

Научная статья
УДК 004.9
doi:10.37614/2949.1215.2024.15.3.010

ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ПРОЦЕССЫ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ «III ЮДАХИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»)

Сергей Юрьевич Яковлев¹, Алексей Сергеевич Шемякин^{2✉}

^{1, 2}*Институт информатики и математического моделирования имени В. А. Путилова Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия*

¹*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский арктический университет»*

¹*s.yakovlev@ksc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6433-2096>*

²*a.shemyakin@ksc.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5308-5456>*

Аннотация

Статья посвящена вопросам обеспечения устойчивого развития и экологической безопасности территорий Арктической зоны Российской Федерации. Особое внимание уделено проблемам оценки безопасности промышленно-природных комплексов и критических инфраструктур. Статья написана на основе опыта участия в конференции «III Юдахинские чтения», которая состоялась в г. Архангельске с 25 по 28 июня 2024 г.

Ключевые слова:

Арктическая зона Российской Федерации, опасные объекты, оценка безопасности, критические инфраструктуры

Благодарности:

работа выполнена в рамках темы НИР 122022800547-3 «Разработка теоретических и организационно-технических основ информационной поддержки управления жизнеспособностью региональных критических инфраструктур Арктической зоны Российской Федерации».

Для цитирования:

Яковлев С. Ю., Шемякин А. С. Опасные объекты и процессы Арктической зоны Российской Федерации (по материалам конференции «III Юдахинские чтения») // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2024. Т. 15, № 3. С. 113–118. doi:10.37614/2949.1215.2024.15.3.010.

Original article

HAZARDOUS OBJECTS AND PROCESSES OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION (BASED ON THE PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE "III YUDAKHIN READINGS")

Sergey Yu. Yakovlev¹, Alexey S. Shemyakin^{2✉}

^{1, 2}*Putilov Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia*

¹*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Murmansk Arctic University"*

¹*s.yakovlev@ksc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6433-2096>*

²*a.shemyakin@ksc.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-5308-5456>*

Abstract

The article is devoted to the issues of ensuring sustainable development and environmental safety of the territories of the Arctic zone of the Russian Federation. Particular attention is paid to the problems of assessing the safety of industrial and natural complexes and critical infrastructures. The article is based on the experience of participating in the conference "III Yudakhin Readings", which was held in Arkhangelsk from June 25 to 28, 2024.

Keywords:

Arctic zone of the Russian Federation, hazardous objects, safety assessment, critical infrastructure

Acknowledgments:

The work was carried out within the framework of the research topic 122022800547-3 "Development of theoretical and organizational-technical foundations for information support for managing the viability of regional critical infrastructures of the Arctic zone of the Russian Federation"

For citation:

Yakovlev S. Yu., Shemyakin A. S. Hazardous objects and processes of the Arctic zone of the Russian Federation (based on the proceedings of the conference "III Yudakhin readings") // Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Engineering Sciences. 2024. Vol. 15, No. 3. P. 113–118. doi:10.37614/2949.1215.2024.15.3.010.

Введение

В конце июня 2024 г. в г. Архангельске состоялась Всероссийская конференция с международным участием «III Юдахинские чтения». Один из авторов принял участие в пленарном заседании, а также в заседаниях ряда секций. По итогам конференции выпущен сборник [1].

Выступления и материалы сборника позволяют получить обзорное представление о современном этапе, планах и перспективах развития Арктической зоны РФ (АЗРФ).

В соответствии с тематикой планов НИР Института информатики и математического моделирования им. В. А. Путилова Кольского научного центра Российской академии наук (ИИММ КНЦ РАН) и Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический университет» (МАУ) особое внимание уделено вопросам оценки безопасности объектов и комплексов АЗРФ.

Общие впечатления

Конференцию традиционно проводил Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лавёрова Уральского отделения РАН (ФИЦКИА УрО РАН). Она посвящена памяти Феликса Николаевича Юдахина (1934–2011) — выдающегося советского и российского ученого, специалиста в области глубинного строения и геодинамики литосферы, сейсмичности, геоэкологических проблем северных территорий, чл.-корр. АН Киргизской ССР, чл.-корр. РАН, одного из основателей архангельской академической науки.

Пленарное заседание началось с приветственных слов Правительства Архангельской области, РАН и других организаций, а также Л. А. Юдахиной — вдовы Ф. Н. Юдахина. Далее прозвучали доклады общего характера академиков РАН В. А. Черешнева (по истории РАН), А. Д. Гвишиани (по нечетким множествам и большим данным в анализе природных катастроф), представителей Киргизской АН. Выступления академиков и членов-корреспондентов РАН К. В. Лобанова (о Кольской сверхглубокой скважине), В. А. Конторовича (характеристика осадочных бассейнов Карского моря), В. А. Румянцева (о состоянии поверхностных пресных вод) и других докладчиков были посвящены более конкретным проблемам. Приятной неожиданностью пленарного заседания было выступление Северного Русского народного хора. И в целом культурная программа конференции была весьма интересной: прогулка на теплоходе по Северной Двине, поездка в Музей-заповедник деревянного зодчества «Малые Корелы».

Секционные заседания были частично объединены и укрупнены. Во многих докладах приводились результаты экспедиций участников на объекты и территории, в том числе данные о методах и итогах измерений. Не все выступления равноценно отражены в сборнике [1]. В дальнейшем мы будем ссылаться на этот сборник, указывая авторов и страницы, а также, в ряде случаев, отражать впечатления от выступлений на секциях. Основное внимание будет уделяться описанию и характеристикам опасности объектов АЗРФ.

Секция «Геолого-геофизические исследования на Северном морском пути»

В исследовании [Беленович Т. Я., Неверов Н. А.; с. 14–17] проводился анализ состояния земной коры в Холмогорском тектоническом узле. Было отмечено, что разломы и зоны ослабленной прочности такие, как тектонические узлы, имеют большое значение для твердой среды внешних геосфер. В Холмогорском тектоническом узле было обнаружено резкое увеличение амплитудно-частотных характеристик короткопериодических колебаний магнитного поля во время магнитных бурь. Это приводит к образованию диссипативных структур земной коры, которые создают аномальные условия для развития компонентов окружающей среды.

Работа [Данилов К. Б., Афонин Н. Ю.; с. 18–21] представляет результаты микросейсмического зондирования вмещающей среды вблизи кимберлитовой трубки Поморская Архангельской алмазоносной провинции. По результатам обработки данных сформирована диаграмма распределения относительной интенсивности микросейсм вдоль профиля и по глубине.

Статья [Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б., с. 26–30] подчеркивает важную роль дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при освоении месторождений углеводородного сырья в Арктике. Особое внимание уделяется предотвращению возможных аварий и чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефтепродуктов в арктических водах. Основной сложностью борьбы с чрезвычайными ситуациями подобного рода является то, что загрязняющие вещества попадают на поверхность льдов и со льдами могут переноситься на значительные расстояния. Эта проблема особенно актуальна в водах Северной Атлантики. При таких условиях методы ДЗЗ становятся особенно актуальными.

Секция «Влияние опасных природных процессов и явлений на безопасность хозяйственной деятельности в прибрежных районах Арктической зоны РФ»

В исследовании [Кузякин Л. П. и др.; с. 49–53] проводится сравнительный анализ состояния Новопортовского мерзлотника в контексте изменяющегося климата и усиления техногенного воздействия. Эти подземные хранилища, расположенные в криолитозоне, широко представлены в арктических регионах Евразии и Северной Америки. Анализ состояния мерзлотника и сравнение с историческими данными позволили выявить, что климатические изменения и социально-экономические факторы представляют угрозу стабильности этого подземного сооружения.

В работе [Миронюк С. Г., Донцова Г. Ю.; с. 59–64] рассматриваются опасные природные процессы, происходящие в шельфово-береговой зоне Печорского моря. Эта зона перспективна для добычи нефти и газа, но освоение месторождений связано с технологическими, экологическими и природными рисками. Глобальное потепление, повышение уровня моря и таяние вечной мерзлоты создают дополнительные угрозы. Прогноз включает определение видов, масштабов, скоростей развития и времени возникновения опасных геологических процессов и явлений. В отсутствие точных данных для количественного прогнозирования эксперты могут составить качественный прогноз изменений инженерно-геологических условий. Для повышения надежности прогнозов рекомендуется использовать метод аналогий. В качестве примера приведены данные об опасных процессах на участках строительства скважин на шельфе, прилегающем к Варандейскому району. В ходе строительных работ и эксплуатации месторождений ожидаются изменения в интенсивности и направленности опасных процессов таких, как миграция наносов, изменения рельефа дна и побережья под воздействием льда, криогенные процессы и газопроявления.

В исследовании [Наход В. А., Малов А. И.; с. 64–69] анализируется воздействие горнодобывающей промышленности на окружающую среду на примере гипсового месторождения в Холмогорском районе Архангельской области. В рамках экспедиции были собраны образцы поверхностных вод, донных отложений и почвы. Основываясь на анализе и классификации собранных данных, основные источники загрязнения окружающей среды были разделены на пять групп, включая микроэлементы и макроэлементы, а также выделены естественные и техногенные причины.

В статье [Николаева Е. С. и др.; с. 69–74] исследуется влияние образования наледей на территории Южной Якутии, которое оказывает значительное негативное воздействие на инженерные объекты. Были рассмотрены методы определения наледей с использованием разностного индекса NDSI на основе снимков Sentinel-1 и Sentinel-2. Результаты дешифровки спутниковых снимков сравнивались с результатами полевых исследований. В рамках полевых исследований на ключевых участках Алданского нагорья и Станового хребта была проведена проверка результатов дешифровки. Результаты данного комплексного исследования позволят получить более точную информацию о процессе образования наледей в регионе и могут быть использованы для создания каталога наледей и улучшения методов их определения с помощью дистанционного зондирования.

В исследовании [Огородов С. А., Ермолов А. А.; с. 74–79] анализируются опасности, связанные с рельефообразующими процессами, для инженерных и хозяйственных объектов, экосистем и жизни людей в прибрежной и шельфовой зонах морей Российской Арктики. Береговая зона моря формируется под воздействием двух основных групп рельефообразующих процессов: абразионно-аккумулятивных и ледово-экзарационных. Подводные трубопроводы и кабели связи, пересекающие

береговую линию, являются наиболее уязвимыми к опасным береговым процессам. Однако, зачастую, строительство осуществляется без учета данных процессов, что, впоследствии, приводит к возникновению аварий и сопутствующему финансовому ущербу.

В работе [Старцев В. О., Лаптев А. Б.; с. 83–87] анализируется состояние и развитие тестирования авиационных и других материалов для удовлетворения требований к материалам, необходимым для безопасной работы самолетов и инфраструктуры, зданий и сооружений в арктическом климате. В Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт» — ВИАМ регулярно проводятся натурные климатические испытания материалов во всех климатических зонах — от тропиков до Арктики (Мурманск) и холодного климата (Якутск).

Секция «Влияние изменений климата и антропогенных нагрузок на ландшафты, биоразнообразие и биологические ресурсы»

В статье [Куликов К. Н., Ермаков А. П.; с. 236–238] представлены результаты радиационного анализа кормового блока плавучей технической базы «Лепсе» на этапе завершения вывода из эксплуатации, а также технологические подходы, разработанные для обеспечения радиационной безопасности.

Автор [Лисичкин Г. В.; с. 238–242] изучает проблему ликвидации аварийных разливов нефти в Арктическом регионе. Ледяной и снежный покров значительно усложняют процесс по сравнению с южными широтами. Нефть может оказаться как на поверхности льда, так и под ним после разлива. Устранить нефтяное пятно в ледовых акваториях арктических морей и побережий крайне сложно, особенно в зимний период полярной ночи. В таких условиях сорбционная очистка неприменима. Большие проблемы возникают при попытке очистить от разлитой нефти болота и скалистые берега водоемов. В этом случае сбор использованных сорбентов невозможен.

В заметке [Погожева М. П., Чекменева Н. А., Долгова А. О.; с. 258–259] рассматривается государственный природный заповедник «Остров Врангеля», включенный в список Всемирного природного наследия ЮНЕСКО с 2004 г. Экосистемы Арктики очень чувствительны к загрязняющим веществам из-за низкой интенсивности массообмена и энергообмена, медленного процесса самоочищения и коротких пищевых цепочек, которые способствуют быстрому распространению токсичных веществ до конечных потребителей. Отмечается, что исследование загрязнения Арктики тяжелыми металлами становится все более актуальным из-за растущих рисков как локального, так и удаленного характера, связанных с расширением хозяйственной деятельности в регионе.

Исследование [Румянцев И. С.; с. 262–265] посвящено влиянию нефтегазодобычи на окружающую среду в Арктике на примере Кумжинского газоконденсатного месторождения. Во время разведочного бурения на месторождении происходили различные аварии. Очень известна авария, произошедшая в 1980 г. на скважине № 9, также хорошо запомнились и неудачные попытки ее устранения, включая ядерный взрыв. На ликвидацию аварии ушло 7 лет, ее последствия для окружающей среды были серьезными. Исследования, проведенные в 2000-х гг. в районе скважины, показали превышение предельно допустимых концентраций: в атмосфере — в 44 раза, углеводородов в поверхностных водах — в 180 раз, углеводородов в почве — в 540 раз. Был сделан вывод о том, что негативное воздействие на окружающую среду при бурении газовых и газоконденсатных скважин проявляется в основном в аварийных ситуациях на скважинах.

Работа [Сидорова Т. А., Гребенец В. И., Юров Ф. Д.; с. 266–269] оценивает влияние региональных климатических изменений и микроклиматических условий, формирующихся в городской среде, на температурное поле вечномерзлых пород в Арктическом регионе. Прогнозирование динамики снежного покрова в городах сталкивается с рядом сложностей, связанных с интенсивным антропогенным воздействием на перераспределение и уплотнение снежных масс на городских территориях.

Секция «Социально-экономическое развитие Российской Арктики в новых условиях: проблемы и пути решения»

В исследовании [Пляскина Н. И.; с. 291–295] предлагается динамическая имитационная модель для оценки эффективности инвестиционных проектов в области низкоуглеродной энергетики на основе метода дисконтирования денежных потоков. Углеродное регулирование предполагается

осуществлять через введение трансграничного углеродного налога. Апробация этого подхода проводится на примере нефтегазовой компании в альтернативной энергетике. Исследование анализирует переход нефтегазовых компаний к углеродной нейтральности.

Работа [Постникова У. С.; с. 296–297] рассматривает обеспечение социально-природно-техногенной безопасности регионов холодного климата как одну из приоритетных задач устойчивого развития АЗРФ. Промышленное освоение и техническое оснащение территорий Крайнего Севера приводит к противоречиям между развитием инфраструктуры, повышением занятости и жизненного уровня населения, улучшением социально-экономических показателей региона и его конкурентных преимуществ, с одной стороны, и опасностью для окружающей природной среды и человека, с другой. Работа направлена на анализ опасностей и рисков северных и арктических территорий в условиях многофакторного воздействия.

В статье [Хадько А. И.; с. 303–304] представлены основные подходы к управлению территориями, их преимущества и недостатки: функциональный, системный, процессный, проектный и ситуационный.

Заключение

Отметим некоторые основные направления исследований по безопасности, отраженные на конференции (рис. 1).

1. Изучение опасных геологических процессов и явлений, инженерно-геологических условий, опасных природных процессов (тектонические узлы, кимберлитовые трубки, закарстованные территории, шельфово-береговые зоны, многолетнемерзлые породы, наледи).

2. Опасности и риски, связанные с добычей нефти и газа (нефтегазогеологическое районирование, аварии и чрезвычайные ситуации в условиях АЗРФ, роль ДЗЗ).

3. Проблемы жизнеобеспечения (транспортно-логистические системы, города, жилые дома, сооружения, мониторинг состояния, устойчивость, водообеспечение).

4. Техногенно-природные риски (горнодобывающие производства, арктические полярные станции, заповедные и охраняемые территории, трубопроводы и кабели связи, радиационное воздействие, состояние воды, воздуха, почвы).

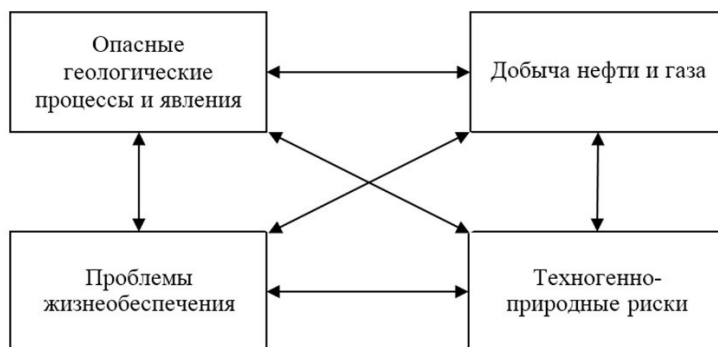


Рис. 1. Опасные объекты и процессы АЗРФ

В целом можно констатировать взаимосвязь направлений (они имеют отношение одновременно к различным сферам: техногенной, природной, социальной), разнообразие объектов исследований, а также методов и способов анализа. В каждом из блоков (рис. 1) можно выделить свои составляющие, отражающие более узкие, частные виды опасностей.

Список источников

1. III Юдахинские чтения: сб. науч. мат-лов, Архангельск, 25–28 июня 2024 г. Архангельск: КИРА, 2024. 468 с. ISBN 978-5-98450-859-9.

References

1. III Yudakhinskiye chteniya: sbornik nauchnykh materialov, Arhangel'sk, 25–28 iyunja 2024 goda. . [III Yudakhinsky readings: collection of scientific materials] — Arhangel'sk: KIRA, 2024. — 468 s. — ISBN 978-5-98450-859-9. 2.

Информация об авторах

С. Ю. Яковлев — кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

А. С. Шемякин — младший научный сотрудник.

Information about the authors

S. Yu. Yakovlev — Candidate of Science (Tech.), Senior Researcher;

A. S. Shemyakin — Junior Researcher.

Статья поступила в редакцию 23.10.24; одобрена после рецензирования 29.10.24; принята к публикации 08.11.

The article was submitted 23.10.24; approved after reviewing 29.10.24; accepted for publication 08.11.24.