ criteria

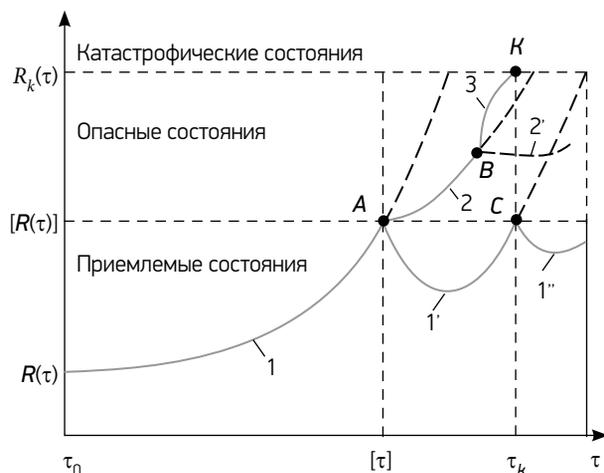


Рис. 7. Типы сценариев развития рисков во времени
 Figure 7. Types of risks evolution scenarios in time

2 — сценарии с обострением, характеризующиеся резкими переходами к катастрофическим явлениям (событиям);

3 — сценарии с бифуркационными переходами и возникновением точек неустойчивости и со сложными траекториями изменения рисков.

Сценарий 1 — относится к большому (основному) числу объектов типа ОТР, сценарий 2 — к сложным

потенциально опасным объектам ОТР и ОПО, сценарий 3 — к наиболее опасным, критически и стратегически важным объектам ОПО, КВО и СВО.

Возникновение неблагоприятных ситуаций (отказов, аварий, катастроф) определяется интегральными рисками $R(\tau)$, представляющими собой сумму рисков $R_i(\tau)$, возникающих в техногенной T , природной S и социальной N сферах. Алгоритм анализа этих рисков приведен на рис. 8.

Для обеспечения безопасности наиболее важными являются две группы рисков:

- индивидуальные риски для жизни и здоровья людей — риски летального или нелетального исхода для $N(\tau)$ при неблагоприятных событиях в С-П-Т системе;
- экономические риски, характеризующиеся через интегральные экономические потери (ущербы) для $N(\tau)$, $T(\tau)$ и $S(\tau)$ при неблагоприятных событиях в С-П-Т системе.

С учетом анализа затронутых выше общих проблем обеспечения безопасности, направлений и перспектив развития различных типов объектов анализируемой системы и ее сфер обеспечение должного уровня их ресурса и безопасности функционирования в целом становится одним из актуальных направлений научно-технологического развития по мере

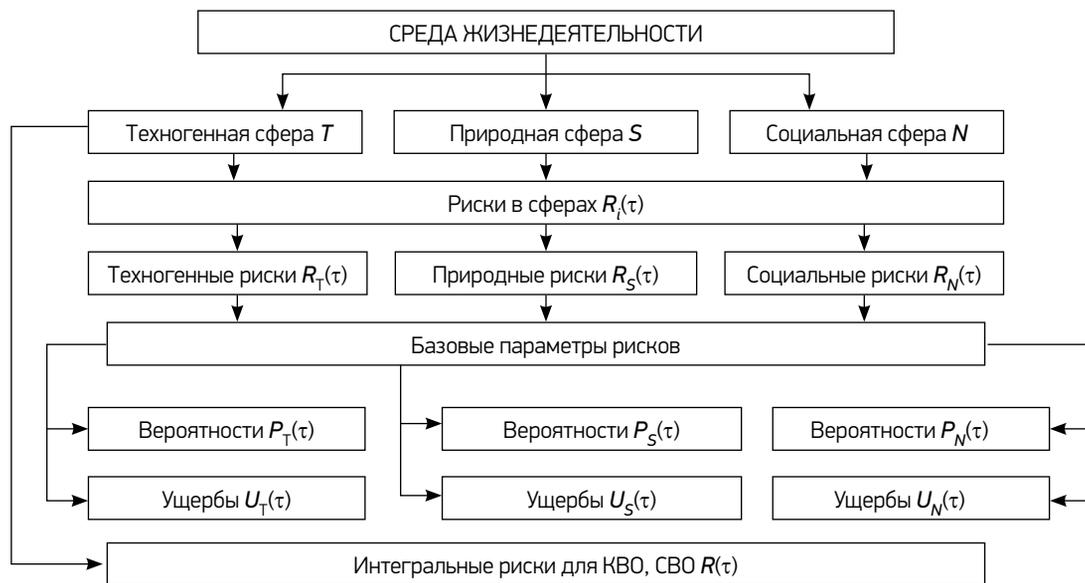


Рис. 8. Алгоритм анализа интегральных рисков для КВО и СВО
 Figure 8. The analysis algorithm of integral risks for the critically (CIO) and strategically (SIO) important objects

роста рабочих параметров и повышения потенциальной опасности составляющих С-П-Т системы. При этом основными задачами дальнейших разработок в этом направлении являются:

- фундаментальные исследования механизмов и сценариев катастроф, лежащих в основе создания критериев и методов решения комплексных проблем ресурса, живучести и безопасности объектов техносферы, природной среды и человека с повышенной потенциальной опасностью возникновения аварийных ситуаций;
- прикладные исследования и разработки инженерных методик, алгоритмов, программ, моделей, стендов, аппаратуры для расчетно-экспериментального обоснования социальных, экономических, конструкторско-технологических и экологических решений при проектировании, создании, эксплуатации и выводе из эксплуатации действующих

и принципиально новых высокорисковых объектов техносферы с применением комплексных критериев безопасности.

Учитывая существенное различие величин рисков $R(\tau)$, вероятностей $P(\tau)$ и ущербов $U(\tau)$ для различных категорий объектов С-П-Т системы, а также различный уровень прорабатываемости теоретических и прикладных вопросов безопасности, в настоящее время можно ориентироваться на следующую иерархию научных методов анализа рисков (рис. 9): детерминированные методы, статистические методы, вероятностные методы, логико-вероятностные методы, методы нечетных множеств, комбинированные методы и имитационные модели. В целом ряде случаев используются комбинированные методы.

Учитывая сложность структуры, состава и процессов в С-П-Т системе, высокую потенциальную

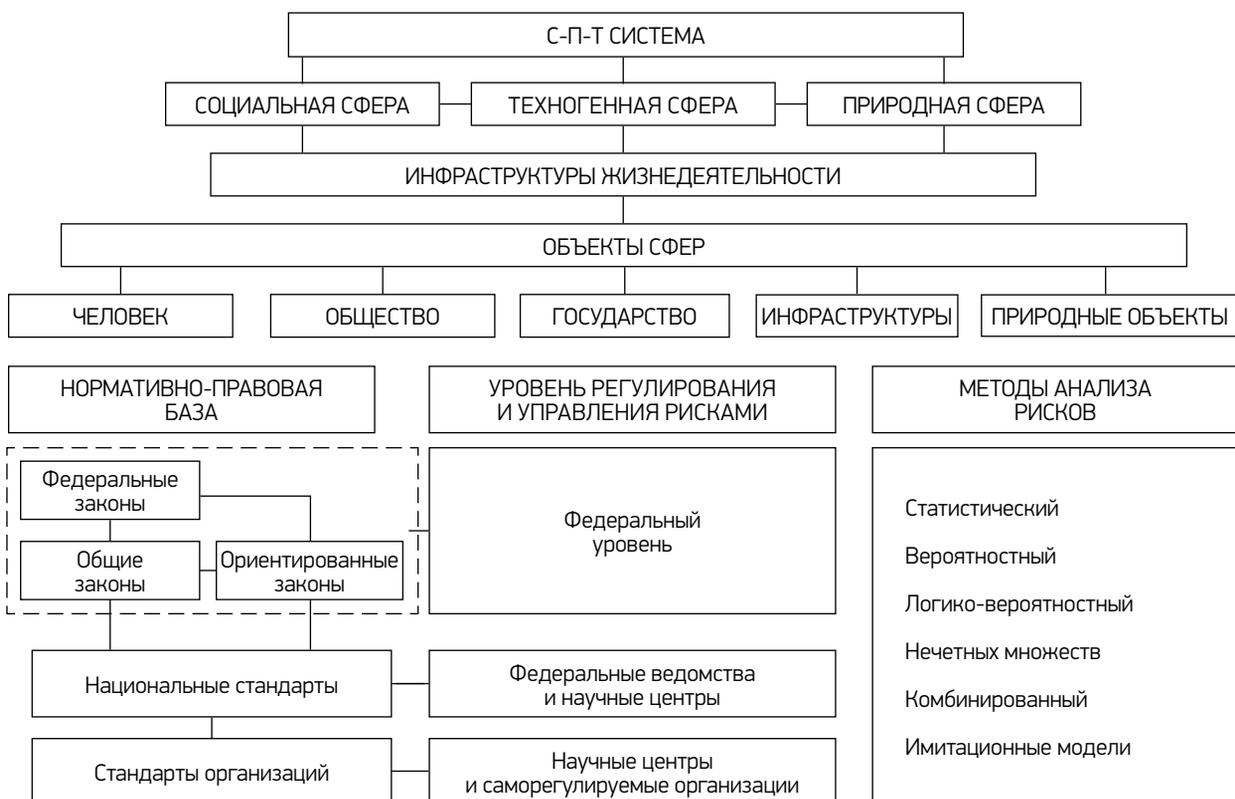


Рис. 9. Структура исследований и разработок для обеспечения и регулирования безопасности, рисков и защищенности объектов С-П-Т системы

Figure 9. Structure of researches and workings out for maintenance and regulating of safety, risks and protectability of a socially-natural-technogenic (S-N-T) system objects

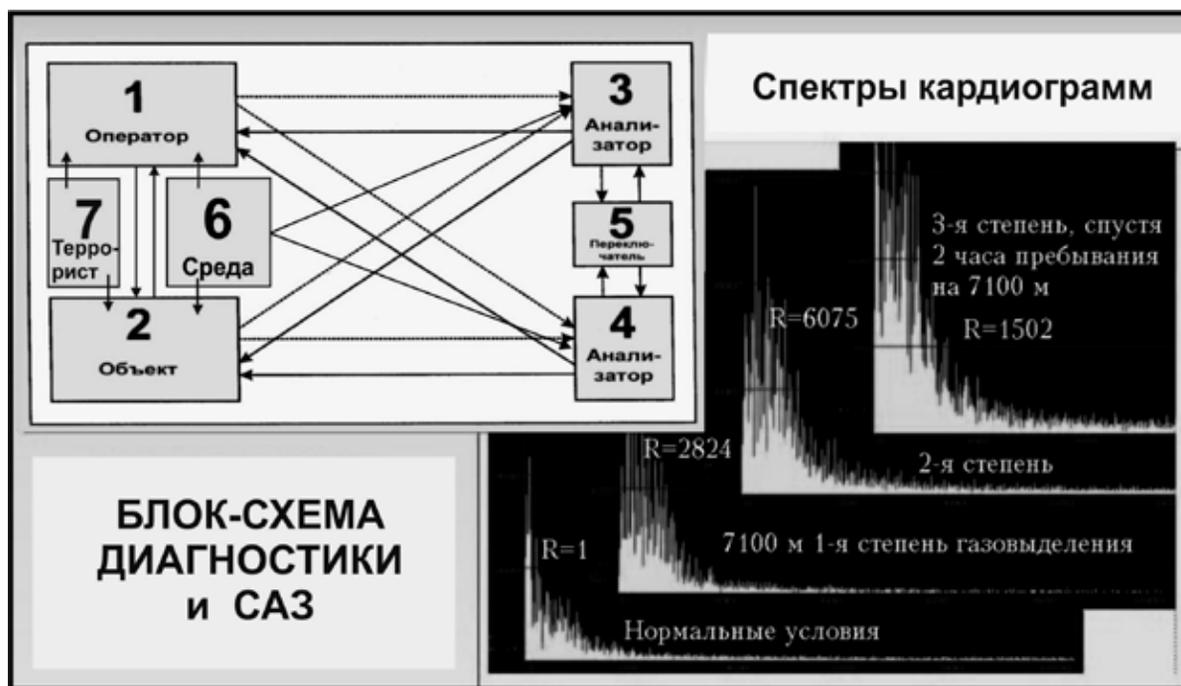


Рис. 10. Структурная схема системы спектральной диагностики и мониторинга человека, объектов техносферы и природной среды

Figure 10. The block schematic diagram of the spectral diagnostics and monitoring system for a person, technosphere objects and an environment

опасность ее сфер и компонентов, а также необходимость развития единой методологии оценки состояний, диагностики и мониторинга входящих в систему человека (операторов, персонала, населения), объектов техносферы и природной среды существенное значение приобретают методы спектральной диагностики в реальном масштабе времени с включением автоматизированных систем защиты от опасных аварийных и катастрофических процессов (рис. 10).

При таком подходе увеличиваются возможности повышения защищенности всей С-П-Т системы в случаях несанкционированных, террористических и военных воздействий, а также гипотетических угроз космического характера.

Заключение

Таким образом, введение в действие стратегии национальной безопасности, федеральных законов о техническом регулировании, промышленной, транспортной, энергетической безопасности и решений о защищенности С-П-Т системы с критиче-

ски и стратегически важными объектами предусматривает повышение роли фундаментальных и прикладных исследований их ресурса, живучести для обеспечения комплексной безопасности с учетом антропогенных, техногенных и природных факторов. Такая трактовка будет получать свое прикладное отражение как в технических регламентах, так и в национальных, отраслевых стандартах и стандартах организаций, в первую очередь для комплекса высокорисковых объектов [1—20].

Из сказанного следует, что разработка алгоритмов анализа и обеспечения защищенности $Z_k(\tau)$ С-П-Т системы (включая человека, общество и государство) является важнейшим направлением комплексных научных исследований в области обеспечения безопасности $S(\tau)$ и анализа рисков $R(\tau)$. Принятие решений об уровне защищенности человека, объектов техносферы и окружающей среды должно осуществляться по критериям приемлемых рисков $[R(\tau)]$. Уровни формирующихся $R(\tau)$ и приемлемых $[R(\tau)]$ рисков, в свою очередь,

определяют достижимый уровень защищенности $Z_k(\tau)$ при строго рассчитываемых и нормируемых необходимых затратах $M(\tau)$. Такой подход, основанный на выражениях (3) — (6), распространяется на обеспечение безопасности и защищенности всего спектра объектов С-П-Т системы (на объектовом, отраслевом, региональном и федеральном уровнях). В его разработке и реализации должны быть скоординированно задействованы ведущие академические институты, отраслевые НИИ и КБ, промышленные предприятия, руководство отраслей, субъектов федерации и государства. При этом резко возрастает роль профессионально высокой и ответственной экспертизы всех проектов и объектов по критериям рисков. Если для массовых объектов можно опираться на саморегулируемые организации, на сложившуюся практику экспертизы и декларирования безопасности, то для критически и стратегически важных объектов социума, техносферы и природной среды обеспечение, регулирование, экспертиза и надзор за безопасностью на основе количественных оценок рисков должны проводиться только на государственном уровне с опорой на современную науку и вовлечение в решение новых проблем всего общества. Это отвечает требованиям рамочной программы ООН по снижению рисков стихийных бедствий на период до 2030 г. [22]. МЧС России, РАН, Российское научное общество анализа риска определены участниками реализации этой программы на национальном уровне.

Создание и эксплуатация объектов и инфраструктуры жизнедеятельности человека, общества и государства на основе соблюдения новых требований к приемлемым уровням рисков и к защите этих объектов от тяжелых катастроф составляют суть перехода на новый уровень государственного стратегического планирования, отвечающего стратегии национальной безопасности России [8] и федеральному закону о стратегическом планировании [7].

Общие междисциплинарные и межотраслевые научно-методические основы изложенных традиционных и новых подходов к обеспечению безопасных условий функционирования С-П-Т системы России получили свое отражение в многотомном издании «Безопасность России» [1], разработках РАН, МЧС России, Российского научного общества анализа риска [2—4].

Литература [References]

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Фундаментальные и прикладные проблемы комплексной безопасности М.: МГОФ «Знание», 2017. 992 с. [Safety of Russia. Legal, social-economic and scientifically-engineering aspects. Fundamental and application problems of complex safety M.: MGOF “Knowledge”. 2017. 992 p. (Russia).]
2. Российское научное общество анализа риска — 10 лет. Юбилейный сборник статей в 3 т. М.: Деловой экспресс, 2013. [The Russian Scientific Society on Risk Analysis — 10 years. The anniversary collection of articles in 3 volumes. M.: Business express. 2013 (Russia).]
3. Проблемы анализа риска. Научно-практический журнал. М.: Деловой экспресс, 2004—2019. [Issues of Risk Analysis. Scientific and Practical Journal “Business express”. 2004—2019. (Russia).]
4. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. Новосибирск: Наука, 2017. 724 с. [Makhutov N.A. Safety and risks: system researches and developments. Novosibirsk: Nauka, 2017. 724 p. (Russia).]
5. Стратегические риски России. Оценка и прогноз / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. М.: Деловой экспресс, 2005. 385 с. [Strategic risks of Russia. Estimation and forecast / Under a general edition of Yu.L. Vorobyov. M.: Business express, 2005. 385 p. (Russia).]
6. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [The federal law from December, 21st, 1994. No. 68-FZ «About protection of the population and territories against emergency situations of natural and technogenic character (Russia)], http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/
7. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (В редакции Федеральных законов от 23.06.2016, № 210-ФЗ; от 03.07.2016, № 277-ФЗ; от 30.10.2017, № 299-ФЗ; от 31.12.2017, № 507-ФЗ). [The federal law from June, 28th, 2014. No. 172-FZ «About strategic planning in the Russian Federation» (Russia)], <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102354386>
8. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 31.12.2015 № 683. [Strategy of national safety of the Russian Federation. It is approved by the Decree of the Russian President of 31.12.2015, No. 683 (Russia).], <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40391>

9. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с. [Risks in the nature, technosphere and economy M.: Business express, 2004. 352 p. (Russia).]
10. Фалеев М.И., Владимиров В.А., Малышев В.П. и др. Основы стратегического планирования в области гражданской обороны и защиты населения. М.: ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России, 2016. 276 с. [Faleev M.I., Vladimirov V.A., Malyshev V.P. etc. Bases of strategic planning in the field of civil defence and population protection. M.: FKU TsSI GZ Emercom of Russia, 2016. 276 p. (Russia).]
11. Измалков В.И., Измалков А.В. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. М. — СПб.: ЦЭБ РАН, 1998. 482 с. [Izmalkov V.I., Izmalkov A.V. Technogenic both ecological safety and management of risk. M. — SPb.: TsEB RAS, 1998. 482 p. (Russia).]
12. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / Под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. 271 с. [The atlas of natural and technogenic dangers and risks of emergency situations in the Russian Federation / Under the general edition of S.K. Shoygu. M.: CPI "Design. Information. Cartography", 2005. 271 p. (Russia).]
13. Махутов Н.А. Прочность и безопасность: фундаментальные и прикладные исследования. Новосибирск: Наука, 2008. 528 с. [Makhutov N.A. Strength and safety. Fundamental and applied researches Novosibirsk: Science, 2008. 528 p. (Russia).]
14. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности. М.: Издательский дом «Спектр», 2011. 187 с. (Серия «Диагностика безопасности») [Makhutov N.A., Gadenin M.M. Engineering diagnostics of the remaining resource and safety M.: Spektr publishing house, 2011. 187 p. (Safety Diagnostics series) (Russia).]
15. Махутов Н.А., Драгунов Ю.Г., Фролов К.В. и др. Динамика и прочность водо-водяных энергетических реакторов М.: Наука, 2004. 440 с. (Серия «Исследования напряжений и прочности ядерных реакторов») [Makhutov N.A., Dragunov Yu.G., Frolov K.V. etc. Dynamics and strength of water-moderated power reactors M.: Science, 2004. 440 p. ("Researches of Tension and Durability of Nuclear Reactors" series) (Russia).]
16. Махутов Н.А., Фролов К.В., Драгунов Ю.Г. и др. Проблемы прочности и безопасности водо-водяных энергетических реакторов / Под ред. Н.А. Махутова и М.М. Гаденина. М.: Наука, 2008. 446 с. (Серия «Исследования напряжений и прочности ядерных реакторов») [Makhutov N.A., Frolov K.V., Dragunov Yu.G. etc. Strength and safety problems of water-moderated power reactors / Under the editorship of N.A. Makhutov and M.M. Gadenin. M.: Science, 2008. 446 p. ("Researches of Tension and Durability of Nuclear Reactors" series) (Russia).]
17. Махутов Н.А., Фролов К.В., Драгунов Ю.Г. и др. Анализ риска и повышение безопасности водо-водяных энергетических реакторов / Под ред. Н.А. Махутова и М.М. Гаденина. М.: Наука, 2009. 499 с. (Серия «Исследования напряжений и прочности ядерных реакторов») [Makhutov N.A., Frolov K.V., Yu. G. Dragunov, etc. Analysis of risk and safety increase of water-moderated power reactors / Under the editorship of N.A. Makhutov and M.M. Gadenin. M.: Science, 2009. 499 p. ("Researches of Tension and Durability of Nuclear Reactors" series) (Russia).]
18. Махутов Н.А., Рачук В.С., Гаденин М.М. и др. Прочность и ресурс ЖРД. М.: Наука, 2011. 525 с. (Серия «Исследования напряжений и прочности ракетных двигателей») [Makhutov N.A., Rachuk V.S., Gadenin M.M. etc. Strength and resource of liquid-fuel rocket engines. M.: Science, 2011. 525 p. ("Researches of Tension and Durability of Rocket Engines" series) (Russia).]
19. Махутов Н.А., Рачук В.С., Гаденин М.М. и др. Напряженно-деформированные состояния ЖРД. М.: Наука, 2013. 646 с. (Серия «Исследования напряжений и прочности ракетных двигателей») [Makhutov N.A., Rachuk V.S., Gadenin M.M. etc. Stress-strain states of liquid-fuel rocket engines M.: Science, 2013. 646 p. ("Researches of Tension and Durability of Rocket Engines Series" series) (Russia).]
20. Махутов Н.А., Гаденин М.М., Москвичев В.В. и др. Локальные критерии прочности, ресурса и живучести авиационных конструкций. Новосибирск: Наука, 2017. 600 с. (Серия «Исследования прочности, ресурса и безопасности летательных аппаратов») [Makhutov N.A., Gadenin M.M., Moskvichev V.V. etc. Local criteria of strength, resource and survivability of aviation structures Novosibirsk: Science, 2017. 600 p. ("Researches of Durability, Resource and Safety of Aircraft" series) (Russia).]
21. Гаденин М.М. Многопараметрический анализ условий безопасной эксплуатации и защищенности машин и конструкций по критериям прочности, ресурса

и живучести // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. № 6. С. 22—36 [Gadenin M.M. The multiple parameter analysis of safe service conditions and protectability of machines and structures by criteria of strength, resource and survivability // Security concern and emergency situations. 2012. No. 6. P. 22—36. (Russia).]

22. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015—2030 гг. UNISDR, 2015. 40 с. [Sendai's framework program on decrease of risk disasters for 2015—2030 UNISDR, 2015. 40 p. (Russia).]

Сведения об авторах

Махутов Николай Андреевич: член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук

Количество публикаций: 984, из них 89 монографий и 22 учебных издания

Область научных интересов: безопасность, риск, защищенность объектов техносферы; механика разрушения; механика деформируемого твердого тела; механика катастроф

Контактная информация:

Адрес: 101990, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д. 4

Тел: +7 (495) 930-80-78

E-mail: kei51@mail.ru

Гаденин Михаил Матвеевич: кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук

Количество публикаций: 238, из них 59 монографий и 2 учебных издания

Область научных интересов: безопасность, риск, защищенность объектов техносферы; механика разрушения; механика деформируемого твердого тела; механика катастроф

Контактная информация:

Адрес: 101990, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д. 4

Тел.: +7 (499) 135-55-09

E-mail: safety@imash.ru

Юдина Ольга Николаевна: научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук

Количество публикаций: 24, из них 12 монографий

Область научных интересов: безопасность, риск, защищенность объектов техносферы; механика деформируемого твердого тела

Контактная информация:

Адрес: 101990, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д. 4

Тел.: +7 (495) 624-25-88

E-mail: icts-olga@rambler.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 22.03.2019

Дата принятия к публикации: 09.04.2019

Дата публикации: 30.04.2019

The author declare no conflict of interest.

Came to edition: 22.03.2019

Date of acceptance to the publication: 09.04.2019

Date of publication: 30.04.2019

ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ПО АНАЛИЗУ РИСКОВ



Периодичность: 1 раз в 2 месяца.

ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА РИСКА

В издании публикуются междисциплинарные научные и прикладные материалы, посвященные анализу рисков различного происхождения и характера: природного, техногенного, экологического, политического, страхового, финансового и др. Журнал внесен в перечень изданий, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Специалистам-практикам, чья деятельность связана с анализом рисков; специалистам научных организаций; учащимся и преподавателям учебных заведений.

ВНИМАНИЕ, ПОДПИСКА!

ПОДПИСНОЙ КУПОН на 2018 год

Проблемы анализа риска

Индексы: «Роспечать» — 71219, каталог «Пресса России» — 15704.

печатная версия

электронная версия

Количество экземпляров:

Период подписки:

полугодие

год

Вид доставки:

курьером (только по Москве)

почтой (заказным письмом)

Стоимость подписки

печатная версия: 4 500 руб. — за I полугодие; 4 653 руб. — за II полугодие; 9 000 руб. — за год;

электронная версия: 3 600 руб. — за I полугодие; 3 708 руб. — за II полугодие; 7 200 руб. — за год.

Наименование организации

Юридический адрес

Адрес доставки

ИНН/КПП

Телефон (с кодом города)

Факс

ФИО (полностью) сотрудника,
ответственного за подписку

Пожалуйста, заполните все поля подписного купона и пришлите его по факсу (495) 787-52-26.

Также вы можете оформить подписку по телефону: (495) 787-52-26; на сайте: www.dex.ru; по e-mail: journal@dex.ru.

Издательский дом «Деловой экспресс» — многопрофильная издательская компания, работающая на рынке полиграфических услуг с 1993 года.

Что мы делаем

- Создаем корпоративные и ведомственные издания.
- Издаем книги.
- Разрабатываем web-сайты.
- Изготавливаем традиционные бизнес-подарки в необычном исполнении.
- Издаем годовые отчеты и бизнес-полиграфию.
- Придумываем и разрабатываем логотипы и фирменные стили.

«Деловой экспресс» стремится стать лучшим поставщиком полиграфических решений для самых взыскательных клиентов.

Издательский дом

**ДЕЛОВОЙ
ЭКСПРЕСС**

www.dex.ru

УДК 338.242.2
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-88-94>

Методический подход к формированию системы управления предпринимательскими рисками международных проектов в области гидроэнергетики на основе сбалансированной системы показателей

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

И. В. Рыкунов,
АО «ТЯЖМАШ»,
446010, РФ, г. Сызрань,
ул. Гидротурбинная, д. 13

Аннотация

Среди предпринимательских структур, ведущих международный бизнес, не существует ни одного бизнеса без рисков. По мнению автора, это не зависит от области работы или рода деятельности предприятия. Область гидроэнергетики подвержена рискам, пожалуй, в большей степени, поскольку кроме основных бизнес-рисков добавляются риски, связанные с реализацией проектов, зависящих от источников возобновляемой энергетики. Целью данного исследования является поиск основных показателей эффективности работы предприятий гидроэнергетики для оценки рисков их международных проектов. В ходе исследования использован аналитический метод. Одним из инструментов оценки рисков является сбалансированная система показателей. В настоящей статье автором рассмотрены работы подобной тематики, опубликованные в журнале «Проблемы анализа риска». Освещены некоторые аспекты формирования данной системы как инструмента по оценке рисков предпринимательских структур и бизнеса, работающего в области гидроэнергетики. Областью применения полученных результатов может быть комплекс управленческих решений, принимаемых менеджментом гидроэнергетических предприятий, а также при разработке методов риск-менеджмента. Именно сознательное и рациональное отношение к риску расширяет возможности успешного управления международными гидроэнергетическими проектами.

Ключевые слова: международные проекты, гидроэнергетика, бизнес, предпринимательство, предприятия машиностроения, риск-менеджмент.

Для цитирования: Рыкунов И.В. Методический подход к формированию системы управления предпринимательскими рисками международных проектов в области гидроэнергетики на основе сбалансированной системы показателей // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 2. С. 88—94, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-88-94>

Methodical approach to the formation of a business risk management system for international hydropower projects based on a balanced scorecard

Ilya V. Rykunov,

JSC "TYAZHMASH",
446010, Russia, Syzran,
Gidroturbinnaya St., 13

Annotation

Among business structures leading international business, there is not a single business without risks. According to the author, it does not depend on the field of work or the type of activity of the enterprise. The field of hydropower is exposed to risks, perhaps, to a greater extent, because in addition to the main business risks, risks associated with the implementation of projects that depend on renewable energy sources are added. The purpose of this study is to find the main indicators of the performance of hydropower enterprises to assess the risks of their international projects. The study used an analytical method. One of the risk assessment tools is a balanced scorecard. In this article, the author reviewed the work of a similar subject of the authors, published in the journal "Problems of Risk Analysis". Some aspects of the formation of the system as a tool for assessing the risks of business structures and businesses operating in the field of hydropower are covered. The scope of the results obtained can be a set of management decisions made by the management of hydropower enterprises, as well as in the development of a risk management methods. It is a conscious and rational attitude to risk that expands the possibilities for successful management of international hydropower projects.

Keywords: international projects, hydropower, business, entrepreneurship, engineering enterprises, risk management.

For citation: Rykunov Ilya V. Methodical approach to the formation of a business risk management system for international hydropower projects based on a balanced scorecard // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 88—94, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-2-88-94>

Содержание

Введение

1. Роль и значение сбалансированной системы показателей при управлении международными проектами в области гидроэнергетики

2. Методический подход к формированию сбалансированной системы показателей

Заключение

Литература

Введение

Целью данного исследования является поиск основных показателей эффективности работы предприятий гидроэнергетики для оценки рисков при управлении международными проектами. В ходе исследования использован аналитический метод. Одним из инструментов оценки рисков является сбалансированная система показателей. В настоящей статье автор рассматривает несколько моделей данной системы, разработанных в разные годы как отечественными, так и зарубежными авторами.

Методологической и теоретической основой исследования являются:

- метод комплексного анализа, который дал возможность исследовать внешние и внутренние показатели измерения деятельности предприятия, в том числе функционирования его различных подсистем, связанных с управлением рисками международных проектов в предпринимательских структурах гидроэнергетики;

- метод системного анализа, с помощью которого исследованы взаимосвязи и взаимозависимости показателей, включенных в сбалансированную систему показателей; взаимосвязи и взаимозависимости в сбалансированной системе показателей деятельности предприятия и показателей реализации международного проекта, определяющих качество системы риск-менеджмента предприятия гидроэнергетики;

- метод монографического кабинетного исследования, позволивший выявить вклад российских и зарубежных ученых в развитие теории и практики формирования сбалансированных систем показателей и показателей управления рисками.

Экспериментальная база исследования — совместные производственные российско-зарубежные предприятия, реализующие проекты производства под ключ гидроэнергетического оборудования.

1. Роль и значение сбалансированной системы показателей при управлении международными проектами в области гидроэнергетики

Сбалансированная система показателей обязана включать все без исключения значимые тенденции работы гидроэнергетической фирмы. Существуют четыре показателя: капитал, работа с заказчиком, внутренние бизнес-процессы и управление персона-

лом. Но в отношении с модификацией обстоятельств внешней среды определение и объем направлений, обозначенных в сбалансированной системе показателей, имеют склонность к изменениям [1].

На сегодняшний день, независимо от изменений основной структуры сбалансированной системы показателей, в ее базе лежат ключевые показатели производительности, входящие в систему таким образом, чтобы опираться на стратегические миссии фирмы и объединяться по конкретным признакам. На основании вышеизложенного можно отметить, что методика применения сбалансированной системы показателей признается тем важным механизмом, который упрощает процедуру принятия административных решений. Такая модель предоставляет менеджменту предприятия продуктивный и гибкий механизм, который необходимо применять как для осуществления стратегии предприятия, так и для восприятия настоящих проектов и информационных концепций. Бесспорные достоинства предоставляет введение сбалансированной системы показателей, которые отображаются на увеличении главных показателей успешной работы.

В процессе применения сбалансированной системы показателей работа предпринимательской структуры оказывается более управляемой, так как и менеджмент, и сотрудники предприятия имеют шанс приобрести допуск к данным о работе предприятия.

Проанализированные и обработанные сведения, согласованные со стратегическими и тактическими нюансами работы, становятся знанием. Присутствие подобного коллективного знания — основная ценность организации, основной компонент принятия аргументированных результативных решений. Достоинством также является увеличение заинтересованности со стороны внешних инвесторов в информации, дающей возможность совершить анализ дальнейшего потенциала компании.

Бесспорным плюсом указанной концепции является привлечение к интенсивному участию работников всех уровней в реализации. Система гарантирует гармоничную связь сотрудников компании и снабжает все степени управления индикаторами для приближения к установленной миссии и показателями, которые применяют для усовершенствования процесса принятия решений.

Компания преобразуется в эластичную структуру, в которой любой сотрудник в одинаковой мере осознает установленные цели. Это достигается с помощью включения персонала в процесс осуществления стратегических решений. Такая компания способна стремительно отвечать на критические направления и осуществлять надлежащие управленческие решения. Развитию ответственности за свою деятельность у персонала организации содействует внедрение именно сбалансированной системы показателей. Кроме того, данная концепция дает возможность сконцентрировать усилия на опасных значимых для формирования стратегии инициативах и проектах. Однако у данной системы также имеются и минусы. Например, проблемы при сборе сведений по внутренним процессам, т.к. не получается определить статистически надежные причинно-следственные связи среди стратегических целей на практике. Рассматривая различные ситуации, менеджеру следует принимать во внимание не только поверхностные условия, но и глубинные предположения о рыночных условиях, возможностях самой фирмы. Также к минусам относят сложность раскрытия основных характеристик, введения стратегии «сверху-вниз», невнимательность ко внешним по отношению к компании обстоятельствам.

2. Методический подход к формированию сбалансированной системы показателей

Критериальные значения, обеспечивающие безрисковость или, точнее, потенциальную безрисковость, или защиту от негативных последствий рисков.

Как правило, международный проект в области гидроэнергетики крупные предпринимательские структуры реализуют в нескольких странах: в одной строится гидроэлектростанция, в другой производится гидротурбинное оборудование, в третьей — гидрогенераторное оборудование, все электрооборудование может быть изготовлено как в третьих странах, так и в стране будущей станции. Таким образом, в подобных проектах чаще всего задействовано более 5—7 предприятий из разных стран. Риски реализации данных проектов возрастают многократно.

Поэтому в каждом субподрядном договоре, вне зависимости от страны происхождения подрядчи-

ка/поставщика, должны быть предусмотрены основные его элементы:

- референция производителя, или опыт проведения подобных работ;
- подтверждение финансовой состоятельности поставщика;
- наличие сильной команды как технического, так и менеджерского персонала;
- наличие банковских гарантий — на аванс, на должное исполнение, техническая.

При выполнении данных условий предприятие, выполняющее проект под ключ с привлечением ряда субподрядчиков, защищено от наступления негативных сценариев.

Например, без опыта реализации подобных проектов нет гарантии, что данная компания правильно выполнит техпроект и успешно согласует его у финального заказчика (собственника гидроэлектростанции).

При недостаточной финансовой состоятельности поставщика высока вероятность, что оборудование не будет изготовлено по причине недостаточности средств на приобретение материалов, комплектующих и других составляющих компонентов.

Без сильной команды специалистов не исключены ситуации, когда заказчик будет требовать выполнения нелогичных действий, которые неспециалисты не смогут контраргументировать.

Ну и, конечно, без такого инструмента, как банковские гарантии, у генподрядчика не останется рычагов, позволяющих мотивировать подрядчиков, побуждать их к действиям.

Все перечисленное выше является основными показателями реализации международных предпринимательских проектов в области гидроэнергетики. А соблюдение данных условий должно четко прослеживаться в каждом субподрядном договоре, в любой стране реализации проекта и его составляющих.

Проект разработки сбалансированной системы показателей содержит в себе следующие этапы:

1. Формализация целей. У каждой организации непременно имеются цели, но при этом, как только появляется вопрос о точном и формальном установлении миссий и их подробном обсуждении, зачастую у причастных людей появляется множество расхождений во мнениях. Установить и утвердить базовые задачи, стоящие перед организацией, —

главный и необходимый этап в построении того, что авторы сбалансированной системы показателей (далее — ССП) именовали «стратегически ориентированной организацией».

2. Распределение задач по перспективам, установление возможностей или характеристик тенденций.

3. Формулировка миссий, которые следует решить для свершения целей, и сортировка их по тенденциям работы. На этой стадии по каждому из конкретных течений рассматриваются задачи, исполнение которых приводит к исполнению главной миссии.

4. Формирование причинно-следственной связи среди миссий и задач, а также условия, зависимые между собой. На данной стадии характеризуется уровень воздействия исполнения тех или иных задач на осуществление миссий, формируются связи среди задач.

5. Установление измерителей целей. Любому показателю свершения той или иной стратегической задачи и общей цели обязаны отвечать конкретные измеримые величины, которые обязаны быть проявлены в цифрах. К данным показателям, определяющим уровень исполнения установленной миссии, можно отнести:

- сведения, применяемые для расчета показателя, должны быть достоверными;
- показатели обязаны охарактеризовать стратегические миссии, базовые условия успеха и определенные действия;

- роль показателя необходимо отслеживать на постоянной основе.

6. Создание программы по выполнению целей и задач, утверждение их реализации на высших ступенях управления. Создание целевых проектов проводится для осуществления требуемых перемен на наиболее проблематичных зонах работы организации, где показатели нельзя значительно улучшить в рамках управления текущей работы.

7. Объединение ССП в концепцию управления. ССП интегрируется в систему бюджетирования организации и управленческую отчетность.

8. Введение ССП. На данной стадии формируется план изменений, и концепция управления организацией начинает свою деятельность на базе сформированной концепции ССП.

9. Пересмотр и корректировка ССП в зависимости от быстроты перемен в компании проводится в среднем раз в год.

Мировым сообществом изобретены стандарты в сфере гидростроительства и эксплуатации гидротехнических построек с целью снижения рисков. Применение созданных мировых стандартов и практик нужно для формирования стабильной гидроэнергетики. Самым значимым международным документом признается «Методика оценки соответствия гидроэнергетических проектов критериям устойчивого развития» Международной ассоциации гидроэнергетики [10]. Данная методика



Рисунок. Структура методики анализа и моменты принятия важных решений.

На данном рисунке представлены основные стадии реализации гидроэнергетического проекта с указанием основных этапов принятия решений

Figure. The structure of the method of analysis and the moments of important decisions.

This figure shows the main stages of the implementation of the hydropower project, indicating the main stages of decision-making

дает возможность проанализировать соотношение проекта с критериями стабильного формирования по обозначенным важнейшим нюансам.

Любой документ представленной выше методики может использоваться без помощи других для анализа проекта, пребывающего в конкретном периоде жизненного цикла, вне зависимости от того, был ли осуществлен анализ на предшествующей стадии.

Заключение

Стоит отметить, что на формирование интегрированной модели сбалансированной системы показателей и риск-менеджмента уделяется по несколько месяцев на каждую степень организационной иерархии. Правильно построенная модель дает возможность осуществлять управленческие решения оперативного и стратегического характера.

Оценивая перспективность введения сбалансированной системы показателей в инвестиционный процесс гидроэнергетических предприятий, необходимо выделить, что единая связь компонентов концепции и учет различных специфик дают возможность достичь следующих преимуществ:

- формирование сущности и взаимосвязей стратегии формирования со всеми характеристиками производительности компаний;
- рост показателей эффективной работы как отдельных сотрудников и подразделений, так и организаций в целом, с помощью соотнесения количественных показателей эффективности с конкретными задачами.

Литература [References]

1. Horvath&Partners. Внедрение сбалансированной системы показателей. М.: АльпинаБизнесБукс, 2006. 484 с. [Horvath&Partners. The introduction of a balanced scorecard. M.: AlpinaBusinessBooks, 2006. 484 p. (Russia).]
2. Коробейников Ю.В. Организация риск-менеджмента на основе государственных стандартов // Управление риском. 2013. № 4. С. 42—49. [Korobeynikov Yu.V. Organization of risk management based on state standards // Risk Management. 2013. No. 4. P. 42—49. (Russia).]
3. Рыкунов И.В. Риски предпринимательской деятельности при реализации международных гидроэнергетических проектов // Экономика и предпринимательство. 2017. № 12 (ч. 1) (89-1). С. 466—469. [Rykunov I.V. Risks of entrepreneurial activity in the implementation of international hydropower projects // Economics and Entrepreneurship. 2017. No. 12 (Part 1) (89-1). P. 466—469. (Russia).]
4. Авдийский В.И., Безденежных В.М. Особенности формирования программ учебных дисциплин по профилю подготовки «Анализ рисков и экономическая безопасность» по направлению «Экономика» уровней бакалавриата и магистратуры // Экономика и управление: проблемы, решения. 2014. № 8. С. 180—189. [Avdiysky V.I., Bezdenezhnykh V.M. Features of the formation of programs of educational disciplines in the field of training “Risk analysis and economic security” in the direction of “Economics” of undergraduate and graduate levels // Economics and Management: Problems, Solutions. 2014. No. 8. P. 180—189. (Russia).]
5. Омарова З.Н. Сильная культура управления рисками как неотъемлемый элемент системы риск-менеджмента // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-11. С. 2421—2424. [Omarova Z.N. Strong risk management culture as an essential element of risk management // Basic Research. 2015. No. 2-11. P. 2421—2424. (Russia).]
6. Рыкунов И.В. Особенности управления международными проектами на российских предприятиях тяжелого машиностроения в современных условиях хозяйствования // Экономика и предпринимательство. 2015. № 8 (ч. 1). С. 808—812. [Rykunov I.V. Features of international project management in Russian companies of heavy machinery in the current economies conditions // Economics and Entrepreneurship. 2015. No. 8 (Part 1). P. 808—812. (Russia).]
7. Кожевникова С.Д., Шутько Д.С., Шутько С.Ю. Субъективные аспекты принятия решений в условиях риска и неопределенности в бизнес-сегменте Upstream // Проблемы анализа риска. Т. 14. 2017. № 1. С. 56—64. [Kozhevnikova S.D., Shutko D.S., Shutko S.Yu. Subjective Aspects of Decision Making under Risk and Uncertainty in the Upstream Business Segment // Issues of Risk Analysis.. Vol. 14. 2017. No. 1. P. 56—64. (Russia).]
8. Соложенцев Е.Д., Карасева Е.И. Верхний уровень управления социально-экономическими системами // Проблемы анализа риска. Т. 14. 2017. № 1. С. 64—74. [Solojentsev E.D., Karaseva E.I. The upper level of management of socio-economic systems // Issues of Risk Analysis. Vol. 14. 2017. No. 1. P. 64—74. (Russia).]
9. Башкин В.Н. Анализ рисков в сценариях развития глобальной энергетической компании — на примере

газовой отрасли // Проблемы анализа риска. Т. 12. 2015. № 2. С. 4—6. [Bashkin V.N. Risk analysis in the development scenarios of a global energy company — the example of the gas industry // Issues of Risk Analysis. Vol. 12. 2015. No. 2. P. 4—6. (Russia).]

10. Международная ассоциация гидроэнергетики. Методика оценки соответствия гидроэнергетических проектов критериям устойчивого развития. 2011. ISBN 978-0-9566228-1-5. 235 с. [International Hydropower Association. Methodology for assessing the compliance of hydropower projects with sustainable development criteria. 2011. ISBN 978-0-9566228-1-5. 235 p. (Russia).]
11. Рыкунов И.В. Анализ развития и внедрения системы риск-менеджмента в международных проектах гидроэнергетики // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. № 5. С. 78—85. [Rykunov I.V. Analysis of the development and implementation of risk management in international

hydropower projects // Issues of Risk Analysis. Vol. 15. 2018. No. 5. P. 68—75. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2018-15-5-68-75> (Russia).]

Сведения об авторе

Рыкунов Илья Владимирович: заместитель коммерческого директора бизнес-единицы по гидротурбинному оборудованию АО «ТЯЖМАШ»

Количество публикаций: 17

Область научных интересов: исследование методов управления международными проектами, управление рисками проектов в предпринимательских структурах гидроэнергетики

Контактная информация:

Адрес: 446010, РФ, г. Сызрань, ул. Гидротурбинная, д. 13

Тел.: +7 (927) 775-52-27

E-mail: ivrykunov@yandex.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 12.11.2018

Дата принятия к публикации: 11.03.2019

Дата публикации: 30.04.2019

The author declare no conflict of interest.

Came to edition: 12.11.2018

Date of acceptance to the publication: 11.03.2019

Date of publication: 30.04.2019

Инструкция для авторов

1. Общие требования к представлению статьи. Журнал «Проблемы анализа риска» публикует междисциплинарные научные и прикладные материалы, посвященные анализу рисков различного происхождения и характера: техногенного, природного, социально-экономического, финансового, экологического и др.

Представляемая в редакцию статья должна соответствовать тематике журнала, быть написана на русском языке (титульный лист представляется на русском и английском языках), быть оригинальной, ранее не опубликованной и не представленной к публикации в другом издании.

Авторы несут ответственность за достоверность приведенных сведений, отсутствие данных, не подлежащих открытой публикации, и точность информации по цитируемой литературе.

В первую очередь рассматриваются и принимаются к публикации материалы, содержащие ссылки на ранее опубликованные в журнале ПАР статьи по схожей тематике.

Все представленные в редакцию журнала рукописи авторам не возвращаются.

2. Порядок представления рукописи. Представление статьи в редакцию журнала осуществляется в электронном виде на e-mail journal@dex.ru.

В наименовании электронного файла статьи должны быть указаны: первый автор статьи, сокращенное название статьи, дата представления (например, «Иванов_Стандарты финансового РМ_12_01_18»).

Внимание! Статьи, представленные не в соответствии с инструкцией для авторов, могут быть не приняты к рассмотрению.

Статья будет направлена на рецензирование одному или двум экспертам. Возможно, потребуются доработка или переработка статьи по результатам рецензирования до принятия решения о ее опубликовании.

Редакция оставляет за собой право дальнейшей редакционной и корректорской правки статьи. Корректурa автору в обязательном порядке не высылается, с ней можно ознакомиться в редакции.

Если статья не принимается к печати, автору высылается отказ по электронной почте.

3. Общие требования к рукописи. Электронный файл рукописи должен быть сформирован с использованием стандартных пакетов редакторских программ (например, MS Word, WordPad).

Формат страниц: А4, рекомендуемые отступы от краев листа: сверху и снизу — 3 см, слева и справа — 2 см, рекомендуемый шрифт Times New Roman, 12 pt, междустрочный интервал — одинарный или полуторный. Страницы должны быть пронумерованы.

Файл со статьей должен содержать:

- 1) титульный лист (на русском и английском языках);
- 2) текст статьи (введение, структурированные разделы статьи, заключение);
- 3) литературу (последовательный перечень цитируемой литературы или по алфавиту при использовании международного стандарта);
- 4) сведения об авторах.

4. Титульный лист. Представляется на русском и английском языках и должен включать:

- УДК;
- шифр специальности ВАК;
- краткое информативно-смысловое название;
- инициалы, фамилию;
- краткое (по возможности) наименование организации (при указании организации не допускается приводить только аббревиатуру), располагается после фамилии автора;
- город;
- аннотацию объемом не более 250, но не менее 150 слов.

Аннотация должна в сжатой форме содержать:

- цель работы;
- методы исследования (если необходимо, то указать их преимущества по сравнению с ранее применявшимися), основные положения;
- основные результаты исследования;
- основные выводы.

Все аббревиатуры в аннотации необходимо раскрывать (несмотря на то, что они будут раскрыты в основном тексте статьи).

Ключевые слова (5—8) помещают под аннотацией.

Ключевые слова должны включать термины из текста статьи, определяющие предметную область и способствующие индексированию статьи в поисковых системах, и не повторять название статьи.

5. Текст статьи. Основной текст статьи должен содержать:

- введение;
- структурированные, пронумерованные разделы статьи;
- заключение;
- литературу.

Введение должно содержать четкое обозначение целей и задач работы.

Авторы должны показать знакомство с публикациями журнала по тематике статьи с обязательными ссылками на ранее опубликованные в журнале работы. Также в нем могут даваться ссылки на ключевые работы в области исследования, но введение не должно быть литературным или историческим обзором.

Структурированные разделы статьи должны содержать четкое и последовательное изложение материала работы. Заголовки разделов основной части должны иметь нумерацию (1, 2, 3 и т. д.), эта же нумерация должна быть отражена в содержании (разделы введение, заключение, литература, сведения об авторах не нумеруются). Допускается в каждом разделе создавать подзаголовки разделов.

Заключение должно включать основные результаты и выводы, обсуждение спорных моментов, значимость теоретических положений, их ограничения; место и роль в разрезе предыдущих исследований, возможности практического приложения.

6. Требования к таблицам, рисункам и формулам.

Таблицы и рисунки рекомендуется располагать внутри текста после первого указания на них. Размер таблиц и рисунков не должен выходить за рамки формата текста. Все таблицы и рисунки должны быть последовательно пронумерованы и иметь краткое название (название таблиц дается над таблицей, рисунков — под ними).

Название рисунков (вместе с пояснениями) должно быть переведено на английский язык и располагаться под русскоязычным названием.

Таблицы и рисунки должны быть понятными безотносительно к объяснению в тексте. Пояснения к таблицам и рисункам должны быть краткими. Пояснения к таблицам должны располагаться внизу таблицы и иметь указатели с использованием надстрочной буквенной или цифровой индексации (меньшего размера относительно текста). Пояснения к рисункам должны располагаться под названием рисунков с использованием шрифта меньшего размера относительно текста названия рисунков.

Таблицы представляются в стандартном редакторе MS Office, например MS Word или MS Excel.

Рисунки должны быть высокого качества. Графики должны предоставляться преимущественно в формате MS Excel. Схемы и карты предоставляются в векторных форматах eps, cdr. Фотографии и другие иллюстративные материалы, предоставляемые в виде растровых изображений, должны иметь разрешение 300 dpi (при размере на формат издания) и быть в форматах TIFF или JPEG (без сжатия). На растровых рисунках должны хорошо прочитываться текст и все значимые элементы.

Отдельно стоящие формулы должны быть набраны с использованием стандартных средств MathType или Equation.

Переменные величины и элементы формул, располагаемые внутри текста, набираются по возможности с использованием текстовых выделений (нижний, верхний регистры, курсив, греческие буквы и т. д.).

Формулы и буквенные обозначения должны быть тщательно выверены автором, который несет за них полную ответственность.

7. Литература. Библиографические ссылки в статье рекомендуется осуществлять как затекстовые ссылки и обозначать номерами в порядке цитирования в квадратных скобках, например [1] или [2—5], при необходимости с указанием страниц. Ссылки на неопубликованные работы недопустимы. Список литературы должен размещаться в конце статьи и составляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Порядок составления списка следующий:

— для книг: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название, место и год издания, издательство, общее количество страниц;

— для глав в книгах и статей в сборниках: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, полное название книги, фамилия и инициалы редактора (редакторов), место и год издания, издательство, номера первой и последней страниц;

— для журнальных статей: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, название журнала, том издания, номер, номера первой и последней страниц. Если число авторов больше трех, вначале пишется название статьи, затем все авторы и далее название журнала, том издания, номер, номера первой и последней страниц;

— для диссертаций: фамилия и инициалы автора, докторская или кандидатская, полное название работы, год и место издания.

Ссылки на литературу в статьях (в том числе представленных для публикации зарубежными авторами) могут производиться с использованием международного стандарта, например, 1—2 автора: (Иванов, Сидоров, 2018), три и более авторов: (Maks et al, 1999). Список литературы составляется в этом случае в алфавитном порядке (сначала статьи на русском, затем на иностранных языках).

Внимание!

— Если в списке литературы есть источники с индексом DOI, то он должен быть указан.

— Все цитируемые русскоязычные источники в списке литературы должны быть переведены на английский язык. Перевод располагается в квадратных скобках после цитирования на русском языке. Перевод названия должен точно совпадать с первоисточником, и в конце в скобках указывается (Russia).

Авторы самостоятельно несут ответственность за точность информации по цитируемой литературе.

8. Сведения об авторах. Сведения об авторах должны включать:

- фамилию, имя и отчество (полностью);
- степень, звание и занимаемую должность, полное и краткое наименование организации;
- число публикаций, в том числе монографий, учебных изданий;
- область научных интересов;
- контактную информацию: почтовый адрес (рабочий), телефон, e-mail, моб. телефон (для связи с редакцией).

9. Заключение лицензионного договора Если принято решение об опубликовании статьи, в соответствии с требованиями Гражданского кодекса РФ между авторами и журналом заключается лицензионный договор с приложением к нему акта приема-передачи произведения. Эти документы редакция направляет авторам статьи для подписи по эл. почте или по факсу с последующей отправкой оригиналов документов по почте.

Instructions for Authors

1. General requirements for the submission of an article. The journal "Issues of risk analysis" publishes interdisciplinary scientific and applied materials devoted to the analysis of risks of different origin and nature: technogenic, natural, socio-economic, financial, environmental, etc.

The article submitted to the editorial Board should correspond to the journal's subject matter, be written in Russian (the title page is presented in Russian and English), be original, not previously published and not submitted for publication in another edition.

The authors are responsible for the accuracy of the information provided, the lack of data not subject to open publication, and the accuracy of the information cited in the literature.

First and foremost reviewed and accepted for publication materials that contain references to previously published in the ISR journal articles on related subjects.

All manuscripts submitted to the journal are not returned to the authors.

2. The order of presentation of the manuscript. Article submission to the journal is provided in electronic form by e-mail journal@dex.ru.

In the name of the electronic file of the manuscript should be indicated: first the author of the article, abbreviated title of article, date of submission (for example, "Ivanov_Standards_Finance_PM_12_01_18").

Attention! Articles submitted not in accordance with the instruction for authors may not be accepted for consideration.

The article will be sent for review to one or two experts. It may be necessary to finalize or revise the article based on the results of the review before making a decision on its publication.

The editors reserve the right to further editorial and proofreading of the article. Proofreading is not necessarily sent to the author, it can be found in the editorial office.

If the article is not accepted for publication, the author will be sent a refusal by e-mail.

3. General requirements for the manuscript. The electronic file of the manuscript should be formed with the use of standard packages of editorial programs (for example, MS Word, WordPad).

Page format: A4, recommended margins: top and bottom — 3 cm, left and right — 2 cm, recommended font Times New Roman, 12 PT, line spacing — single or one and a half. Pages should be numbered.

The article file must contain:

- 1) title page (in Russian and English);
- 2) the text of the article (introduction, structured sections of the article, conclusion);

3) literature (sequential list of cited literature or alphabetically when using the international standard);

4) information about the authors.

4. Title page. Submitted in Russian and English and should include:

- UDC;
- VAK specialty cipher;
- a brief, informative and meaningful name;
- initials, surname;
- short (if possible) name of the organization (when specifying the organization is not allowed to give only an abbreviation), located after the author's name;
- city;
- abstract of no more than 250, but not less than 150 words.

The abstract should contain in the compressed form:

- purpose of work;
- research methods (if necessary, indicate their advantages over previously used), the main provisions;
- main results of the study;
- main conclusions.

All abbreviations in the abstract should be disclosed (despite the fact that they will be disclosed in the main text of the article).

Keywords: (5–8) placed under the annotation.

Keywords should use terms from the text of the article that define the subject area and contribute to the indexing of the article in search engines and not repeat the title of the article.

5. Text of article. The main text of the article should contain:

- introduction;
- structured, numbered sections of the article;
- conclusion;
- literature.

The introduction should contain a clear indication of the goals and objectives of the work. The authors should show familiarity with the publications of the journal on the subject of articles with mandatory references to previously published works in the journal. It may also refer to key research papers, but the introduction should not be a literary or historical review.

Structured sections of the article should contain a clear and consistent presentation of the material. The headings of the sections of the main part should be numbered (1, 2, 3, etc.), the same numbering should be reflected in the content (sections introduction, conclusion, literature, information about the authors are not numbered). It is allowed to create subheadings of sections in each section.

The conclusion should include the main results and conclusions, discussion of controversial issues, the importance of theoretical provisions, their limitations; place and role in the context of previous studies, the possibilities of practical applications.

6. Requirements for tables, figures and formulas.

Tables and figures

Tables and figures should be placed inside the text after the first reference to them. The size of tables and figures should not go beyond the text format. All tables and figures should be numbered sequentially and have a short name (the name of the tables is given above the table, figures — below them).

The name of the figures (together with explanations) should be translated into English and placed under the Russian name.

Tables and figures should be understandable without reference to the explanation in the text. Explanations of tables and figures should be brief. Explanations of the tables should be placed at the bottom of the table and have pointers using Superscript alphabetic or numeric indexing (smaller relative to the text). Explanations of the figures should be placed under the name of the figures using a smaller font relative to the text of the names of the figures.

Tables are presented in a standard editor MS Office, such as MS Word or MS Excel.

Drawings must be of high quality. Charts should be provided primarily in MS Excel format. Schemes and maps are provided in vector formats eps, cdr. Photographs and other illustrative materials provided as bitmaps must have a resolution of 300 dpi (at size per edition format) and be in TIFF or JPEG (uncompressed) formats. Bitmaps should be able to read text and all relevant elements.

Formulae

Stand-alone formulas should be typed using standard means of MathType or Equation.

Variables and formula elements within the text are typed as far as possible using text selections (lowercase, uppercase, italics, Greek letters, etc.)

Formulas and letters should be carefully verified by the author, who bears full responsibility for them.

7. Literature. Bibliographic references in the article are recommended to be carried out as non-text references and to be numbered in the order of citation in square brackets, for example [1] or [2–5], if necessary, indicating the pages. References to unpublished works are not allowed. References should be placed at the end of the article and compiled in accordance with GOST R 7.0.5-2008 "Bibliographic reference".

The procedure for compiling the list is as follows:

— for books: surname and initials of the author (s), full title, place and year of publication, publisher, total number of pages;

— for chapters in books and articles in collections: surname and initials of the author (authors), full title of the article, full title of the book, surname and initials of the editor (editors), place and year of publication, publisher, numbers of the first and last pages;

— for journal articles: surname and initials of the author (authors), full title of the article, title of the journal, volume of the publication, number, numbers of the first and last pages. If the number of authors is more than three, the title of the article is written first, then all authors and then the name of the journal, volume, number, numbers of the first and last pages;

— for dissertations: surname and initials of the author, doctor's or candidate's, full name of the work, year and place of publication.

References in articles (including those submitted for publication by foreign authors) can be made using an international standard, for example, 1–2 authors: (Ivanov, Sidorov, 2018), three or more authors: (Maks et al, 1999). The list of references is compiled in this case in alphabetical order (first articles in Russian, then in foreign languages).

Attention!

— If there are sources with DOI index in the list of references, it should be specified.

— All cited Russian-language sources in the list of references should be translated into English. The translation is placed in square brackets after the citation in Russian. Translation of the name must exactly match the original source and in the end in brackets indicated (Russia).

The authors are solely responsible for the accuracy of information on the cited literature.

8. Information about authors. Information about the authors should include:

- surname, name and patronymic (in full);
- degree, title and position, full and short name of the organization;
- number of publications, including monographs, educational publications;
- research interests;
- contact information: postal address (work), phone, e-mail, mob. phone (for communication with the editorial office).

9. Conclusion of the license agreement

If a decision is made to publish an article, in accordance with the requirements of the Civil code of the Russian Federation between the authors and the journal is a license agreement with the Annex to the act of acceptance and transmission of the work. These documents are sent to the authors of the article for signature by e-mail or Fax, followed by sending the original documents by mail.



FERMA
Federation of European
Risk Management Associations

20-21 июня 2019 г.
Подмосковье Отель «Артурс СПА»

XVI Международный профессиональный форум

[НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ – СТРЕМЛЕНИЕ В БУДУЩЕЕ]

**Это престижная деловая площадка для профессионалов риск-менеджмента.
Не пропустите главного события года в России в области риск-менеджмента!**

ИТОГИ XIV МЕЖДУНАРОДНОГО КОНКУРСА «ЛУЧШИЙ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ В РОССИИ 2019»

Заявки на участие в конкурсе и материалы принимаются до 15 мая 2019 г.

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:

- ▣ лидерство и новые инструменты риск-менеджмента;
- ▣ риск-ориентированный подход к бизнес-процессам в компаниях и организациях;
- ▣ актуальные задачи развития системы управления рисками в компаниях с государственным участием;
- ▣ опыт управления рисками в иностранных компаниях и успешного взаимодействия с топ-менеджментом, Советом директоров;
- ▣ управление рисками как инструмент конкурентоспособности;
- ▣ интегрированные системы менеджмента на основе международных стандартов;
- ▣ автоматизация управления рисками и внутреннего контроля;
- ▣ продолжение реформы банковского регулирования, требования мегарегулятора ЦБ РФ;
- ▣ «подводные камни» цифровой экономики, горизонты финансово-промышленной и инвестиционной политики в России;
- ▣ big data: возможности и риски;
- ▣ управление рисками и экономическая безопасность;
- ▣ страхование технико-производственных рисков.

На Форуме выступят представители:

Минэкономразвития РФ и Росимущества, Банка России, Росстандарта, Российского института директоров, РСПП, ТПП РФ, Всероссийского союза страховщиков, СПАО Ингосстрах, АО «СОГАЗ», ПАО «Газпром», ИГ «ФИНЭКС», ПАО «СИБУР», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО ГМК «Норильский никель», ПАО «АФК «Система», ООО «WillisTOWERSWATSON», Страхового брокера «СиЛайн», ЕУ, Ассоциации банков России, ПАО «ПромсвязьБанк», ПАО «ИК Русс-Инвест», МШУ «Сколково», ООО УК «Металлоинвест», МИГ «Интерфакс», ПАО «НЛМК», Финансового университета при Правительстве РФ, и др.

При поддержке:



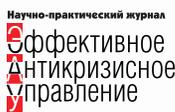
Генеральный информационный партнер:



Официальный информационный партнер:



Информационные партнеры:



Научно-практический журнал
Проблемы анализа риска

Для членов РусРиска и риск-менеджеров мероприятие бесплатное! Необходимо просто подтвердить свое участие!

Программа и заявка на сайте: www.RRMS.ru
Тел./факс: +7 (495) 231-53-56 E-mail: vt@rrms.ru