



МЧС России

БЕЗОПАСНАЯ АРКТИКА 2023



2021-2023

ОТВЕТСТВЕННОЕ
УПРАВЛЕНИЕ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ
АРКТИКИ

АРКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ
ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВО РОССИИ



МАТЕРИАЛЫ

научно-практической конференции
«Предупреждение и ликвидация
чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне
Российской Федерации»

г. Мурманск, 4-7 апреля 2023 г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы
научно-практической конференции

4–7 апреля 2023 года

МУРМАНСК
2023

УДК 614.8(082)(985)
ББК 68.9я43
П71

Рекомендовано к публикации решением Научно-технического совета ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»

Редколлегия: **Е. А. Румянцева**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Международного информационно-аналитического центра междисциплинарных исследований ФГБОУ ВО «МАГУ» (отв. ред.);
И. М. Лазарева, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Анализ данных и искусственный интеллект в арктических исследованиях» ФГБОУ ВО «МАГУ»;
Е. А. Усова, помощник проректора по научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «МАГУ»

Рецензенты: **М. Б. Шилин**, доктор географических наук, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;
Г. Г. Гогоберидзе, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник Международного информационно-аналитического центра междисциплинарных исследований ФГБОУ ВО «МАГУ»

Коллектив авторов

П71 **Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации** : материалы научно-практической конференции, 4–7 апреля 2023 года / [ответственный редактор Е. А. Румянцева]. – Мурманск : МАГУ, 2023. – 372 с.

В сборнике представлены материалы научно-практической конференции, посвященной научным и практическим вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций различного происхождения в Арктической зоне Российской Федерации. В материалах рассматриваются тематики мониторинга, моделирования, оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций в условиях Крайнего Севера, предотвращения и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций, космической индустрии для развития российской Арктики, развития энергетики, здоровьесбережения в Арктике, обеспечения жизнестойкости городов и предприятий Арктической зоны Российской Федерации, вопросы комплексной безопасности морской деятельности человеческого капитала и культурно-исторических ценностей для устойчивого развития социума арктических территорий.

Публикуется в авторской редакции.

ISBN 978-5-4222-0495-3

© Коллектив авторов, 2023
© ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Абанин С.С. Вопросы северного завоза и морского транспорта в Арктической зоне России как элемент предотвращения чрезвычайных ситуаций.....	11
Амбросимов А.К., Витинг К.Б., Демешко Д.М., Швед В.А. Изменчивость гидрологической структуры и переноса вод в южной части Карского моря.....	14
Амбросимов А.К., Демешко Д.М., Гордей А.А., Витинг К.Б. Меридиональный разрез течений в Гренландском море (23.08–04.09.2022).....	17
Амбросимов А.К. Динамика выхода метана в атмосферу из морских недр.....	20
Антонова М.Ю., Хворостова А.К. Эковолонтерская деятельность как способ воспитания социально-приспособленного индивида.....	23
Артёменко С.С., Лазарева И.М., Ляш О.И. Использование алгоритмов моделирования для компьютерной визуализации распространения лесных пожаров на территории Мурманской области.....	26
Банщикова Л.С., Сумачев А.Э., Бирюкова В.А., Канашин С.А. Опасные гидрологические явления на реках Кольского полуострова.....	29
Батмазова А.А., Гайдукова Е.В., Ковалева М.В., Решин Н.А. Методика оценки водного режима рек Арктики с учетом возможного таяния многолетней мерзлоты.....	32
Бац Е.А., Киреева Т.В. Чрезвычайные ситуации, вызванные опасными климатическими экстремумами в условиях Крайнего Севера.....	35
Белаховский В.Б., Балабин Ю.В., Сахаров Я.А., Маурчев Е.А., Орлов К.Г., Селиванов В.Н. Высокоширотные проявления космической погоды.....	37
Белишева Н.К., Мегорский В.В. Управление рисками социально-значимых заболеваний и нештатных ситуаций посредством прогноза вариаций геофизических агентов.....	40
Бирюкова В.А., Банщикова Л.С. Факторы образования подпорных уровней на реках Кольского полуострова.....	43
Блиновская Я.Ю., Маценко С.В. Эффективность мероприятий по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в арктических морях: экологический аспект.....	47
Богатова Д.М., Кислов А.В., Железнова И.В. Оценка рисков развития солифлюкции при изменении климата.....	50
Богатова Д.М., Огородов С.А. Опасные криогенные процессы на берегах Карского моря.....	53
Борисова Л.Ф., Коробко А.Н. Способ аварийного энергоснабжения в чрезвычайной ситуации в Арктической зоне.....	56

Брушков А.В., Гордиенко А.Н. Мониторинг вечной мерзлоты для предупреждения чрезвычайных ситуаций в Арктике.....	59
Бхагват Дж.В. Необходимость внедрения культуры безопасности в государственную транспортную политику.....	62
Варюхина И.М. Анализ переработки твёрдых отходов IV класса опасности.....	65
Васильева Ж.В. Научно-исследовательские проекты кафедры техносферной безопасности МГТУ для обеспечения жизнестойкости городов и предприятий в Арктике.....	68
Васильева Ж.В., Васеха М.В. Исследование процессов снижения уровня загрязнения нефтепродуктами природных сред Арктического региона с помощью сорбционных материалов.....	70
Ващенко П.С. Карты ESI в планах ЛРН: подготовка и использование.....	72
Викулина М.А., Железнова И.В., Аляутдинов А.Р. Изменение лавинной активности в связи с изменением климата на территории ЯНАО к середине XXI века.....	75
Волощук Г.В., Антонова М.Ю. Экологическое использование биомассы в климатических условиях Арктической зоны.....	78
Вязилов Е.Д. Перспективы развития гидрометеорологического обеспечения в случае опасных явлений.....	81
Гаврилов А.В., Малахова В.В., Пижанкова Е.И. Инженерно-геокриологическая карта – инструмент оценки возможных рисков при проведении геолого-разведочных работ на нефтегазоносных структурах арктического шельфа России.....	84
Гаврилов Т.А. Мониторинг рисков биоразрушения памятников деревянной архитектуры в условиях Крайнего Севера.....	87
Гайнанова Р.И., Меньшакова М.Ю. Мониторинг объектов накопленного экологического ущерба на территории Мурманской области.....	90
Гогоберидзе Г.Г., Лазарева И.М., Румянцева Е.А., Ляш О.И. Концепция геоинформационного портала мониторинга и прогноза рисков природопользования в Арктической зоне Российской Федерации.....	93
Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А. Модель рисков арктического природопользования в береговой зоне Арктической зоны Российской Федерации на основе взаимосвязей природных, геоморфологических и техногенных факторов риска.....	96

Григорьев А.Г., Буданов Л.М., Жамойда В.А., Рябчук Д.В., Чекулаев А.В., Дронь О.В.	
Мониторинг проявлений опасных экзогенных геологических процессов в пределах прибрежной зоны Баренцева моря.....	99
Гулиев Р.З.	
Совершенствование системы оперативного контроля ледовой обстановки в Арктическом регионе с использованием методов искусственного интеллекта.....	102
Деркачева А.А., Анискина Т.А.	
Экспресс-районирование территории по потенциалу возникновения опасных природных явлений: доступно, понятно, экстраполируемо.....	105
Дрегваль М.С., Сакович В.М.	
Обеспечение гидрометеорологической информацией теоретических и практических изысканий на речных водосборах Арктики.....	109
Еролов А.А.	
Мониторинг динамики арктических берегов как основа промышленной и экологической безопасности региона.....	112
Еролов А.А., Кизяков А.И.	
Экологическая безопасность берегов арктических морей России при разливах нефти: оценка чувствительности и картографирование.....	115
Желнина З.Ю.	
Стратегия личной мобильности в системе исследований качества жизни арктического города (на примере Мурманска).....	118
Зимин А.В., Свергун Е.И., Чумакова А.В.	
Зонирование морей российской Арктики по степени эрозионной опасности, связанной с динамическим воздействием внутренних волн.....	121
Зраев Р.А., Краморенко А.В., Шевченко Э.В.	
Исследование зависимости эффективности глубоководных водолазных спусков от применяемых технических средств и технологии их проведения.....	123
Ильин Г.В., Усягина И.С., Касаткина Н.Е.	
Современный уровень радионуклидного загрязнения среды морской Арктики.....	126
Калинин Р.К., Гаврилова О.И., Ивашнев М.В.	
Оценка состояния антропогенно нарушенных лесных территорий в условиях Республики Карелия.....	129
Калинка О.П., Шавыкин А.А.	
Оценка уязвимости прибрежно-морских зон от нефти с учетом социально-экономических ресурсов.....	132
Калинкин А.М., Калинкина Е.В., Иванова А.Г., Кругляк Е.А.	
Геополимерные материалы на основе техногенного сырья.....	135
Карелина Э.А., Кохичко А.Н.	
Формирование ценностного отношения к русскому языку у младших школьников средствами дидактического материала краеведческого содержания (на примере Мурманской области).....	138
Карнатов А.Н., Шавыкин А.А.	
Подход к построению карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти.....	141

Карцева А.И., Артемьев Г.Б., Епифанов А.О., Каткова М.Н., Уваров А.Д., Тарасенко А.О., Полухина А.М., Ромашин Д.В., Зубачева А.А., Кузьмин В.С. Мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей среды в Арктической зоне в районе затонувших и затопленных АПЛ.....	144
Киреева Т.В., Бац Е.А. Предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с неблагоприятными метеорологическими явлениями в Арктической зоне Российской Федерации.....	147
Киселев М.Г., Дымникова Н.С., Ерохина Е.В. Текстильные материалы и изделия с пролонгированной антимикробной и вирулицидной отделкой на основе наночастиц серебра.....	150
Колбин В.А., Кулюшина А.В. Комплексная метеорологическая система в морском порту для обеспечения безопасности работы морского движения.....	153
Колгушкина И.В. О возможностях планируемой к запуску космической системы «Кондор-ФКА» в части мониторинга Арктической зоны Российской Федерации.....	156
Комиссарова Ю.С., Рашева Н.Ю. Молодежная политика как часть социально-экономической политики Мурманской области и отдельные проблемы ее реализации.....	159
Коржева К.Н. Арктика в кино и виртуальных музеях.....	162
Коротаев Б.А. Инвариантность, прогноз и техносферная безопасность как единое целое.....	165
Кузнецова О.Б. Цифровизация медицинского обеспечения при плавании в условиях Крайнего Севера.....	168
Кузнецова О.Б. Возможности геоинформационных систем для обеспечения безопасности мореплавания в Арктике.....	171
Кузнецова С.Ю. Безопасность и транспортная доступность местных сообществ в условиях изменения климата.....	174
Кузнецова С.Ю., Губайдуллин М.Г. Оценка экологических рисков при транспортировке углеводородов в Баренцевом море.....	177
Кузнецов Н.М. Развитие энергетики регионов Арктической зоны Российской Федерации.....	180
Кулюшина А.В., Никитина Л.А. Прогноз погоды для беспилотников и вертодромов в условиях ограниченной метеоинформации в Арктической зоне.....	183
Леднова Ю.А., Шилин М.Б., Румянцева Е.А., Меньшакова М.Ю., Абрашкина А.В. Использование орнитофауны как индикатора состояния природно-экологической устойчивости арктического территориального объекта....	186

Леонова А.Н., Леонова Е.М. Особенности монтажа и эксплуатации технических средств оповещения в районах Крайнего Севера.....	189
Леонова Е.М., Леонова А.Н. Итоги создания и перспективы развития системы оповещения населения Мурманской области.....	192
Лобатюк Ю.Д. Путеводитель как самостоятельный туристский продукт.....	195
Локтионов Е.Ю., Шараборова Е.С., Клоков А.В., Тутунин А.С. Активные системы термостабилизации многолетнемерзлых грунтов с использованием возобновляемых источников энергии.....	199
Локтионов Е.Ю., Клоков А.В., Тутунин А.С., Шараборова Е.С. Подходы к проектированию автономных гибридных энергоустановок с возобновляемыми источниками энергии для обеспечения максимального экономического эффекта.....	203
Лямин В.В., Ляш О.И., Лазарева И.М. Разработка модульной геоинформационной системы для отображения результатов моделирования чрезвычайных ситуаций.....	206
Малавенда С.В., Шавыкин А.А. Метод оценки уязвимости морских донных фитоценозов от разливов нефти.....	209
Мальков Д.М., Казаков Д.В., Карпов А.И. Развитие модели распространения лесного пожара в условиях таксации Северо-Запада РФ.....	212
Манакова Н.К., Суворова О.В., Бастрыгина С.В. Теплоизоляционные, огне- и жаростойкие материалы из минерального и техногенного сырья Мурманской области.....	214
Маценко С.В., Блиновская Я.Ю. Организационно-административные и технические показатели эффективности при планировании мероприятий по ликвидации разливов нефти на арктическом шельфе.....	218
Милкин В.И., Березенко С.Д., Миличенко А.Н., Шульженко А.Е. Фрагмент гарантированной дальней мобильной радиосвязи в Арктической зоне....	221
Минлигареев В.Т., Калишин А.С. Мониторинг геофизической обстановки в Арктической зоне Российской Федерации.....	224
Мирошников А.Ю., Радун Л.С. Покровный ледник архипелага Новая Земля – новый источник радиоактивного загрязнения в Арктике.....	227
Мочалова С.М., Агапов И.В., Вожова И.Р., Королев В.В., Шатров Я.Т. Анализ требований законодательных и нормативных актов по обеспечению экологической безопасности при выборе трасс пусков и районов падения отделяющихся частей ракет-носителей.....	230
Мухин И.А., Петухова М.Д., Осинцева Т.Н. Развитие мшанок как источник биологических помех системам водоснабжения атомных электростанций в условиях нагрева воды.....	232

Мязин В.А. Загрязнение городской среды Арктики: содержание углеводов в почве и донных отложениях озер г. Мурманска.....	235
Назаров Д.В. Комплексный подход при подборе отделочных материалов для объектов приморского гражданского строительства, портов и марин.....	238
Никифорова Е.С., Васеха М.В., Гребенец А.А. Анализ влияния геополитических событий на транспортную безопасность Северного морского пути.....	239
Огородов С.А., Богатова Д.М., Бадина С.В., Шабанова Н.Н. Оценка абразионной и ледово-экзарационной опасности в прибрежно-шельфовой зоне арктических морей России.....	242
Павлова Е.А., Воропаев В.А., Захваткин М.В., Стрельцов А.И. Обеспечение безопасности полетов высокоорбитальных космических аппаратов, предназначенных для мониторинга Арктической зоны Российской Федерации.....	245
Петрученко А.И. Методы предотвращения заторных явлений на реках Крайнего Севера.....	247
Пижанкова Е.И., Гаврилов А.В., Кучейко А.А., Балдина Е.А., Ширшова В.Ю. Аэрокосмические методы в исследовании экзогенных геологических процессов на берегах, мелководьях и малых островах арктического шельфа России.....	250
Позин А.А., Щукин Ю.А. Применение космических технологий для решения задач МЧС.....	253
Поляков А.В., Поляков М.В., Ильин Е.А., Усов В.М. Предложения по организации медицинского обеспечения поисково-спасательных работ при аварийной посадке экипажей Российской орбитальной станции (РОС) в условиях Крайнего Севера.....	256
Порцель А.К. Экологические проблемы Шпицбергена и экономическая деятельность.....	259
Починок И.О., Лазарева И.М., Ляш О.И. Мониторинг возникновения точек возгорания лесных пожаров на территории Мурманской области на основе использования свёрточных нейронных сетей.....	261
Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Получение и свойства волокнистых материалов на основе полипропилена, устойчивых к воздействию низких температур.....	264
Рожко О.И. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне при пусках ракет космического назначения на приполярные и солнечно-синхронные орбиты.....	266
Росновская Н.А., Крышев А.И., Крышев И.И. Показатели радиационно-экологического риска для Баренцева и Карского морей.....	269
Румянцева Е.А., Гогоберидзе Г.Г. Оценка рисков арктического природопользования для береговой зоны Мурманской области.....	272

Савельев М.И. Применение космических технологий по мониторингу чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации.....	275
Садовский А.М., Струминский А.Б. Взаимосвязь солнечных вспышек и корональных выбросов массы (КВМ) и их влияние на землю.....	278
Санин А.Ю. К вопросу о роли туризма – важного фактора устойчивого развития российской Арктики.....	280
Сахаров Я.А., Золотой С.А., Мёрзлый А.М., Селиванов В.Н. Прогноз геоиндуктированных токов и оценка воздействия на энергосистему в Арктическом регионе с использованием космических технологий.....	283
Селиванов В.Н., Сахаров Я.А. Мониторинг внешних электромагнитных воздействий в Арктической зоне России..	287
Сергеев Е.Б. Моделирование наводнений, вызванных дождевыми паводками.....	290
Сидняев Н.И., Федотов А.А., Храпов П.В. Моделирование динамики температурного режима грунта в криолитозоне при изменении климата.....	293
Скотаренко О.В. Энергетические ресурсы регионов Арктической зоны: состояние и перспективы развития.....	296
Степанов Н.А., Дешевой Ю.В. Аварийные радиомаяки (радиобуи) Госкорпорации «Роскосмос» – ваша безопасность на воде, на земле и в воздухе (Международная система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ).....	299
Степаньян О.В. Концептуальная схема реакции сообществ морских макрофитов к воздействию нефтяного загрязнения.....	302
Текфи Т.А. Криптовалюта как культурный и экономический феномен.....	305
Тоичкин Н.А. Архитектура информационной системы диагностики состояний и управления безопасностью.....	308
Тулина А.В., Хорошилов К.В. Анализ рисков перекрытия движения на автодороге «Кола – Серебрянские ГЭС», связанных с возникновением природных явлений.....	311
Фасолько Д.В., Акентьева Е.М. Климат и энергетика в Арктической зоне России.....	314
Фофанова А.Ю. Взаимодействие коренных малочисленных народов Севера и крупного бизнеса.....	317
Хромова Д.М., Лазарева И.М., Парфенов С.А., Ляш О.И. Использование алгоритмов моделирования для компьютерной визуализации последствий схода снежной лавины.....	320

Цейтлина А.Л., Краснопольский В.Г. Подготовка добровольцев – участников ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.....	323
Цыбиков Н.А., Фалеев М.И., Зверьков В.А., Сидорович Т.И. Стратегические подходы к оптимизации деятельности системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в российской Арктике.....	326
Цыганова М.В., Лемешко Е.М. Мониторинг экологического состояния прибрежных зон Арктики на основе спутниковой информации.....	331
Чапоргина А.А., Мязин В.А. Угледородородокисляющий потенциал сообществ микроорганизмов прибрежной зоны Кольского залива и их использование для очистки нефтезагрязненных участков.....	334
Шавыкин А.А., Карнатов А.Н. Готова ли Россия к ликвидации разливов нефти в арктических морях?.....	337
Шавыкин А.А. Нормативное обеспечение ликвидации разливов нефти в море. Обсуждение дополнений.....	340
Шахин Д.А., Землянова О.И. Учёт в планах ЛРН вопросов защиты и спасения объектов биоты, а также зонирования акваторий по степени уязвимости биоты к разливам нефти и нефтепродуктов.....	343
Шелегов Г.С., Лазарева И.М., Ляш О.И. Мониторинг ледовой обстановки на реках Мурманской области на основе анализа характеристик спутниковых радиолокационных данных.....	346
Юровская М.В., Кудрявцев В.Н. Вероятность появления высоких волн в Арктике по многолетним альтиметрическим измерениям.....	349
Юровский Ю.Ю., Кудрявцев В.Н. Радиолокационный мониторинг морской поверхности: основные возможности и ограничения при сильном ветре.....	352
Яковлев С.Ю., Шемякин А.С., Олейник А.Г. Методические основы информационной технологии категорирования значимости и оценки безопасности объектов инфраструктуры арктических регионов.....	355

УДК 332.1:656.614.3(985)
ББК 65.374-81

С.С. Абанин
ФАНУ «Восточный центр
государственного планирования»
г. Хабаровск, Россия

ВОПРОСЫ СЕВЕРНОГО ЗАВОЗА И МОРСКОГО ТРАНСПОРТА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

***Ключевые слова:** экономика, управление народным хозяйством, предупреждение чрезвычайных ситуаций, жизнеобеспечение, планы ЖОН, цифровизация логистики, цифровая экономика, судостроение, судоремонт, транспорт.*

S.S. Abanin
Eastern State Planning Center
Khabarovsk, Russia

ISSUES OF NORTHERN IMPORT AND SEA TRANSPORT IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA AS AN ELEMENT OF EMERGENCY PREVENTION

***Key words:** economy, national economy management, emergency prevention, life support, JON plans, digitalization of logistics, digital economy, shipbuilding, ship repair, transport.*

Более 50% площади Российской Федерации занимают северные территории, которые включают в себя 25 регионов России, отнесенных к районам Крайнего Севера и местности с ограниченными возможностями снабжения (далее – районы Крайнего Севера). Бесперебойное его осуществление является ответственностью государства.

В период Советского Союза государственный сектор играл важную роль в организации и обеспечении централизованных поставок топливно-энергетических ресурсов и продовольственных товаров в труднодоступные районы Крайнего Севера. Однако после реформирования системы «северного завоза» государство ограничило свои обязательства по снабжению территорий, оставив на федеральном уровне функции по распределению дотаций для выравнивания бюджетной обеспеченности регионов и разработке программ социально-экономического развития районов Крайнего Севера. Однако отсутствие единой системы правового регулирования организации северного завоза привело к диспропорциям в объемах и инструментах государственной поддержки различных районов Крайнего Севера.

Существующая межведомственная разобщенность не позволяет сформировать единый алгоритм для организации поставок продукции в труднодоступные районы и часто приводит к снижению обеспеченности жизненно важными товарами и сбоям в организации их доставок.

Среди необходимых товаров, подлежащих поставке в районы Крайнего Севера, выделяются топливные ресурсы, строительные материалы, техника, оборудование, транспорт, продовольственные и медицинские товары. Этот широкий перечень продукции требует различных подходов и механизмов реализации процедуры северного завоза.

Примеры чрезвычайных ситуаций, которые происходили по причинам срыва северного завоза срыв северного завоза в отдаленные районы Республики Саха (Якутия) привел к чрезвычайной ситуации в навигацию 2013 г.

В зимний сезон 2004–2005 гг., ещё более тяжёлая ситуаций отмечалась в Корякском Автономном округе (в настоящее время часть Камчатского края). Нехватка топлива на электростанциях стала причиной введения в нескольких населенных пунктах Корякского автономного округа режима чрезвычайной ситуации. Электричество подавалось населению в среднем на 8 часов в сутки при 20–30-градусных морозах.

В 2021 г. из-за транспортной перегруженности портов Дальнего Востока под угрозой оказался завоз товаров народного потребления в Камчатский край, Магаданскую, Сахалинскую области и Чукотский автономный округ.

Всего в 2021 г. совокупный объем социального и промышленного завоза по СМП составил порядка 3,7 млн тонн. При этом была ярко выражена сезонность. Всего было совершено 577 рейсов с поставками от 100 тонн. Средняя поставка при этом составила порядка 6 тысяч тонн груза.

Общее распределение северного завоза по видам транспорта показывает ключевую его долю для 9 регионов Арктической зоны.

Вместе с тем во многих регионах водный транспорт является не единственным, имеющиеся материалы позволяет сделать следующие выводы по видам транспорта, используемым при доставке грузов в районы Крайнего Севера:

- 1) автомобильный транспорт – 24 субъекта;
- 2) внутренний речной транспорт – 13 субъектов;
- 3) морской транспорт – 9 субъектов;
- 4) железнодорожный транспорт – 9 субъектов;
- 5) авиационный транспорт – 6 субъектов.

Исходя из рассмотренных материалов делаются следующие выводы:

1. Чрезвычайные ситуации, обусловленные срывом северного завоза как по причинам некачественного управления, так и по экстремальным природно-климатическим условиям, отличающимися от среднемноголетних и привычных – вполне вероятны, и данный фактор необходимо учитывать при развитии Арктической зоны Российской Федерации.

2. Морской транспорт, судостроение и судоремонт играют одну из ключевых позиций в части обеспечения качества северного завоза, планирование строительства новых кораблей и ввод их в строй – одна из важнейших задач государственного регулирования.

3. Научные исследования в области моделирования, разработки стратегий по материальному обеспечению северных регионов, а также по судостроению и судоремонту нуждаются в изучении и развитии в том числе с привлечением межведомственных совещательных органов.

УДК 551.465(268.52)

ББК 26.221

А.К. Амбросимов¹, К.Б. Витинг², Д.М. Демешко², В.А. Швед³

¹ *ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова
Российской академии наук»;*

² *ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт»;*

³ *ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова»*

г. Москва, Россия

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ПЕРЕНОСА ВОД В ЮЖНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

Ключевые слова: *Карское море, зональные разрезы, распределение температуры и солености, характеристики переноса.*

A.K. Ambrosimov¹, K.B. Viting², D.M. Demeshko², V.A. Shved³

¹ *P.P. Shirshov Institute of Oceanology
of the Russian Academy of Sciences;*

² *Moscow Institute of Physics and Technology;*

³ *M.V. Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia*

VARIABILITY OF HYDROLOGICAL STRUCTURE AND WATER TRANSFER IN THE SOUTHERN PART OF THE KARA SEA

Key words: *Kara Sea, zonal sections, temperature and salinity distribution, transport characteristics.*

Анализ CTD-параметров вод и течений на двух зональных разрезах в южной части Карского моря, проведенных в 89-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» показал, что часть Баренцево морских потоков, помимо проникновения в Байдарацкую губу, поступает в Карское море и движется к п-ову Ямал, где вливается в Ямальское течение и движется на север. Распределение температуры и солености в восточных частях обоих зональных разрезов в южной части моря (рис. 1а) показало, что наблюдается тенденция к увеличению первой и уменьшению второй (рис. 1б), в связи с поступлением в эту часть моря более теплого и распресненного потока Обь-Енисейских вод.

Распределение температуры по субзональным разрезам показало уменьшение температуры в западном направлении на величину около 2°C, а рост солености до 32–34‰. Толщина верхнего перемешанного слоя в восточной части южного разреза составила 20 м (ст. 7439–7448), при приближении в Новой Земле (ст. 7449–7451) его толщина уменьшилась до 10–12 м. На южном разрезе (рис. 2) толщина верхнего перемешанного слоя варьировала в пределах 16–40 м. На восточных станциях 7459 и 7461 наблюдалось

мощное воздействие стока Обь-Енисейского течения на структуру водных масс южной части Карского моря, так на восточной станции северного разреза (ст. 7459) соленность верхнего слоя опустилась до 28‰, а на западе разреза соленность составила 32‰ (рис. 1б, в).

Оценки скорости переноса взвешенного материала по трассам «южного» и «северного» разрезов, осредненные по слою 40–100 м, показали, что скорости переноса были незначительными и разнонаправленными и только в центральной части моря (рис. 3а) были зарегистрированы два узких потока противоположных направлений со скоростями 10–20 см/с. В Восточно-Новоземельской впадине наблюдался поток с относительно постоянной скоростью около 15 см/с северного направления. В 2019–2021 гг. здесь регистрировались два встречных течения – в верхнем 20-м слое южного направления, а ниже – северного.

На рисунке 3б представлена диаграмма движения водных масс по данным наблюдения в течение 86-часового периода на буйковой станции, которая отражает высокую перемежаемость водных масс в толще моря. Высокая изменчивость очевидно вызвана взаимодействием вод различного происхождения. При этом, если общий перенос вод относительно точки наблюдения составил 21,6 км, то географический всего 2,7 км в северо-восточном направлении.

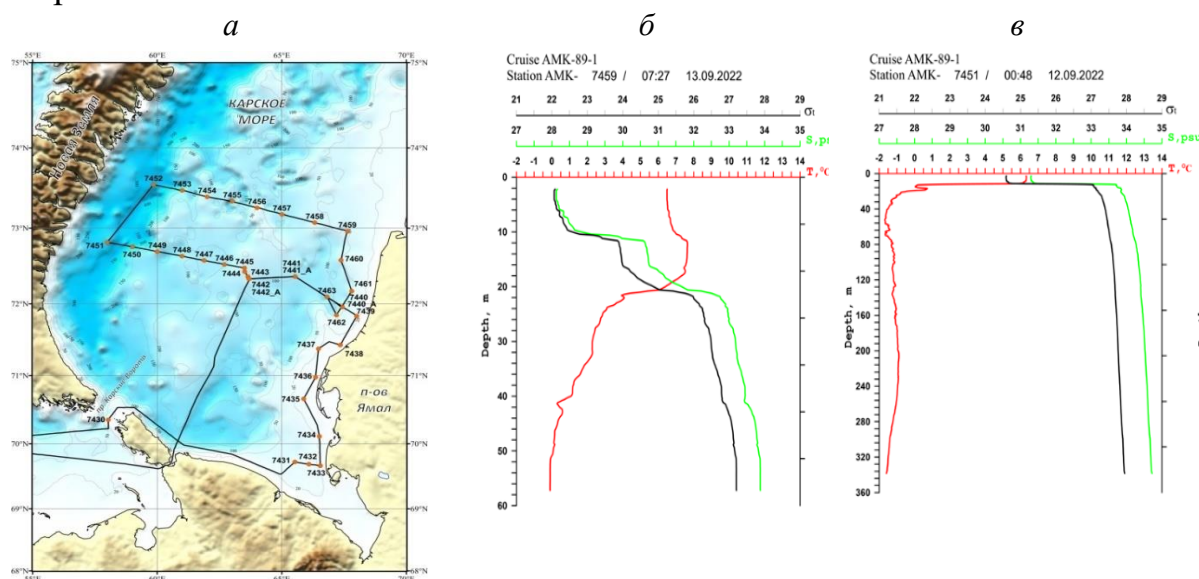


Рис. 1. Карское море: а) Карта-схема маршрута экспедиции I-ой части 89-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш»; б) вертикальное распределение CTD-параметров водной толщи в восточной части «северного» разреза; в) вертикальное распределение CTD-параметров водной толщи в западной части разреза

Fig. 1. Kara Sea: a) Map-scheme of the route of the expedition of the 1st part of the 89th voyage of the R/V AkademikMstislavKeldysh; б) vertical distribution of CTD-parameters of the water column in the eastern part of the “northern” section; в) vertical distribution of CTD-parameters of the water column in the western part of the section

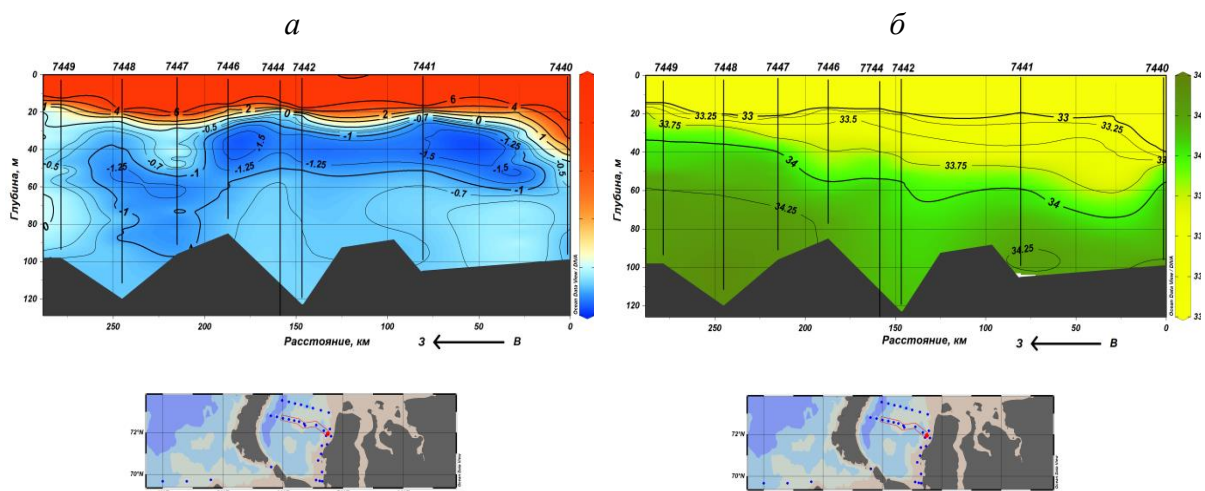


Рис. 2. Распределение температуры а) и солёности; б) по «южному» зональному разрезу в Карском море (10–11.09.2022)

Fig. 2. Distribution of temperature a) and salinity; b) along the “southern” zonal section in the Kara Sea (10–11.09.2022)

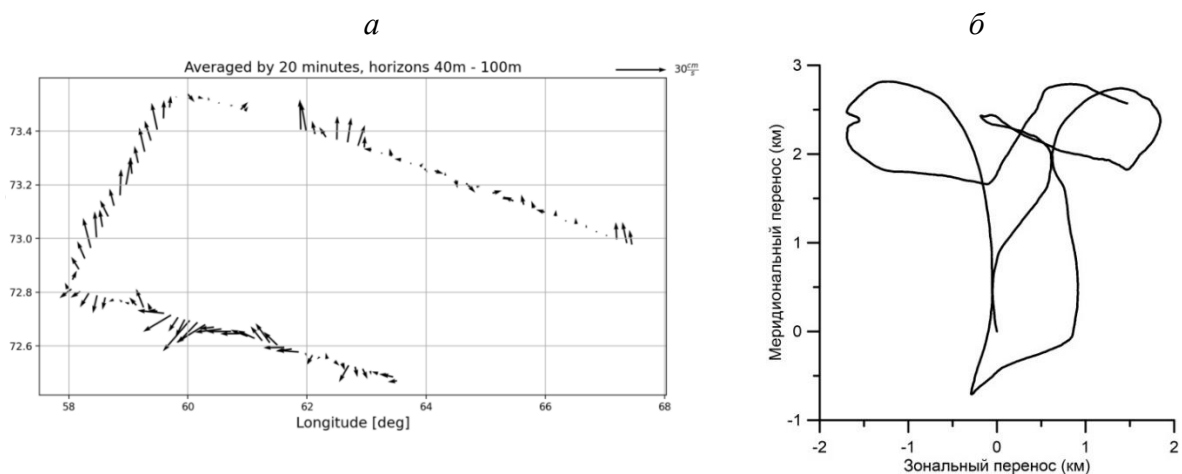


Рис. 3. Перенос водных масс: а) по разрезам; б) траектория переноса водной массы в юго-восточной части Карского моря (стрелки показывают географическое направление течений)

Fig. 3. Transfer of water masses: a) along sections; b) trajectory of water mass transfer in the southeastern part of the Kara Sea (arrows show the geographic direction of the currents)

УДК 551.465.5(268.4)

ББК 26.221.377.3

А.К. Амбросимов¹, Д.М. Демешко², А.А. Гордей¹, К.Б. Витинг²

¹ ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова
Российской академии наук»;

² ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт»
г. Москва, Россия

МЕРИДИОНАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ТЕЧЕНИЙ В ГРЕНЛАНДСКОМ МОРЕ (23.08–04.09.2022)

Ключевые слова: Норвежское и Гренландское моря, течения, изменчивость.

A.K. Ambrosimov¹, D.M. Demeshko², A.A. Gordey¹, K.B. Viting²

¹ P.P. Shirshov Institute of Oceanology
of the Russian Academy of Sciences;

² Moscow Institute of Physics and Technology
Moscow, Russia

MERIDIONAL SECTION OF THE CURRENTS IN THE GREENLAND SEA (23.08–04.09.2022)

Key words: Norwegian and Greenland Seas, section of currents, variability.

Гренландское море играет особую роль в распределении водных потоков – теплых поступающих из Атлантического океана в Арктический бассейн и холодных обратно – из Арктики в Атлантический океан.

Мощное и тёплое Северо-Атлантическое течение является северо-восточным продолжением Гольфстрима, которое западнее Ирландии делится на две части: одна ветвь (Канарское течение) идет на юг, а другая на север вдоль побережья северо-западной Европы. Это течение оказывает значительное влияние на климат в Арктике и в Европе. Северо-западнее о. Исландия от Северо-Атлантического течения отделяется теплая ветвь, называемая Западно-Шпицбергенским течением, которая входит с юга в Гренландское море и движется на север вдоль побережья Шпицбергена. Большая часть приносимых этим течением вод входит в Арктический бассейн, где продолжает существовать в виде глубинного течения теплых атлантических вод, подстилающего менее плотные полярные воды. Остальные воды Западно-Шпицбергенского течения на широте Айсфиорда поворачивают на запад и юго-запад, где сливаются с полярными водами и образуют обширный циклонический круговорот, занимающий всю центральную область Гренландского моря. К югу от него прослеживается сравнительно небольшой циклонический круговорот, скорость которого изменяется от 10–25 см/с в северо-

западной части Гренландского моря до 2–5 см/с в южной. Целью данного исследования является оценка пределов изменчивости скорости и направления течений по трассе меридионального разреза по 3° в.д. и в том числе над хребтом Книповича в Гренландском море.

В 88-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Норвежском и Гренландском морях по трансмеридиональному разрезу была выполнена акустическая съемка течений с помощью судового SADCР. Записи в слое 0–600 м характеризовались высокой изменчивостью и пересечением струйных течений (рис. 1). К примеру, расстояние между центрами потоков составляло около 38 миль, ширина «южного» потока – около 27 миль и «северного» – 30 миль, по глубине потоки захватывали слои до 400 и 600 м соответственно. Скорости в центрах потоков достигали 30–50 см/с.

Изменчивость и динамика скорости и направления течения водных масс над хребтом Мона показана на рисунке 2 и на границе между Гренландским и Норвежским морем на рисунке 3.

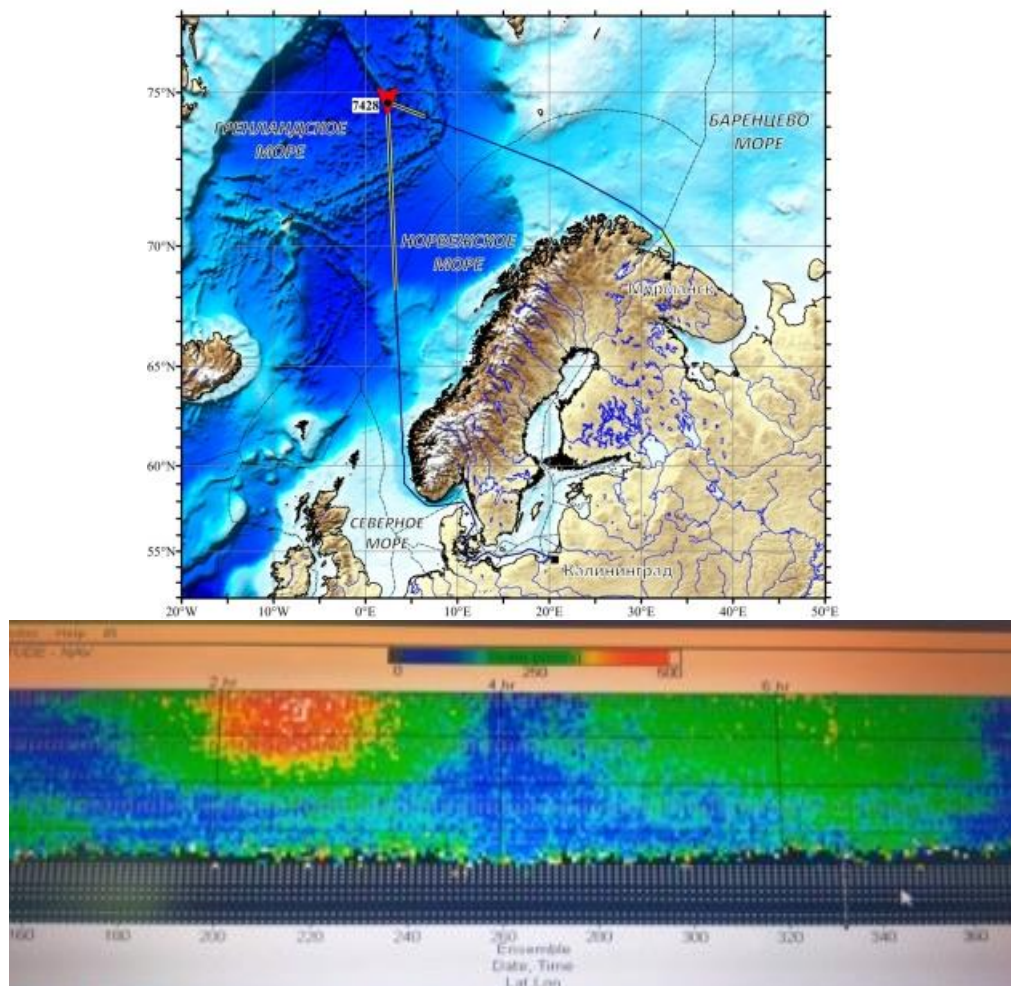


Рис. 1. Схема маршрута экспедиции и акустическое изображение пересечений потоков в Гренландском море

Fig. 1. Scheme of the route of the expedition and an acoustic image of the intersection of two streams in the Greenland

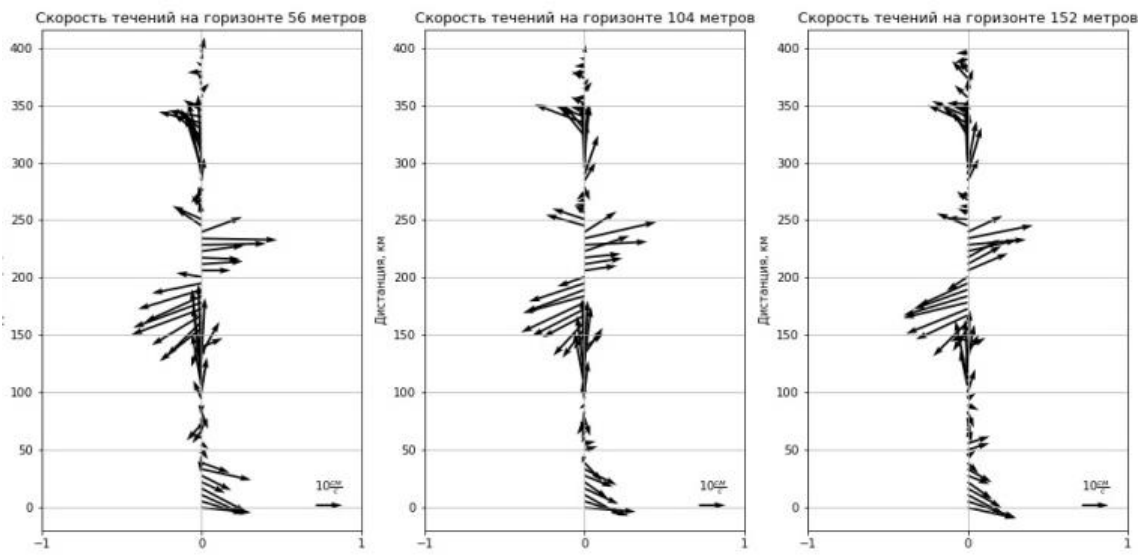


Рис. 2. Распределение скоростей и направлений течения над хребтом Мона
Fig. 2. Distribution of flow velocities and directions over the Mona Ridge

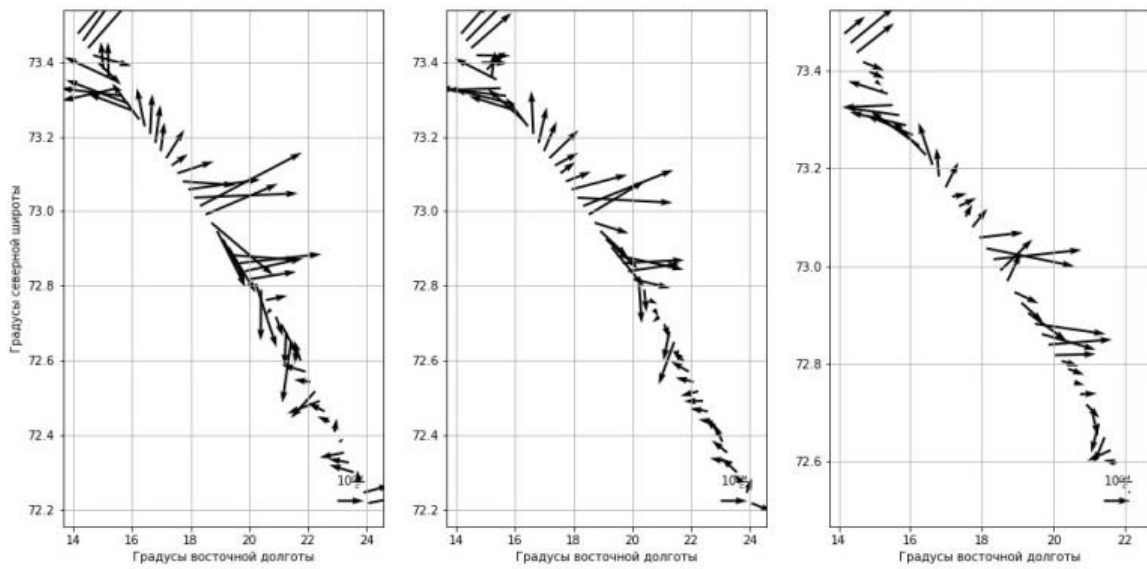


Рис. 3. Динамика водных масс по разрезу на границе Гренландского и Норвежского морей
Fig. 3. Dynamics of water masses at the border of the Greenland and Norwegian sea

УДК 551.465(268.5)
ББК 26.221.4

А.К. Амбросимов
ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова
Российской академии наук»
г. Москва, Россия

ДИНАМИКА ВЫХОДА МЕТАНА В АТМОСФЕРУ ИЗ МОРСКИХ НЕДР

Ключевые слова: Арктика, климатические изменения, сипы, пузырьки метана, скорость подъема, вовлечение воды.

A.K. Ambrosimov
P.P. Shirshov Institute of Oceanology
of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

DYNAMICS OF METHANE OUTPUT TO THE ATMOSPHERE FROM SEA BODIES

Key words: Arctic, climate change, seeps, methane bubbles, rise rate, water entrainment.

В работе представлены оценки скорости подъема метановых пузырьков и воды, вовлеченной в струю сипа. Показано, что в период выхолаживания поверхности моря в Арктике возникают гравитационные потоки вглубь моря, которые препятствуют выходу метана в атмосферу из-за удлинения траектории подъема и увеличения времени диффузии и растворения метана.

Потепление климата сдвинуло зону ледового покрытия арктических морей далеко на север, в результате чего открылись обширные неизученные пространства шельфовой зоны России, о которых, практически, отсутствует океанологическая информация. На этих пространствах в последние годы зарегистрированы обширные провинции выходов метана из морских недр, что усугубляет процесс климатических изменений, поскольку удельный потенциал глобального потепления из-за воздействия метана в 21–25 раз превышает воздействие такой же массы двуокиси углерода. За последние 150 лет в атмосфере произошло удвоение концентрации метана с 850 ppb до 1 750 ppb. Целью данной работы является оценка динамики переноса метана в природных условиях водной среды арктических морей.

Физико-химический процесс растворения и подъема пузырька метана имеет сложный путь. Не весь газ из сипов достигает атмосферы, факелы сипов в водной среде имеют ограниченную высоту подъема из-за растворения метана в морской среде. Количество газа, попадающего в окружающую

морскую среду, зависит от многих факторов, главным из которых является диффузия метана. Диффузия через поверхность пузырька в водную среду зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются парциальное давление, размер пузырька, время контакта пузырька с водой, скорость подъема, наличие поверхностно-активных веществ в водной среде и др.

По данным исследований в глубоководном море доминирует вынос метана в атмосферу через турбулентный перенос. В мелководном море, происходит прямой выброс метана в атмосферу и где большее значение, имеют время подъема пузырьков к поверхности моря и скорость течения.

Для определения скорости подъема пузырьков газа и вовлеченной воды в морских экспериментах в центр сипа диаметром около 6–8 м на глубину 1–2 м опускали измерители течений ADCP и «Вектор-2» и двигали к его периферии. Выходы сипов на поверхность моря, как правило, наблюдались на глубинах 20–30 м и не превышали 4–8 м в диаметре. Акустические наблюдения с борта судна показали, что часть сипов не достигает поверхности, поскольку весь газ при подъеме растворяется.

Примером воздействия течения на сип являются наблюдения, выполненные на станции «Суперсип» в море Лаптевых, где ранее над континентальным склоном неоднократно на поверхности моря регистрировался факел сипа больших размеров. В экспедиции на НИС «Академик Мстислав Келдыш» октябре 2021 г. сип не обнаруживался на поверхности моря, хотя его присутствие в приводном слое атмосферы регистрировалось аналитическими приборами, а у дна акустическими.

Ситуация объяснялась следующим образом, был октябрь и происходило осеннее выхолаживание поверхности моря при штормовом ветре. В толще моря образовались два пикноклина – один классический сверху под поверхностью на глубине 5–10 м, а второй в глубине над более теплыми водами с высокой соленостью и высокой плотностью (рис. 1а). Второй пикноклин возник в результате резкого осеннего охлаждения поверхностных вод и их гравитационного опускания вниз. Увеличение температуры от верхнего к нижнему пикноклину по данным наблюдений составило 1,1°C (рис. 1а), при одновременном увеличении солености на 2,2 ‰. Произошла инверсия температуры в слое толщиной около 125 м при глубине моря 375 м. Под верхним термоклинном температура составила –1,12°C, а под придонным –0,1°C.

Гравитационный конвективный поток сверху вниз создает мощное давление на нижележащие слои воды, вызывая интенсивное горизонтальное течение со скоростями до 1,3 м/с. Это течение сносит и рассеивает вертикальные струи сипов, препятствуя концентрированному выходу газа на поверхность. На рис. 2б. представлен вертикальный профиль горизонтального течения по данным измерений судового ADCP.

STD-профили температуры и солености, полученные на полигоне «Суперсип» в море Лаптевых в 82-м рейсе НИС «Академик Мстислав

Келдыш»), отражают картину гравитационного переноса вод от поверхности до дна моря Лаптевых в осенний период. При остывании и погружении холодных поверхностных вод вглубь моря, возникает давление на промежуточный слой, в результате чего усиливается горизонтальный перенос, который рассеивает пузырьки метана.

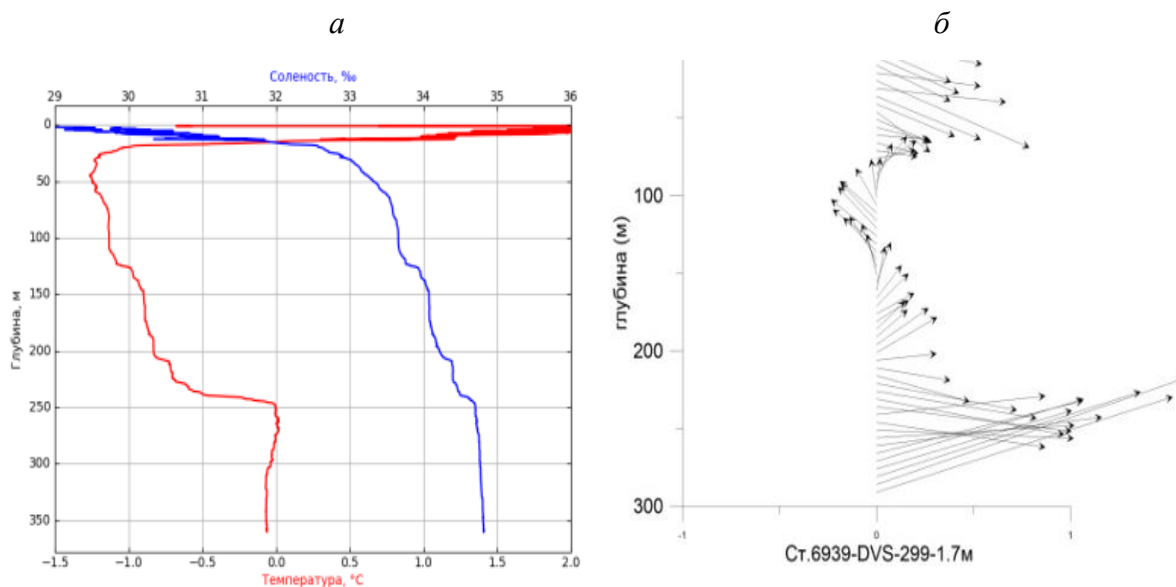


Рис. 1. а) Вертикальный профиль температуры и солёности при конвективном охлаждении толщи моря Лаптевых над континентальным склоном в октябре 2020 г. (красная кривая – температура, синяя – солёность); б) Вертикальный профиль скорости течения над континентальным склоном моря Лаптевых

Fig. 1. a) Vertical profile of temperature and salinity during convective cooling of the Laptev Sea over the continental slope in October 2020 (red curve – temperature, blue – salinity); b) Vertical profile of the current velocity over the continental slope of the Laptev Sea in the area of the Supersip station

УДК 316.354.4-057.875:502
ББК 74.480.0

М.Ю. Антонова, А.К. Хворостова
Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Кировск, Россия

ЭКОВОЛОНТЕРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СПОСОБ ВОСПИТАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ПРИСПОСОБЛЕННОГО ИНДИВИДА

Ключевые слова: экологическая грамотность, волонтерство, творчество, проекты, сохранение природы и здоровья человека.

M.Yu. Antonova, A.K. Hvorostova
Branch of the Murmansk Arctic State University
Kirovsk, Russia

ECO-VOLUNTEER ACTIVITY AS A WAY OF EDUCATING A SOCIALLY ADAPTED INDIVIDUAL

Key words: environmental literacy, volunteering, creativity, projects, conservation of nature and human health.

Мурманский арктический государственный университет – опорный вуз Мурманской области, где готовят специалистов, востребованных на рынке труда. В филиале МАГУ в г. Кировске осуществляется подготовка специалистов среднего профессионального звена в рамках комплексного взаимодействия с предприятием КФ АО «Апатит». Подготовка кадров, востребованных в компании, направлена на формирование всесторонне развитой личности будущего специалиста, поэтому в филиале проводится системная учебно-воспитательная деятельность, включающая вовлечение обучающихся в добровольческую волонтерскую и культурно-творческую деятельность, а также деятельность эколога-валеологического направления [7]. В данной статье хочется провести анализ совместной работы Волонтерского сообщества и студенческого объединения «Green helmets (Зелёные каски)» экологического направления, работа которой началась в 2021 г.

Глобальная цель работы сообществ: укрепление студенческого движения в филиале, создание комплекса условий, способствующих самоопределению, самореализации и самосовершенствованию личности через ее включение в социокультурную среду и формирование корпоративной культуры.

Совместная цель: вовлечение обучающихся в добровольческую деятельность по созданию и реализации природоохранных, культурных, творческих, экологических проектов и мероприятий, ориентированных на сохранение природы и здоровья человека.

Для решения задач объединенная работа осуществляется в следующих форматах: встречи, акции, семинары, форумы, конкурсы и т.п.

Социальная адаптация – процесс активного приспособления индивида к условиям социальной среды; вид взаимодействия личности или социальной группы с социальной средой. Под социализацией студентов следует понимать усвоение норм и ценностей семейной и общественной жизни, проявляющееся в эмоциональном, когнитивном и поведенческом аспектах взаимодействия с педагогами и сверстниками. Взаимодействие со сверстниками на общепольное дело, способствует социализации индивида, оценке его социальной значимости и его роли в обществе. При вовлечении студентов в организацию и реализацию различных эко-волонтерских проектов, в структуре становления личности происходит формирование положительных установок на активную жизненную позицию и осознания значимости и востребованности себя в обществе.

Так, за еще не долгий период существования эковолонтерских студенческих объединений филиала, члены сообществ приняли участие в конкурсах, форумах, акциях.

Прекрасный пример, способствующий благоприятной социализации – участие в муниципальных акциях по чистке снега и строительстве снежных горок в детском саду. Более старшее поколение, формируют не только свой положительный имидж, но и подталкивают малышей к добрым делам в будущем. В свою очередь подрастающее поколение автоматически повторяют за старшими действия, внося уже свой вклад в культурное развитие социума арктической территории.

Активное участие оказали члены сообществ при организации и проведении следующих культурных и гражданско-патриотических мероприятий.

Помимо участия в акциях и прочих мероприятиях, члены сообществ регулярно совершенствуют свои знания и отработывают умения через обучение на различных площадках.

Согласно ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)» цели деятельности направлены на содействие в сфере науки, культуры, искусства, просвещения, духовному развитию личности, а также деятельности в сфере профилактики и охраны здоровья граждан, поддержку общественно значимых молодежных инициатив, проектов, молодежного движения, молодежных организаций [1]. Поэтому объединение сообществ рационально в филиале. В будущем волонтерство поможет получить более качественное образование, успешно коммуницировать с людьми, независимо от их национальной принадлежности. Добровольцы вырабатывают в себе навыки взаимопомощи, умение работать в команде и брать на себя ответственность в трудной жизненной ситуации.

В заключении можно выделить, что согласованные совместные действия Волонтерского сообщества и студенческого объединения «Green

helmets (Зелёные каски)» дают возможность подтвердить гипотезу – участвуя в социально значимой деятельности, у членов студенческих сообществ появляется возможность проявлять инициативу и реализовать свои способности. У подростков происходят изменения от пассивного участия до творческой активности, развитие креативного мышления, происходит формирование социально-приспособленной личности, способной анализировать свою общественную полезность и ответственность за себя, и окружающий мир вокруг, что крайне важно для устойчивого развития социума арктических территорий. Вовлечение студентов общественную деятельность дает возможность реализовывать себя, повышая уровень самооценки. А это дает возможность предотвращать появления детей подросткового возраста группы повышенного риска в филиале.

Список литературы

1. Федеральный закон «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)» от 11.08.1995 № 135-ФЗ (последняя редакция).
2. Акимова Т.В., Хаскин В.В. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ, 2017. 556 с.
3. Архангельский В.И., Кириллов В.Ф. Гигиена и экология человека: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 176 с.
4. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании. М.: Academia, 2017. 48 с.
5. Брюхань Ф.Ф., Графкина М.В., Сдобнякова Е.Е. Промышленная экология: учебник. М.: Форум, 2017. 208 с.
6. Бурченко Т.В. Экологическое волонтерство на благо общества и развития личности обучающегося // Современные подходы к организации образовательного процесса в условиях стандартизации образования: сб. науч. ст. и материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. Архангельск, 2017. Ч. 2. С. 181–184.
7. Сазонов Э.В. Экология городской среды: учеб. пособие для СПО. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во «Юрайт», 2019. 275 с.

УДК 004.94:614.841(470.21)
ББК 43.488с51

С.С. Артёменко, И.М. Лазарева, О.И. Ляш
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Ключевые слова: лесной пожар, модель Софронова, компьютерное моделирование, распространение пожара.

S.S. Artyomenko, I.M. Lazareva, O.I. Lyash
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

USING MODELING ALGORITHMS FOR COMPUTER VISUALIZATION OF THE SPREAD OF FOREST FIRES IN THE MURMANSK REGION

Key words: forest fire, Sofronov model, computer simulation, fire spread.

Пожары представляют большую угрозу не только для биоресурсов страны, но и для жизни населения. Массовые пожары в лесах и на торфяниках могут возникать в жаркую и засушливую погоду от ударов молний, неосторожного обращения с огнем, очистки поверхности земли выжигом сухой травы и других причин [2]. Конечно, полностью предотвратить возгорания на данный момент является невозможным, однако можно ускорить реакцию пожарных служб на воспламенения и помочь им в работе. Было принято решение остановиться на проблеме прогнозирования направления пожара, потому что существует большое количество методов в области научных знаний, и почти отсутствует свободный доступ к программным средствам практического применения существующих методологий.

В данной работе была поставлена цель: упростить и автоматизировать работу сотрудников МЧС в обозначении и предсказании дальнейшего распространения лесных пожаров. Решение предполагает создание программного модуля, обеспечивающего симуляцию распространения пожара на выбранной территории, с учетом топологии и погодных условий. Пользовате-

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

лями данного программного решения являются сотрудники МЧС. Реализация поможет принимать правильные и быстрые решения на месте пожара, а также рассчитать силы, необходимые для тушения.

В данном исследовании моделирование распространения пожара требует от пользователя:

1. Определение координат точки пожара.
2. Отметку стартовой точки пожара на карте.
3. Внесение данных об условиях, в которых происходит процесс горения.
4. Внесение периода времени, на который необходим прогноз.

Однако стоит учитывать, что, основываясь только на данных, введённых через программный интерфейс, точность симуляции распространения лесного пожара будет падать с увеличением количества времени, на которое требуется симуляция. Это связано с тем, что модель не учитывает меняющиеся условия местности, на которой происходит процесс горения. Тем не менее, данный этап поможет сравнить выходные данные с ожидаемым результатом, то есть оценить правильность работы алгоритма.

Для разработки модуля был выбран экспериментально-статистический подход. Особенностью экспериментально-статистических моделей является их ограниченная применимость: модели этого типа имеют достаточную точность только для лесных условий, в которых проводились эксперименты. Однако по этой же причине точность экспериментально-статистических моделей обычно выше, чем у экспериментально-аналитических моделей, разработанных для различных условий установки, и, кроме того, величина возможной ошибки в таких моделях обычно известна заранее. Использование данного требует знания зон растительности на территории Мурманской области для повышения точности прогноза.

В ходе исследования, из всех экспериментально-статистических моделей, для разработки программного модуля была выбрана модель М.А. Софронова [3], которая базируется на расчёте скорости в кромке пожара (1):

$$V_x = V_0 * K_w * K_r * K_\phi \quad (1)$$

где V_0 – базовая скорость, м/мин;

K_w – коэффициент влияния ветра;

K_r – коэффициент влияния относительной влажности воздуха;

K_ϕ – коэффициент влияния уклона поверхности.

Все коэффициенты считаются, исходя из данных, внесённых пользователем через интерфейс. К таким данным относятся:

- фактор влияния ветра,
- относительная влажность воздуха;
- уклон поверхности;
- время, на которое рассчитывается прогноз;
- стартовая точка начала пожара (задаётся координатами);
- направление ветра.

В ходе исследования было выявлено, что в зависимости от направления ветра нужно выполнять преобразования формы эллипса, а именно выполнять поворот системы координат. На основе модели был создан алгоритм симуляции, который далее будет реализован в программе.

Разработка проводилась на языке программирования – Python в фреймворке Django. Графическое решение для интерфейса приближено к похожей системе BehavePlus [1]. Основной задачей является создание программного модуля с достаточной точностью для работы служб пожаротушения и МЧС, и возможность внедрение модуля в другие системы. Как следствие, модуль должен обладать максимально возможной самостоятельностью без потери точности вычислений.

Проверка работы модуля будет осуществляться с помощью статистических данных за предыдущие периоды пожаров на территории Мурманской области. Планируется совершенствование программы с целью достижения наибольшей точности визуализации. Также стоит задача провести тестирование среди работников служб охраны природных ресурсов Мурманской области, после чего доработать интерфейс программного модуля с учётом пожеланий и предложений заказчика.

Практическая значимость определяется возможностью использования данного информационного продукта при выполнении работ МЧС России по Мурманской области при тушении лесных пожаров, а также противопожарных служб других регионов.

Список литературы

1. Andrews P.L. BEHAVE: Fire behavior prediction and modeling system – BURN subsystem part 1 // USDA Forest Service Gen. Techn. Rep. INT-194. Ogden. 1986. 126 p.
2. МЧС России // Лесные пожары URL: <https://49.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/chs-prirodnogo-haraktera/lesnye-pozhary> (дата обращения: 30.01.2023).
3. Софронов М.А. Лесные пожары в горах Южной Сибири. М.: Наука. 1967. 150 с.

УДК 556.535.5(282.247.18)

ББК 26.222.5

Л.С. Банищикова¹, А.Э. Сумачев², В.А. Бирюкова³, С.А. Канашин¹

¹ ФГБУ «Государственный гидрологический институт»;

*² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет»;*

*³ ФГБУ «Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт»*

г. Санкт-Петербург, Россия

ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА РЕКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ключевые слова: ледовый режим реки, опасные гидрологические явления, уровни воды.

L.S. Banshchikova¹, A.E. Sumachev², V.A. Biryukova³, S.A. Kanashin¹

¹ State Hydrological Institute;

² Saint Petersburg State University;

³ Arctic and Antarctic Research Institute

Saint-Petersburg, Russia

DANGEROUS HYDROLOGICAL PHENOMENA ON THE KOLA PENINSULA RIVERS

Key words: Ice regime of the river, dangerous hydrological phenomena, water levels.

Безопасная и эффективная эксплуатация водных ресурсов, в том числе и на реках Кольского полуострова, возможна только при учете особенностей гидрологического режима.

На реках рассматриваемого региона большинство опасных гидрологических явлений (далее – ОГЯ) регистрируется за период с ледовыми образованиями [1].

При этом негативное влияние этих явлений, безусловно, связано не только с затоплением освоенной территории, но и с механическим воздействием льда на гидротехнические сооружения, различные объекты народного хозяйства, транспортной инфраструктуры и находится в прямой связи со сроками наступления и продолжительностью различных фаз ледового режима.

Ледовые явления, при которых могут возникнуть ОГЯ – это не только зажоры и заторы льда, но и подвижки, осенний и весенний ледоходы и шугоходы, и даже несплошной ледостав.

Типичные годовые гидрографы уровня воды для рек Кольского полуострова с ледовыми явлениями приведены на рисунке 1 [3].

Как видно из графика, при условии продолжительного формирования зажоров льда, высшие уровни воды приходятся на зимний период.

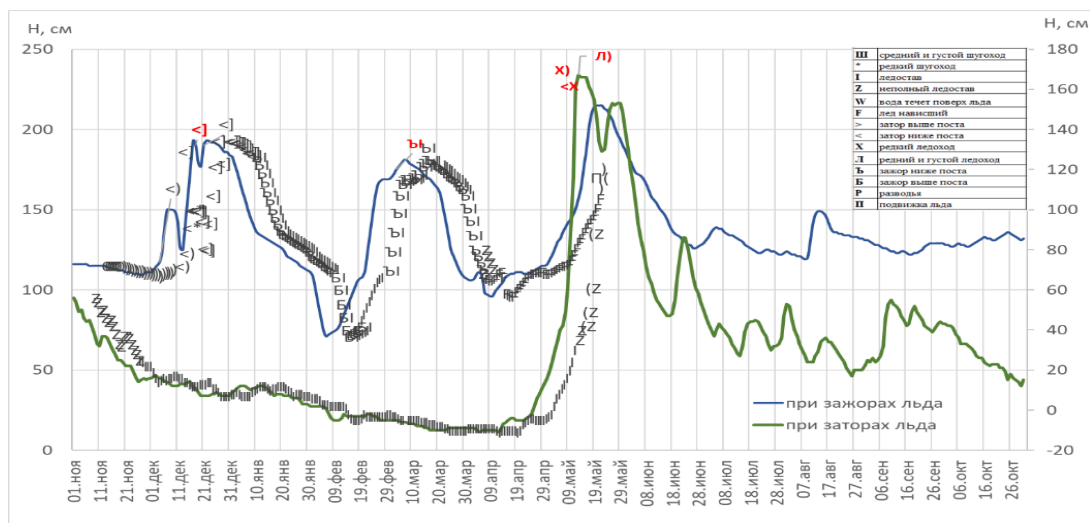


Рис. 1. Типичные гидрографы рек Кольского полуострова

Fig. 1. Typical hydrographs of the rivers of the Kola Peninsula

Это связано с тем, что при зажорах льда скопление шуги, донного и внутриводного льда в русле реки полностью стесняет живое сечение, нарушая пропускную способность, что приводит к подъёму уровня воды и возможному формированию уровней выше опасных отметок. Особенностью рек Кольского полуострова с повышенной зажорностью является формировании высших уровней воды при зажорах и весеннем половодье. Для рек, на которых наблюдаются длительные зажоры льда (до нескольких месяцев), свойственна высокая частота формирования высших за год уровней воды в этот период. Для рек, на которых формируются заторы льда, высшие уровни воды наблюдаются на различных фазах весенних ледовых явлений, как правило, при подвижках, ледоходе и непосредственно заторах льда.

Вероятность возникновения различных ледовых явлений за многолетний период по выбранным постам различна; так, формирование ледостава (сплошного и несплошного), равно как и весеннее половодье наблюдается ежегодно ($P=100\%$), продолжительность осеннего ледохода (шугохода) увеличилась, а весеннего ледохода уменьшилась.

Механизм формирования и характеристики различных фаз ледовых явлений, а также характер уровенного режима определяются многими факторами (гидрометеорологические, геоморфологические, антропогенные) и их различными сочетаниями.

Анализ изменения температуры воздуха холодного сезона, как фактора образования (наступления) различных фаз ледовых явлений на реках Кольского полуострова, показал неравномерное распределение температур, что говорит о наличии множества факторов, в том числе разнонаправленных, влияющих на изменение климата.

В среднем по территории за холодный сезон температура воздуха увеличилась на 1,1°C. Вследствие того, что для образования ледостава не требуется больших по модулю отрицательных температур воздуха и сумм температур воздуха, а даты перехода температуры воздуха через 0°C сместились незначительно, сроки образования устойчивого ледостава также не претерпели значительных изменений. В зимний период за счет общего потепления климата уменьшается максимальная толщина льда. Выявлено сокращение продолжительности ледостава на шесть дней за счет смещения сроков вскрытия рек, что связано с увеличением и более ранним переходом через 0°C температуры воздуха, и меньшей толщины льда [2].

Основываясь на указанном выше, можно сделать вывод, что изменения характеристик ледового режима являются результатом сложного взаимодействия метеорологических и гидрологических условий. Кроме того, в зависимости от степени освоенности затопляемых территорий изменяется и степень опасности ледовых явлений для населения и хозяйства. Ущерб от затопления освоенных территорий в период с ледовыми явлениями более значительны по сравнению с периодом открытого русла и связаны с глубиной и частотой затопления поймы, толщиной льда, наличием скоплений льда и шуги. Сложность прогнозирования элементов ледового режима и многофакторность их развития значительно увеличивает потенциальный риск от этих явлений.

Минимизация ущерба от ОГЯ, в первую очередь должна основываться на мониторинге всего годового гидрологического цикла, многофакторном анализе участков рек, на которых возникает вероятность возникновения опасных гидрологических явлений.

Кроме того, необходима актуализация методик прогнозирования как значений высших уровней воды, так и сроков появления различных фаз ледовых явлений, поскольку эти прогнозы являются основой эффективной работы различных отраслей народного хозяйства (ГЭС, водный транспорт, рыбное хозяйство).

Список литературы

1. Агафонова С.А., Фролова Н.Л., Василенко А.Н. и др. Ледовый режим и опасные гидрологические явления на реках Арктической зоны европейской территории России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2016. № 6. С. 41–49.
2. Банщикова Л.С., Сумачев А.Э. Вариация температуры воздуха холодного периода на Кольском полуострове как фактор изменения ледового режима // Арктика: экология и экономика. 2021. Т. 11. № 3. С. 397–405.
3. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1: Реки и каналы. Т. 1. Вып. 6: Бассейн рек Кольского полуострова (за многолетний период).

УДК 556.535(282.256)

ББК 26.222.5

А.А. Батмазова, Е.В. Гайдукова, М.В. Ковалева, Н.А. Решин
ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»
г. Санкт-Петербург, Россия

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК АРКТИКИ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОГО ТАЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ¹

Ключевые слова: изменение климата, мерзлые грунты, Арктика, прогнозирование.

A.A. Batmazova, E.V. Gaidukova, M.V. Kovaleva, N.A. Reshin
Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Russia

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE WATER REGIME OF THE RIVERS OF THE ARCTIC, TAKING INTO ACCOUNT POSSIBLE MELTING OF PERMAFROST

Key words: climate change, frozen ground, Arctic, forecasting.

Введение. На территории Российской Федерации большие территории находятся в зоне многолетней мерзлоты. К таким территориям относятся и большая часть Арктической зоны РФ (АЗРФ). На протяжении последних 10–15 лет наблюдается оттаивание мерзлых пород как следствие изменения климата, что сказывается на сферах деятельности человека. В связи с этим появилась необходимость оценок и прогнозов процесса изменения состояния мерзлых пород и влияния этих изменений на связанные с ними гидрологические характеристики, которые учитываются при планировании функционирования водозависимых отраслей экономики.

Цель данного исследования заключается в разработке и апробации методики оценки последствий изменения климата на Арктических речных водосборах с алгоритмической добавкой – с учетом таяния многолетней мерзлоты. Кроме того, сделан обоснованный выбор расчетного метода, учитывающего суммарное испарение с поверхностей рассматриваемых водосборов.

Исходные данные. Были выбраны следующие реки и гидрологические посты, имеющие данные о среднегодовых расходах воды: р. Пяку-Пур – п. Тарко-Сале (период наблюдений с 1954 по 2018 гг., коэффициент

¹ Исследование реализовано при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования, грант № FSZU-2020-0009.

корреляции рядов речного стока и осадков $R=0,66$, площадь водосбора $F=31\,400\text{ км}^2$), р. Северная Сосьва – п. Няксимволь (период наблюдений с 1954 по 2019 гг., $R=0,70$, $F=9\,850\text{ км}^2$), р. Ляпин – п. Саранпауль (период наблюдений с 1952 по 1993 гг., $R=0,60$, $F=18\,500\text{ км}^2$). По репрезентативным метеорологическим станциям сформирована база данных о суточных температурах грунта на различных глубинах (20 см, 60 см, 80 см, 120 см, 180 см, 240 см, 360 см), среднегодовых температурах воздуха и годовых суммах осадков.

Методика оценки последствий изменения климата. Расход воды при оттаивании грунта включается в методику оценки последствий изменения климата, которая основана на решении системы дифференциальных уравнений для начальных статистических моментов [2]. В расчетные выражения входит коэффициент стока, который можно связать с нормами температуры приземного воздуха и осадков, входящих в формулы испарения [1]. Были апробированы на ретроспективном материале наиболее распространенные формулы для испарения: формулы П. Шрайбера, В.С. Мезенцева и Л. Тюрка, Э.М. Ольдекопа, М.И. Будыко. Испаряемость рассчитывалась по двум формулам – Л. Тюрка и А. Н. Постникова.

Расход воды при оттаивании грунта определялся по следующему выражению [3]: $Q_{\text{отт}} = H_{\text{отт}} (W - W_t)\sigma$, $H_{\text{отт}}$ – глубина оттаивания грунта; W – влажность грунта; W_t – влажность грунта на границе текучести; σ – напряжение, зависящее от типа грунта (например, для суглинка $\sigma = 1,75\text{ т/м}^3$).

В предлагаемой методике не используются фактические данные о влажности почв, так как систематические наблюдения за этой характеристикой не ведутся и нет рядов наблюдения за период исследования. Для того чтобы иметь примерное распределение влажностей в течение года, со спутника *SMAP* были получены трехчасовые данные по влажности почвы для времени 00:00 и 03:00 по всей поверхности планеты с разрешением 9 км. При помощи цифровой модели и *ArcGISArcMap* строилось растровое изображение влажности почвы. Для исследуемых водосборов была найдена средняя влажность по водосбору. Получено, что значения влажности не сильно различаются между собой в разные периоды. Для дальнейшей работы были выбраны осредненные значения влажности почвы за теплый период.

Количество воды с оттаявших грунтов необходимо учитывать при составлении прогноза, так как вода с оттаявших грунтов будет стекать по водосбору и за счет этого увеличится сток. Для учета количества водоотдачи с грунта необходимо скорректировать коэффициент стока, который будет увеличиваться за счет такой добавочной воды.

Результаты исследования. Для апробации методики на ретроспективных данных ряды были поделены на два периода максимально отличных друг от друга по критериям Фишера и Стьюдента. Первый и второй период

отличаются по нормам осадков, температуры и по норме речного стока. Первый период был определен как маловодный, более холодный и с меньшим количеством осадков. Второй период принимался за полноводный, с более высокой нормой температуры воздуха и увеличенной нормой осадков. Для станции Саранпауль не удалось ряд разделить на два периода, так как ряд непродолжительный.

Давался поверочный прогноз с первого периода на второй и наоборот с изменением формул для испарения/испаряемости, без уточнения коэффициента стока и с его изменением в зависимости от расхода воды от таяния мерзлых пород.

Для указанных постов для двух периодов результаты вычислений испаряемости по формуле Постникова показали более надежный результат. Для р. Пяку-Пур – п. Тарко-Сале при прогнозе на потепление рекомендуется для расчета испарения формула Будыко, при прогнозе на период с похолоданием была выбрана формула Шрайбера.

Для р. Северная Сосьва – п. Няксимволь при прогнозе с маловодного на полноводный период практически все формулы для испарения дают завышенную погрешность для прогнозного значения нормы речного стока, для дальнейшей работы рекомендуется формула Шрайбера. При прогнозе с многоводного на маловодный период для дальнейшей работы рекомендуется формула Будыко.

При сравнении полученных результатов, выявлено, что методика является более эффективной для прогноза на потепление, т.е. при прогнозе с первого периода на второй, погрешности прогнозных статистических характеристик меньше.

Выводы. Получена и апробирована методика сценарной оценки водного режима рек с учетом возможного таяния многолетней мерзлоты. Получены удовлетворительные результаты работы методики на ретроспективных данных. Анализ полученных результатов показал, что методика является более эффективной для прогнозирования по сценарию потепления и увеличения водности.

Список литературы

1. Гайдукова Е.В., Коновалов М.Ю., Винокуров И.О. Оценка гидрологических последствий изменения климата в АЗРФ с учетом таяния мерзлых грунтов // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России. Иркутск, 2021. С. 155–160.
2. Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате / под ред. В.В. Коваленко. СПб.: Изд. РГГМУ, 2010. 50 с.
3. СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах URL: <http://docs.cntd.ru/document/9056423> (дата обращения: 30.01.2022).

УДК 614.873.2(985)
ББК 26.236.7

Е.А. Бац, Т.В. Киреева

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ ОПАСНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ЭКСТРЕМУМАМИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, опасные природные явления, глобальное потепление.

E.A. Bats, T.V. Kireeva

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

EMERGENCIES CAUSED BY DANGEROUS CLIMATIC EXTREMES IN THE FAR NORTH

Key words: emergencies, natural hazards, global warming.

Важным последствием изменений климата для северных территорий России станут проблемы, связанные с наводнениями и паводками, которые являются одним из наиболее распространенных и опасных природных явлений и занимают первое место по суммарному среднегодовому ущербу. Нередко высокие весенние половодья и летние дождевые паводки сопровождаются повреждениями и прорывами напорных гидротехнических сооружений. Увеличение осадков и стока северных рек ежегодно приводит к повышению мощности весенних паводков и является существенной проблемой для защиты населения и территорий от наводнений.

Проблема ледниковых озер актуальна во всем мире. За последние 30 лет их площадь на планете увеличилась на 50%. Опасность кроется в том, что такие озера нестабильны: накапливающаяся вода разрушает их стенки, и бурные потоки смывают все на своем пути. Изучение этих процессов позволит оценить риски для возникновения опасных природных явлений, например, гляциального паводка, и необходимости ежегодного мониторинга за состоянием озера.

К геоморфологическим процессам, увеличившим свою интенсивность в последние годы, относится просадка бугров пучения, деградацию вечной мерзлоты, приводящей к стремительной водной эрозии, росту обводненности и заозеренности территории, преобразованию котловин термокарстовых

озер. В условиях уменьшения глубины и сокращения периода промерзания почвогрунтов будут повышаться уровни грунтовых вод, что может привести к подтоплению обширных районов, к деформации и ослаблению фундаментов различных зданий и сооружений.

Особенно могут пострадать от этого ценнейшие исторические центры городов, памятники и архитектурные ансамбли на территории Русского Севера, включающей Архангельскую, Вологодскую и Ленинградскую области. Особого внимания при рассмотрении проблем потепления климата заслуживает угроза деградации вечной мерзлоты. В России общая площадь районов распространения вечной мерзлоты составляет порядка 65% территории страны. Для районов Крайнего Севера наибольшую опасность представляет таяние вечной мерзлоты. Многие из сооружений построены на свайных фундаментах, многолетнемерзлый грунт служит в качестве оснований, и рассчитаны на эксплуатацию в определенных температурных условиях. Исследования показали, что при оттаивании мерзлых грунтов изменяются их физико-механические свойства. Риск особенно велик там, где мерзлый грунт содержит большое количество льда. К ним относятся значительная часть долины реки Лены, Западно-Сибирская равнина, Чукотка и большая часть островных территорий севера европейской части страны, на которых находятся крупные нефтегазовые комплексы, линии электропередач, Билибинская АЭС.

Неблагоприятные и опасные процессы, такие как оползни на оттаивающих склонах и медленное течение талого грунта (солифлюкция), а также значительные просадки поверхности за счет уплотнения грунта и его выноса с тальми водами (термокарст), будут усиливаться.

В связи с глобальным потеплением существует еще одна серьезная проблема для северных территорий – таяние арктических льдов. Скорость, с которой тают арктические льды, грозит затоплению территорий, исчезновению отдельных биологических видов (белые медведи, кольчатые нерпы и др.), разрушению инфраструктуры населенных пунктов, а это поставит под угрозу выживание коренных народов Севера, в то же время позволит открыть новый путь между Азией и Европой и упростит доступ к топливным ресурсам на шельфе морей Северного Ледовитого океана.

Список литературы

1. Хвостова М.С. Влияние опасных природных процессов и явлений на безопасность хозяйственной деятельности в Арктической зоне РФ // Российская Арктика. 2021. № 12.
2. Шойгу С.К. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2010.

УДК 550.38
ББК 26.213.28

**В.Б. Белаховский¹, Ю.В. Балабин¹, Я.А. Сахаров¹,
Е.А. Маурчев¹, К.Г. Орлов¹, В.Н. Селиванов²**

¹ ФГБУН «Полярный геофизический институт»;

² Центр физико-технических проблем энергетики Севера –
филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия

ВЫСОКОШИРОТНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ

Ключевые слова: космическая погода, ионосфера, магнитосфера, космические лучи, геомагнитно-индуцированные токи, распространение радиоволн, полярные сияния.

**V.V. Belakhovsky¹, Yu.V. Balabin¹, Y.A. Sakharov¹,
E.A. Mauricev¹, K.G. Orlov¹, V.N. Selivanov²**

¹ Polar Geophysical Institute;

² Center for Physical and Technical Problems of Energy of the North –
Branch of the Federal Research Center
“Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”
Apatity, Russia

THE HIGH-LATITUDE MANIFESTATIONS OF THE SPACE WEATHER

Key words: space weather, ionosphere, magnetosphere, cosmic rays, geographically-induced currents, propagation of radio waves, aurora.

Космическая погода – это природный фактор, связанный с воздействием солнечной активности на состояние наземных и спутниковых технологических систем, биологические объекты. Эффекты космической погоды проявляются наиболее мощно в высоких широтах, что связано с конфигурацией геомагнитного поля. В этих областях магнитное поле Земли более вертикально и поэтому слабо препятствует проникновению заряженных частиц (электронов, протонов) в атмосферу Земли.

Именно в высоких широтах находится арктическая зона Российской Федерации. Поэтому освоение Арктики и околоземного космического пространства требует учета состояния космической погоды. Основными источниками возмущения космической погоды являются: солнечные вспышки, солнечные протонные события, магнитные бури и суббури.

Космические лучи, проникая в атмосферу Земли, создают целый каскад ядерных реакций, в результате которой рождаются вторичные частицы

(нейтроны, мюоны, позитроны и т.д.). В полярных областях на высотах полета лайнеров создается повышенный уровень радиации, особенно во время солнечных протонных событий. Также во время солнечных протонных событий может происходить полное поглощение КВ радиоволн. В работе [5] было показано, что поглощение сигналов американских радаров, вызванное солнечной вспышкой и солнечным протонным событием в мае 1967 г., едва не стали причиной начала ядерной войны между США и СССР.

Визуальный индикатор состояния космической погоды – такое завораживающее природное явление как полярные сияния. Полярные сияния наблюдаются в кольцевой зоне, получившей название аврорального овала. Концепция аврорального овала была создана советскими учеными [4]. Для аврорального овала характерно наличие резких градиентов и высокого уровня турбулентности плазмы, что значительно снижает устойчивость и провоцирует сбои в системах радиосвязи, радиолокации, навигации, включая работу глобальных навигационных спутниковых (ГНСС) систем (ГЛОНАСС, GPS). В работе [1] было высказано предположение, что помехи в GPS навигации войск НАТО в период проведения учений «Единый трезубец» (Trident Juncture) в октябре-ноябре 2018 г. могли быть связаны с возмущениями космической погоды и развитием авроральных возмущений в ионосфере.

Одним из наиболее существенных факторов космической погоды для наземных технологических систем являются электрические геомагнитно-индуцированные токи (geomagnetically induced currents, GIC), возбуждаемые в поверхностных слоях Земли при резких изменениях геомагнитного поля. Наведенные ГИТ опасны для трубо-, нефте-, газопроводов, высоковольтных линий электропередач, морских коммуникационных кабелей. Наведенные токи вызывают насыщение, перегрев и даже повреждение высоковольтных трансформаторов на электрических подстанциях. ГИТ вызывают кумулятивный эффект, приводящий к ускоренной коррозии металлических конструкций. Известны многочисленные примеры аварий в технологических линиях во время сильных магнитных бурь [2]. Развитие вихревых токовых систем в ионосфере приводят к существенному росту ГИТ в линиях электропередач на Кольском полуострове и в Карелии [3].

Полярный геофизический институт (ПГИ), расположенный в городах Апатиты и Мурманск, проводит исследования всего многообразия проявлений солнечно-земных связей в высоких широтах: геомагнитные возмущения, полярных сияния, особенностей прохождения радиоволн, потоков космических лучей и т.д. ПГИ проводит регулярные геофизические наблюдения на Кольском полуострове и архипелаге Шпицберген. В состав института входит 6 обсерваторий: «Ловозеро», «Лопарская», «Баренцбург», «Туманный», «Верхнетуломский», стратосферный полигон «Апатиты». Обсерватория на архипелаге Шпицберген является самой северной российской геофизической обсерваторией. Разрабатываются модели прохождения

высокоэнергичных заряженных частиц через атмосферу Земли, модели аврорального овала. Полярный геофизический институт является ведущей научной организацией Минобрнауки и Российской академии наук в области гелиогеофизических исследований в Арктике. Для устойчивого развития инфраструктуры в Арктике, укрепления обороноспособности РФ, добычи полезных ископаемых необходимо учитывать негативное влияние факторов космической погоды на технологические системы.

Список литературы

1. Козелов Б.В., Черноус С.А., Шагимуратов И.И., Филатов М.В., Ефишов И.И., Тепеницина Н.Ю., Федоренко Ю.В., Пильгаев С.В. Гелиогеофизические факторы, влияние которых могло обусловить ошибки в работе GPS в период военных учений НАТО «TridentJuncture» с 25/10/2018 по 7/11/2018 // *Physics of Auroral Phenomena. Proc. XLII Annual Seminar*. 2019. Pp. 48–52.
2. Пилипенко В.А. Воздействие космической погоды на наземные технологические системы // *Солнечно-земная физика*. 2021. Т. 7. № 3. С. 72–110.
3. Belakhovsky V., Pilipenko V., Engebretson M., Sakharov Ya. and Selivanov V. Impulsive disturbances of the geomagnetic field as a cause of induced currents of electric power lines // *Journal of Space Weather and Space Climate*. 9. A18. 2019.
4. Feldstein Y.I., Starkov G.V. Dynamics of auroral belt and polar geomagnetic disturbances // *Planet. Space Sci.* 18, 501. 1967.
5. Knipp D.J., Ramsay A.C., Beard E.D., Boright A.L. et al. The May 1967 great storm and radio disruption event: Extreme space weather and extraordinary responses // *Space Weather*. 14. Pp. 614–633. DOI:10.1002/2016sw001423. 2016.

УДК 614.875
ББК 51.1(2Рос),0

Н.К. Белишева, В.В. Мезорский

*Научно-исследовательский центр медико-биологических
проблем адаптации человека в Арктике –
филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия*

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГНОЗА ВАРИАЦИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АГЕНТОВ¹

*Ключевые слова: травмы и отравления, психические расстройства и
расстройства поведения, Мурманская область, геофизические агенты.*

N.K. Belisheva, V.V. Megorsky

*Research Centre for Human Adaptation in the Arctic,
Branch of Federal Research Center –
“Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”
Apatity, Russia*

RISK MANAGEMENT OF SOCIALLY SIGNIFICANT DISEASES AND EMERGENCIES BY PREDICTING VARIATIONS IN GEOPHYSICAL AGENTS

*Key words: injuries and poisoning, mental and behavioural disorders,
Murmansk region, geophysical agents.*

Возникновение и распространение социально значимых заболеваний (СЗЗ), в определяющей мере, зависит от социально-экономических условий жизни населения. Ключевая проблема СЗЗ состоит в широком их распространении и связанным с этим социально-экономическим ущербом [2]. Определенный вклад в динамику СЗЗ могут вносить геофизические агенты (ГА) [1], что позволяет рассматривать возможность управления рисками СЗЗ посредством прогноза вариаций ГА. Цель исследования – выявить возможные связи между динамикой травм и отравлений, СЗЗ на различных

¹ Работа выполнена в рамках НИР № 122022200516-5 «Изучение особенностей территориальной заболеваемости населения репродуктивного возраста в Арктической зоне Российской Федерации с выявлением факторов, воздействующих на основные функциональные системы организма, и разработка комплексных методов для снижения негативного воздействия экстремальных условий среды».

Авторы выражают благодарность заместителю главного врача ГОБУЗ «Мурманская областная клиническая больница им. П.А. Баяндина», руководителю МИАЦ, А.В. Никитинскому за предоставленный доступ к статистическому материалу.

территориях Мурманской области (МО) и вариациями ГА с целью прогноза и управления рисками СЗЗ и нештатных ситуаций.

Материал и методы. Статистический материал получен из статистических сборников Министерства здравоохранения МО, ГОБУЗ «Мурманская областная клиническая больница им. П.А. Баяндина», МИАЦ по заболеваемость населения (1996–2018 гг.), а также из сборников по деятельности «Учреждений здравоохранения» и «Медицинских организаций» МО) с 2001 по 2017 гг. ГА выбраны на сайте: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/omniweb/>. Данные обрабатывались с применением пакета программ STATISTICA 10, различия считали значимыми при $p < 0.05$.

Результаты. Выявлены территории с повышенным риском возникновения травм и отравлений (S00-T98), с высокой вероятностью возникновения психических расстройств и расстройств поведения (F00-F99), обусловленных психозами различной природы, заболеваемостью алкоголизмом, наркоманией, токсикоманией. Показано, что по общей заболеваемости (Травмы и отравления, взрослые, на 1 тыс. соответствующего населения), за период с 1996 по 2018 гг., первые места принадлежат Ковдорскому р-ну, г. Мурманску и г. Кировску. По общей заболеваемости психическими расстройствами (на 100 000 населения), первые места занимают Кольский, Ковдорский р-ны, г. Кировск; по «психозам» – Кольский р-н, г. Мурманск и г. Кировск; по заболеваемости алкоголизмом и наркоманией – г. Мончегорск, г. Оленегорск, Ковдорский р-н; по алкогольным психозам – г. Полярные Зори, г. Оленегорск, г. Апатиты; по наркомании – г. Мончегорск, Кольский р-н, г. Мурманск; по токсикомании – г. Полярные Зори, Кольский р-н, г. Мончегорск. Анализ связи между динамикой травм и отравлений, СЗЗ (на различных территориях МО) и вариациями ГА выявил кластеры территорий с альтернативных знакомы корреляций с одними и теми же ГА. На рисунке 1 (А, Б) можно видеть, что между ежегодными показателями травм и отравлений в г. Мурманске, в Терском р-не и среднегодовыми значениями плотности протонов в солнечном ветре (Protodensity, N/cm^3) выявлены отрицательные корреляции ($r = -0,63$ и $r = -0,64$, соответственно, $p < 0,05$), а между этими же показателями в г. Оленегорске и в Печенгском р-не – положительные ($r = 0,61$ и $r = 0,64$, соответственно, $p < 0,05$).

Показана синхронность между динамикой заболеваемости СЗЗ на определенных территориях и вариациями ГА: на рисунке 1 (В, Г) видно, что первичная заболеваемость психическими расстройствами в г. Мурманске и в г. Кировске синхронна с вариациями скорости солнечного ветра (σV , km/s) ($r = 0,61$ и $r = 0,56$, соответственно, $p < 0,05$).

Заключение. Выявлены территории с повышенным риском возникновения нештатных ситуаций, ассоциированных с повышенной вероятностью травматизма, отравлений, психически-обусловленных неблагоприятных и опасных ситуаций. Показана сопряженность между динамикой психического состояния населения МО и вариациями ГА, характер связи

с которыми обусловлен территорией проживания. Выявлена возможность прогноза и управления рисками заболеваемости и нештатных ситуаций.

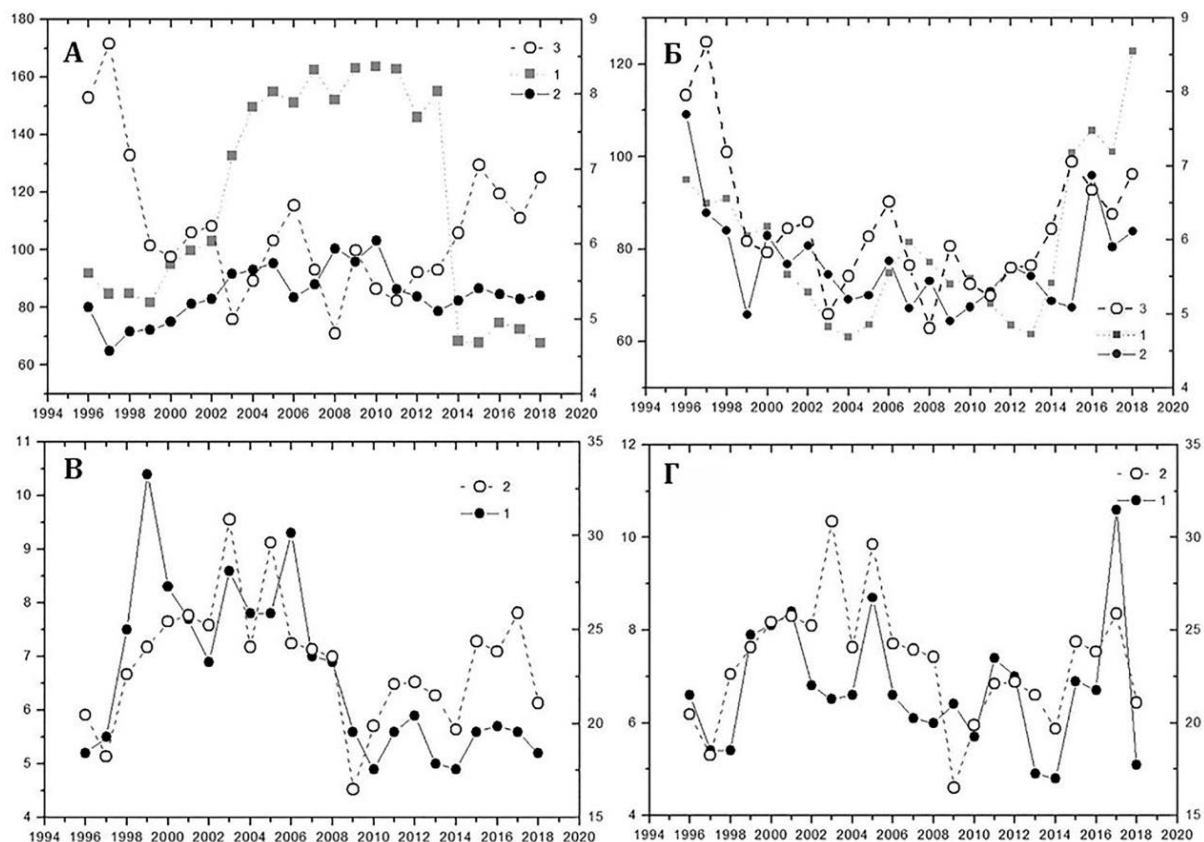


Рис. 1. Общая заболеваемость (травмы и отравления, взрослые): А – Мурманск (1), Терский р-он (2); Б – Оленегорск (1), Печенгский р-н (2), proton density (3); Первичная заболеваемость психическими расстройствами, взрослые, на 1 тыс. соответствующего населения: В – Мурманск (1), Г – Кировск (1), sigma V(2). По оси ординат: справа – показатели заболеваемости, слева – значения геофизических индексов

Fig. 1. Total morbidity (injuries and poisonings, adults): А – Murmansk (1), Tersky District (2); Б – Olenegorsk (1), Pechenga (2), proton density (3); Primary morbidity of mental disorders, adults, per 1 000 of respective population: C – Murmansk (1), D – Kirovsk (1), sigma V(2). The ordinate axis: right – corresponding morbidity rates, left – values of geophysical indices

Список литературы

1. Белишева Н.К., Мегорский В.В. Роль вариаций высокоширотных геофизических агентов в динамике распространенности социально-значимых заболеваний в Арктике // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: мат-лы науч.-практ. конф. с международным уч. / под ред. С.А. Горбанева, Н.М. Фроловой. СПб.: ООО «ИПК «Коста», 2017. С. 37–43.
2. Будилова Е.В., Мигранова Л.А. Распространение социально значимых болезней и борьба с ними в России // Народонаселение. 2020. Т. 23. № 2. С. 85–98. DOI: 10.19181/population.2020.23.2.8.

УДК 556.535(282.247.18)

ББК 26.222.53

В.А. Бирюкова¹, Л.С. Банищикова²

¹ ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»;

² ФГБУ «Государственный гидрологический институт»
г. Санкт-Петербург, Россия

ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОДПОРНЫХ УРОВНЕЙ НА РЕКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ключевые слова: *уровенный режим, подпорные уровни, затор льда, высшие уровни воды.*

V.A. Biryukova¹, L.S. Banshchikova²

¹ Arctic and Antarctic Research Institute;

² State Hydrological Institute
Saint-Petersburg, Russia

FACTORS OF FORMATION OF RETAINING LEVELS ON THE RIVERS OF THE KOLA PENINSULA

Key words: *water level regime, water surface ascent levels, ice jam, higher water levels.*

Реки Кольского полуострова характеризуются хорошо развитой речной сетью. При этом большинство рек представляет собой озерно-речные системы с чередованием плесов-озер и проток – порогов [2].

Для составления прогнозов высших уровней воды в период половодья, и точного расчета притока воды в водохранилище необходимо учитывать вероятность возникновения подпорного уровня на каждой реке.

Особенности ледового режима рек Кольского полуострова, а также наличие на реках водохранилищ, порогов и водопадов-падунов способствует к формированию таких уровней воды, значения которых нередко являются высшими за год.

Для подробного изучения этимологии возникновения подпорных уровней воды была составлена база данных, среднесуточных и высших подпорных уровней воды с 1937 по 2020 гг. по 16 действующим постам Мурманского УГМС, находящихся на реках северной части Кольского полуострова и их притоках. Данные о ледовой обстановке, толщине льда перед началом весенних явлений, количестве дней с ледоходом и шугоходом, космоснимки и синоптические карты позволили выполнить более детальный анализ.

Было выявлено, что подпорные уровни на реках северной части Кольского полуострова образуются в период с апреля по декабрь – основными

причинами их формирования являются заторы и зажоры льда и подпор, вызванный влиянием водохранилищ и холостых сбросов.

Подпорный уровень вследствие зажоров и заторов. В период замерзания плесовые участки рек покрываются прочным льдом на 6–7 месяцев. Быстрины и перекаты замерзают позже плесов и раньше вскрываются. Пороги и падуны или не замерзают совсем, или покрываются льдом на довольно непродолжительный срок и только в суровые зимы. На открытых участках происходит усиленное образование донного льда и шуги, которая, забиваясь под кромку сплошного ледостава, вызывает стеснение русла, а временами полностью его забивает [3]. Шугоносными являются практически все реки бассейна Баренцева моря. Максимальная продолжительность шугохода на реках рассматриваемого района составляет от 15 до 50 дней. При этом высшие зажорные уровни за многолетний период наблюдались на реках: р. Ура и р. Чудзйбок (1999, 2004, 2011, 2012), в период осенне-зимних ледовых явлений: с ноября по декабрь наблюдались довольно продолжительные осенние шугоходы (48 дней), а также схожая синоптическая ситуация в период замерзания: неустойчивый температурный фон, поздние сроки перехода в сторону отрицательных значений, преимущественно западный тип циркуляции.

Подпорные уровни воды, вызванные образованием заторов льда во время весеннего половодья, составляют до 70% от общего числа случаев. Условия формирования и разрушения ледяного покрова на реках Кольского полуострова, сочетание морфометрических особенностей участков русел рек, климатические условия являются достаточными, для ежегодного формирования заторно-зажорных явлений К наиболее затороопасным рекам можно отнести р. Ура и р. Нивка, на которых повторяемость возникновения высших уровней в результате заторных явлений колеблется от 32–37%, на остальных – реках 2–4%.

Наивысшие уровни за многолетний период, образованные в результате заторов, наблюдались на р. Ура в 1956 г., р. Териберка в 1969 г. и р. Нивка в 1966 г. Несмотря на то, что в приведенные годы наблюдался поздний переход температуры воздуха через 0⁰С, зимние наблюдённые температуры были ниже средnezимних за многолетний период, при этом практически отсутствовали оттепели, вскрытие было поздним и дружным. Именно такой сценарий развития приводит к формированию наиболее мощных заторов льда.

Интенсивность нарастания уровня воды при заторах льда зависит от ряда факторов, таких как водность реки, количество (объём) и структура ледового материала. При условии, что затор формируется при подвижках льда, продолжающихся до 3–4 суток, а затем на волну прохождения ледохода накладывается волна половодья, при которой и происходит прорыв затора льда, то интенсивность нарастания заторных уровней будет максимальной, в отличии от ситуации, когда после прорыва затора наблюдается ледоход, а весеннее половодье наблюдается несколько позже.

Подпорный уровень в результате влияния водохранилищ (в том числе холостых сбросов). На реках Тулома и Воронья расположены 4 ГЭС, являющиеся частью самого мощного в Заполярье каскада Туломских и Серебрянских ГЭС [4]. Водоохранилища оказывают подпорное влияние, как на сами реки, так и на их притоки. Посты на реках Печа, Воронья находятся в зоне распространения подпора, причем на р. Вороньей уровни воды оказываются в подпоре сразу после окончания периода половодья.

Более 70% высших подпорных уровней на реке Печа, связаны с открытием холостых сбросов с Верхне-Туломского водохранилища. В следствие довольно близкого расстояния водосбросного канала от ГП р. Печа – с. Падун холостые сбросы оказывают значительное влияние на ход уровня воды.

Анализ происхождения подпорных уровней на реках бассейна Баренцева моря показал, что большинство из них связаны с заторно-зажорными явлениями и возникают в период прохождения ледохода. Также были рассмотрены уровни, возникающие в результате деятельности водохранилищ.



Рис. 1. Карта схема типизации высших подпорных уровней воды (Красным отмечены посты на реках с наиболее частыми заторными явлениями, синим – с зажорными, зеленым – наибольшее влияние оказывают водохранилища)

Fig. 1. Map of the typification scheme of the higher retaining water levels (Red marks posts on rivers with the most frequent congestion, blue -with zashornyie, green – reservoirs have the greatest impact)

Стоит отметить, что недостаток информации о ледовой обстановке, в связи с переходом некоторых постов на экспедиционный режим работы не дает провести анализ изменения продолжительности влияния подпора на уровень реки в сравнении с прошлым периодом.

Список литературы

1. Панова Л.П. Методическая записка по составлению долгосрочного прогноза дат замерзания рек и озер Мурманской области. МУГМС, 1972. 65 с.
2. Пупишская М.Г. Методика прогноза максимальных расходов (высших уровней) воды на реках Кольского полуострова. МУГМС, 1980. 105 с.
3. Панова Л.П. Методическая записка по составлению долгосрочного прогноза вскрытия рек и озер Кольского полуострова. МУГМС, 1966. 106 с.
4. Официальный сайт ПАО ТГК-1. URL: <https://www.tgc1.ru/>.

УДК 504.4:665.61(268.4/5)

ББК 26.221.8+33.361.44

Я.Ю. Блиновская¹, С.В. Маценко²

¹ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
г. Владивосток, Россия;

² АО «Южный морской научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
имени Адмирала Флота Советского Союза И.С. Исакова»
г. Новороссийск, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Ключевые слова: планирование мероприятий по ликвидации разливов нефти, арктический шельф, экологическая безопасность.

Ya.Yu. Blinovskaya¹, S.V. Matsenko²

¹ Far Eastern Federal University
Vladivostok, Russia;

² Southern Research and Design Institute of Marine Sea Fleet
Novorossiysk, Russia

OIL SPILL RESPONSE EFFECTIVENESS IN THE ARCTIC SEAS: ENVIRONMENTAL ASPECT

Key words: oil spill response planning, arctic shelf, efficiency indicators.

Интенсивное развитие производственной деятельности, транспортной инфраструктуры, освоение месторождений полезных ископаемых на континентальном шельфе, в том числе арктическом, является одной из причин ухудшения качества окружающей среды [2]. При этом наибольшее воздействие связано с риском разливов нефти и нефтепродуктов, что особенно пагубно сказывается на состоянии чувствительных и уязвимых экосистем Арктики. В соответствии с нормативно-правовыми требованиями оперирующими нефтепродуктами организации должны обеспечивать экологическую безопасность при организации и ведении работ. Однако несмотря на принимаемые меры ни один из оперирующих нефтью объектов не застрахован от инцидента. Вместе с тем своевременное обеспечение готовности, выполненное на основе анализа геоэкологических особенностей зоны риска и соответствующих им технических решений, позволит разработать оптимальные стратегии реагирования, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду [3].

Обеспечение экологической безопасности в условиях неопределенности, которая наиболее ярко проявляется в системе предупреждения и

ликвидации разливов нефти, невозможно без предварительной оценки риска. Риск-ориентированный подход успешно применяется при организации всех основных видов промышленного производства. Предвидеть точное место, время и масштабы аварии невозможно, однако исходя из объемов нефтепродукта, которым оперирует предприятие, и местных условий окружающей среды, можно предположить основные параметры развития событий, что, как правило, осуществляется в соответствии с «Методическими основами анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [5]. На основе оценки риска планируется не только определение приоритетов и стратегий реагирования, но и определяется потенциальный ущерб, который может быть нанесен окружающей среде и социально-экономическим объектам в результате инцидента. В этой связи важным показателем эффективности является недопущение загрязнения нефтью наиболее уязвимых районов, особенно в береговой черте, что достигается путем локализации пятна на открытой акватории, либо его отвод к менее чувствительным участкам [1].

При нефтяном загрязнении взаимодействуют три экологических фактора: сложность и многокомпонентность состава нефти, нефтепродуктов, находящегося в состоянии постоянного изменения, сложность и разнообразие состава и структуры экосистемы, находящейся в процессе постоянного развития и изменения, многообразие и изменчивость внешних факторов, под воздействием которых находится экосистема: температура, давление, влажность, состояние атмосферы, гидросферы и др. так, гидродинамическая активность приводит к фрагментации нефти на водной поверхности. Степень фрагментации влияет на планирование стратегии реагирования. Прогнозы объемов и площадей распространения нефти базируются на механизме гравитационно-вязкостного растекания, поскольку при аварийном разливе в штилевую погоду этот механизм перемещения нефти по водной поверхности является единственно возможным. Площадь нефтяного разлива зависит от времени с момента начала растекания. Ее прогноз возможен только при наличии полной информации об источнике разлива нефти и гидрометеорологических условий в месте разлива. Во время аварии неизвестно, какое количество нефти фактически попадет в акваторию, поэтому при прогнозе следует исходить из максимально возможных объемов нефтепродукта.

Для оценки воздействия нефтепродуктов на морскую акваторию при разливе и планировании дальнейших операций ее ликвидации необходим расчет параметров нефтяного пятна, в первую очередь, его растекание на поверхности воды. С целью оценки потенциального воздействия проводится моделирование поведения нефтяного пятна, на основании чего определяется тактика и стратегия реагирования. Моделирование производится для конкретных видов нефти и нефтепродуктов, для которых планируется операция по ЛРН или которые фактически участвовали в ЛРН при реальной

операции [4]. Сравнение модельных и фактических параметров позволит рассчитать реальный ущерб от аварийной ситуации и оценить ее эффективность, которая определяется, если приняты действенные меры по недопущению растекания нефтяного пятна и минимизировано воздействие на окружающую среду путем использования технических, механических и иных средств сбора.

Список литературы

1. Блиновская Я.Ю. Информационное обеспечение экологической безопасности при разработке нефтяных месторождений на шельфе. Владивосток: Морской гос. ун-т, 2006. 207 с.
2. Ваганов М.А., Белозеров И.П., Пустова Е.Ю. Повышение эффективности мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на арктическом шельфе // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2019. № 5(290). С. 11–14. DOI: 10.33285/2411-7013-2019-5(290)-11-14
3. Волкова Т.А., Маценко С.В. Определение границы зоны чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефти или нефтепродуктов // Эксплуатация морского транспорта. 2010. № 4(62). С. 56–60.
4. Маценко С.В. Расчетно-аналитические методы определения количественного и качественного состава сил и средств для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в морских портах и на морских акваториях. Новороссийск: ЮжНИИМФ, 2017. 476 с.
5. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 387 от 03.11.2022. Руководство по безопасности. Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

УДК 551.343(571.121)
ББК 26.361.22

Д.М. Богатова, А.В. Кислов, И.В. Железнова
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия

ОЦЕНКА РИСКОВ РАЗВИТИЯ СОЛИФЛЮКЦИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА¹

Ключевые слова: солифлюкция, Арктика, изменение климата.

D.M. Bogatova, A.V. Kislov, I.V. Zheleznova
Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia

RISK ASSESSMENT OF SOLIFLUCTION DEVELOPMENT UNDER CLIMATE CHANGE

Key words: solifluction, Arctic, climatechange.

Солифлюкция – это процесс вязкого или пластично-вязкого течения увлажненных грунтов в результате их промерзания и последующего оттаивания, движение материала вниз по склону происходит обычно по мерзлым грунтам или по скальным породам. Солифлюкция происходит в основном в супесчано-суглинистых грунтах в условиях их избыточного переувлажнения. Наиболее благоприятно солифлюкция развивается на склонах крутизной 5–20° при мощности талого слоя 0,5–1 м. Различают медленную солифлюкцию (скорости от нескольких см до м в год) и быструю (до метров в час). Большинство факторов, влияющих на развитие солифлюкционного процесса, подчиняется природной зональности и определяется климатическими характеристиками, влияющими на глубину оттаивания. Природные условия южной тундры менее благоприятные для развития солифлюкции в связи с растительностью и большой глубиной сезонно-талого слоя (СТС).

Целью данной работы была оценка развития солифлюкционного процесса в пределах Ямало-Ненецкого Автономного округа при климатических изменениях. Прогнозирование состояния климата ЯНАО определялось по результатам моделирования глобального климата, осуществленного в рамках 6 фазы проекта СМIP (СМIP6). Для расчетов использовались данные о среднемесячных полях температуры воздуха и месячных суммах осадков для множества климатических моделей мира. В результате для территории ЯНАО данные были получены по сетке с шагом 1°×1°.

¹ Работа выполнена при поддержке госбюджетных тем географического ф-та МГУ.

Изменения климата будет способствовать более широкому развитию солифлюкционного процесса потому, что для северных частей северных административных районов будет увеличиваться глубина сезонного оттаивания, где развиты сильнольдистые грунты.

Солифлюкция широко развита на территории Ямало-Ненецкого Автономного округа и была описана в ходе полевых работ на побережья Карского моря на Ямале и Гыдане сотрудниками лаборатории Геоэкологии Севера, кроме того, отмечалось проявление солифлюкционных процессов в береговых уступах в районе Марре-Сале (отчеты и информационные бюллетени «Гидроспецгеология»).

Для выявления областей, подверженных солифлюкции и прогнозирования этого процесса при изменении климата использовались геологические карты, литературные данные и фондовые материалы. На первом этапе в программном пакете ArcGIS (ArcMap 10.4.1) были привязаны и обработаны карты по природным ландшафтам, по геологическому строению и льдистости, по уклону поверхности [1], проведено дешифрирование участков пойм, как ровных и не подверженных солифлюкции (ни сейчас, ни в будущем), и данные по температуре воздуха.

На втором этапе с шагом в 1 градус проводились расчеты мощность оттаявшего слоя ξ по формуле Кудрявцева. Условием возникновения солифлюкции является: $\tau > \tau_{дл} + \sigma_{дл}$, где τ – касательное напряжение в оттаивающих породах, $\tau_{дл}$ – длительное сопротивление сдвигу оттаивающих пород, $\sigma_{дл}$ – длительное сопротивление на разрыв дерново-растительного покрова. На следующем этапе для оценки возможности развития солифлюкции вычислялась минимальная мощность СТС при которой начнется солифлюкция [2]:

$$\xi_{min} = \frac{\tau_{дл} + \sigma_{дл}}{\gamma \times \sin \alpha \times \cos \alpha}, \quad (1)$$

где γ – плотность грунта, ξ – мощность СТС на момент времени, α – крутизна склона.

Ввиду того, что супесчано-суглинистые грунты наиболее благоприятны для развития солифлюкции, глубина сезонного оттаивания рассчитывалась для супеси с тремя различными значениями влажности. Для удобства коэффициент теплопроводности в талом состоянии соответствовал коэффициенту теплопроводности в мерзлом. На последующем этапе проводилось сопоставление тематических карт факторов, обуславливающих развитие солифлюкционных процессов, позволяющее выделить области с различными рисками проявления солифлюкции при изменении климата.

Солифлюкционные процессы на территории ЯНАО активизируются в летний период, причем иногда наблюдается затухание этих процессов при температурах ниже нормы, и активизация при температурах выше нормы. В ходе анализа имеющихся данных было отмечено, что солифлюкция приуро-

чена к районам распространения многолетнемерзлых пород (ММП), особенно явно в настоящее время проявляется в центральной части полуострова Ямал и Гыдан, северной части Тазовского полуострова (в зоне средней тундры). Активно подвержены солифлюкционным процессам берега Байда-рацкой губы и Карского моря.

В литературе не нашлось информации о развитии медленной солифлюкции в зоне арктической тундры, вероятнее всего это связано с мало-мощным СТС в пределах этой зоны, а также с наличием сильнольдистых грунтов в разрезе, оттаивание которых при наблюдаемых среднегодовых температурах воздуха в теплый период не способствует солифлюкционному процессу. Изменение климата, сопровождающееся повышением среднегодовой температуры, увеличит глубину сезонного оттаивания на 15–25%, что может привести к развитию солифлюкции и в северных районах полуострова Ямал и Гыдан. Потепление вызовет увеличение мощности СТС и в пределах южных частей Ямальского и Тазовского, северных частей Пуровского и Надымского, а также центральной части Уральских административных районов, соответствующих зонам южной тундры и лесотундры. Это в свою очередь повлияет и на солифлюкционные процессы. Поскольку в разрезах присутствуют супесчано-суглинистые грунты, благоприятные для развития солифлюкции, данные области были выделены как районы со средними рисками развития солифлюкционных процессов. Южнее, солифлюкция и так не очень активно развивается, ввиду широкого распространения лесной растительности на водоразделах и значительной мощности СТС, лишь на участках без лесной растительности на склонах северной экспозиции, однако изменение климата будет в дальнейшем приводить к деградации ММП и области распространения солифлюкционных процессов будут уменьшаться.

Список литературы

1. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа / отв. ред. Н.П. Лагутина, Н.И. Островская. Омск: ФГУП Омская картографическая фабрика, 2004. 303 с
2. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях / под ред. Л.С. Гарагули и А.В. Брушкова. М.: Геоинфо, 2016. 512 с.

УДК 551.34(985)
ББК 26.361.22

Д.М. Богатова, С.А. Огородов
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия

ОПАСНЫЕ КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА БЕРЕГАХ КАРСКОГО МОРЯ¹

Ключевые слова: термоэрозия, термокарст, термоденудация, термоабразия, Арктика, динамика берегов.

D.M. Bogatova, S.A. Ogorodov
Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia

DANGEROUS PERMAFROST PROCESSES AT THE KARA SEA COAST

Key words: thermal erosion, thermokarst, thermal denudation, thermal abrasion, Arctic, coastal dynamics.

В связи с активным освоением побережья арктических морей изучение береговых процессов в настоящее время стало достаточно актуальным. Исследование динамики берегов замерзающих морей представляет интерес как с научной точки зрения для улучшения понимания проблемы взаимодействия суши и моря в Арктике, так и с практической точки зрения в связи с тем, что этот регион один из основных источников углеводородного сырья. Здесь на морском побережье и континентальном шельфе расположено несколько крупных нефтегазовых месторождений, таких как Бованенковское, Русановское, Харасавэйское, Крузенштерновское и др.

В рамках исследований изучались три ключевых участка Карского моря: Уральский и Ямальский берег Байдарацкой губы, берег неподалеку от поселка Харасавэй. Была осуществлена классификация основных криогенных процессов, способствующих активному отступанию береговых уступов, и проведена оценка скорости и интенсивности отступления берегов, на которых развиты эти процессы. Кроме того, рассматривалось влияние мерзлотных процессов на береговую инфраструктуру. По типам проявления экзогенных процессов на берегах рассматриваемых участков можно выделить: термоабразию, термоденудацию, термоэрозию.

Термоабразии на Ямальском побережье подвержено 60% береговой линии, на Уральском побережье – 25,6%, на Харасавэе – 5,4%. На побережье

¹ Статья подготовлена при поддержке РНФ, проект № 22-17-00097.

Ямала за период 1960–2000 гг. скорости отступления за счет термоабразии – 0,2–0,4 м/год, максимальные значения 1,1–1,6 м/год. В период 2005–2016 гг. отступление берегов значительно увеличилось до 1,6–6,6 м/год, с максимальными значениями до 15,4 м/год. На Уральском берегу спуск нескольких термокарстовых озер на лайде также способствует значительным темпам отступления берега (в период 2005–2012 гг.), однако термоабразия в последующие периоды уменьшилась и в среднем достигла 0,4–0,9 м/год. На Харасавэйском участке термоабразия происходит в днищах оврагов и дельтах ручьев, впадающих в Карское море. Скорости термоабразии на этих участках составляют от 0,75 до 3,3 м/год с максимальными значениями 6–7 м/год.

Наиболее широко термоденудация развита на Уральском и Харасавэйском побережьях, занимая соответственно 60,4% и 74,9% береговой линии. На Ямальском берегу термоденудация развита на 26,6% территории, с темпами соизмеримыми со скоростями термоабразии от 0,2 до 0,9 м/год, с максимумом 2,4–4 м/год на локальных участках. На Уральском побережье скорости отступления за счет термоденудации составляют в среднем 0,6–1,8 м/год, на отдельных профилях достигая 10–12,2 м/год. Скорости отступления на Харасавэйском берегу в среднем с 1,5 до 0,95 м/год (максимальные значения – с 9 до 3,8 м/год).

Термоэрозионный процесс охватывает 14% территории на Уральском побережье, на Ямале – 14,8%, на Харасавэе – 19,7%. Средние скорости термоэрозии несколько выше, чем для термоденудационного процесса, и значения близки к скоростям отступления за счет термоабразии. Для Уральского берега темпы отступления изменяются от 1,2 до 3,4 м/год при максимальной величине 4,2–9 м/год. Однако, в отличие от термоабразии, показатели термоэрозии быстро не снижаются, и после года с высокими значениями наступает период с несколько меньшими показателями. Скорость отступления берегов за счет термической денудации на Ямале от 0,4 до 0,6 м/год, с максимальным значением 1,3–1,6 м/год. Скорость отступления берегов вследствие термоэрозии для Харасавэйского участка составляет в среднем 0,8–1,4 м/год, максимальные значения 2,1–5,4 м/год.

Таким образом, на всех трех ключевых участках развиты различные типы мерзлотных процессов. Эти процессы протекают примерно с одинаковой скоростью, однако поведение этих процессов в разные периоды времени несколько различается, например, термоабразия замедляется (или даже может прекратиться) через год после сильного шторма, а термоденудация и термоэрозия не замедляются после экстремально теплого года.

Помимо естественных экзогенных процессов, развитых в пределах криолитозоны, на осваиваемых берегах широко развиты техногенно вызванные процессы. К самым опасным и широко распространенным процессам относится термокарст. На Уральском берегу в районе переходы трубопровода термокарст вызван берегозащитными от термоабразии сооружениями. На Харасавэйском участке, как и на Ямальском, строительство объектов

(линейных и площадных) на насыпных грунтах морских террас также способствует развитию термокарста, который впоследствии начинает угрожать самим сооружениям.

Таким образом, криогенные процессы широко развиты на побережье Карского моря и имеют как естественное происхождение, вызванное изменением климата, так и техногенное, провоцируемое неучетом мерзлотных и гидродинамических условий территории.

УДК 627.8(985)
ББК 30.820.3+31.5

Л.Ф. Борисова, А.Н. Коробко
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

СПОСОБ АВАРИЙНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Ключевые слова: аварийное энергоснабжение, Арктическая зона, конструкция источника, плавучий док, береговая линия.

L.F. Borisova, A.N. Korobko
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

METHOD OF EMERGENCY POWER SUPPLY IN AN EMERGENCY SITUATION IN THE ARCTIC ZONE

Key words: emergency power supply, Arctic zone, source design, floating dock, coastline.

Возникновение чрезвычайной ситуации (ЧС) на объектах, расположенных вблизи береговой линии, часто сопровождается обесточиванием цепей электроснабжения. Подвод электроэнергии в условиях ЧС крайне затруднен или невозможен из-за наличия воды. Ситуация усугубляется в Арктической зоне, отличающейся суровыми климатическими условиями [1; 2].

Вместе с тем, наличие приливной воды в зоне ЧС может быть использовано для экстренного аварийного энергоснабжения без риска короткого замыкания. Ниже предложен способ аварийного энергоснабжения в чрезвычайной ситуации объектов, расположенных вблизи береговой линии в Арктической зоне.

Созданию бесплотинных гидроэлектростанций посвящен ряд работ [3; 4; 6]. Конструкция источника аварийного энергоснабжения использует неисчерпаемую энергию приливной воды [3].

Рисунок 1 иллюстрирует конструкцию и работу полупогружной бесплотинной гидроэлектростанции, выполненной на базе плавучего дока, например типа ПД-50. На рисунке стрелками показано движение водяных потоков при погружении (рис. 1, а) и при всплытии (рис. 1, б) бесплотинной гидроэлектростанции.

Бесплотинная гидроэлектростанция выполнена на базе плавучего дока и содержит установленную на понтоне (1) плавучего дока герметичную емкость. Понтон снабжен балластными цистернами (12). Емкость разделена перегородками (2) на три емкости: центральную

основную (3) и две боковые (4). Все емкости в нижней части снабжены водяными затворами (5, 6). Боковые емкости для сообщения с акваторией и с центральной основной емкостью оборудованы внизу водоводами (7). На входе водоводов установлены гидрогенераторы (8) с мультипликаторами. Верхней части емкости снабжены воздуховодами (9) с установленными внутри ортогональными ветрогенераторами (10). В нижней части воздуховоды оборудованы воздушными затворами (11). Воздушные затворы перекрывают движение воздуха в случае аварийной ситуации. Бесплотинная гидроэлектростанция позволяет получать одновременно электроэнергию за счет энергии воды и движения воздуха в емкостях.

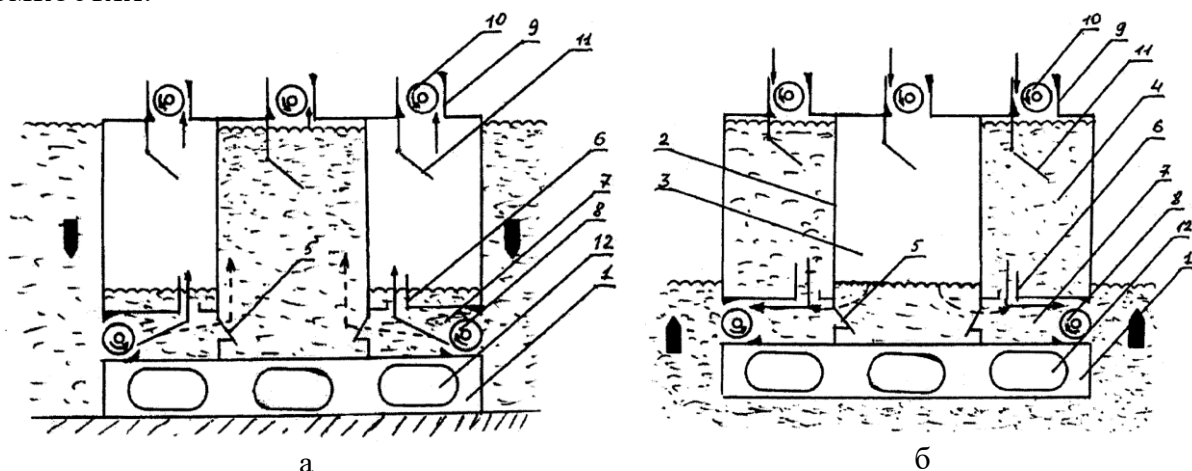


Рис. 1. Конструкция и работа источника аварийного энергоснабжения:
а – на приливе; б – на отливе

Fig. 1. Design and operation of the source of emergency power supply:
а – at high tide; б – at low tide

Все механизмы, обеспечивающие подъем, погружение и безопасность мореплавания плавучего дока, являются штатными, что позволяет использовать гидроэлектростанцию в стоячей воде для выработки электроэнергии.

Технический результат состоит в возможности производить электроэнергию за счет энергии приливов и отливов, из стоячей воды (в морях с малым уровнем прилива, озере, водохранилище, достаточно глубоких реках с малой скоростью течения) с одновременной выработкой электроэнергии за счет движения воздуха в ортогональных ветрогенераторах.

Конструкция бесплотинной гидроэлектростанции отличается простотой реализации и эксплуатации, которая не требует дополнительного обслуживающего персонала [5]. Источник аварийного энергоснабжения не критичен к месту размещения (океан, море, озеро, река), не требователен к химическому составу воды (пресная, морская) и экономичен в эксплуатации.

Предложенный способ аварийного энергоснабжения является универсальным с точки зрения функционирования при различных видах аварийных ситуаций (пожар, землетрясение, техногенная катастрофа с полным или частичным разрушением объектов и обесточиванием).

Список литературы

1. Борисова Л.Ф., Коробко А.Н. Проблемы использования бесплотинных гидроэлектростанций для обеспечения радиосвязи в труднодоступных районах Северного морского пути. Наука и образование в Арктическом регионе: материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 22–24 мая 2019 г. / ФГБОУ ВО «Мурм. гос. техн. ун-т». Электрон. текст. дан. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. С. 191–197.
2. Borisova L.F., Korobko A.N. Providing marginal areas of the Northern Sea Route with radio communications when using dam-free hydropower plants. Published under licence by IOP Publishing Ltd. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 539, 5th International Conference “Arctic: History and Modernity” 18–19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. Doi:10.1088/1755-1315/539/1/012125.
3. Коробко А.Н., Коробко Н.А., Коробко И.А. Бесплотинная гидроэлектростанция: патент RU 2779061C2, заявитель МГТУ; опублик. 31.08.2022.
4. Лятхер В.М. Бесплотинная гидроэлектростанция: патент RU2347937C1, заявитель Лятхер В.М.; опублик. 27.02.2007.
5. Плавающие судоподъемные сооружения – доки (большие, средние, малые, транспортные). URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-ministra-oborony-rf-ot-18092019-n/prilozhenie-n-1/i/suda-obespecheniia-organizatsii-podrazdeleniia-vspomogatelnogo/1/plavuchie-sudopodemnye-sooruzheniia-doki/> [accessed: 20.02.2023].
6. Шестаков Я.И., Багаутдинов И.Н., Поздеев А.Г., Липчак С.В. Бесплотинная гидроэлектростанция: патент RU2241092C2, заявитель Марийский государственный технический университет (RU); опублик. 27.11.2004.

УДК 624.139.6(985)
ББК 26.361.1

А.В. Брушков¹, А.Н. Гордиенко²

¹ *ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;*

² *ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

МОНИТОРИНГ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИКЕ

Ключевые слова: вечная мерзлота, мониторинг, прогноз, чрезвычайная ситуация.

A.V. Brouchkov¹, A.N. Gordienko²

¹ *Lomonosov Moscow State University;*

² *All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

MONITORING OF PERMAFROST FOR THE PREVENTION OF EMERGENCIES IN THE ARCTIC

Key words: permafrost, monitoring, forecast, emergency.

Последние десятилетия проблема изменения климата приобрела особую остроту [1]. Продолжается климатическое потепление, особенно активное в Арктике, что необходимо учитывать при промышленном освоении, добыче природных ресурсов и обеспечении устойчивости зданий и сооружений на вечной мерзлоте. Как известно, вечная мерзлота занимает около 65% территории России, и распространена не только в арктических районах, а на значительных пространствах Сибири и Дальнего Востока. Повышение температур горных пород, как показано на рисунках 1 и 2, несколько отстает от трендов повышения температуры воздуха, однако наблюдается во многих районах и приводит к сокращению несущей способности фундаментов зданий и инженерных сооружений. Для Арктической зоны Российской Федерации предполагаемый ущерб экономике может быть оценен к 2050 г. по крайней мере в 5–7 триллионов рублей только за счет сокращения несущей способности фундаментов [3]. Уже сегодня наблюдаются значительные деформации зданий: их общее число в Арктике составляет около 40% (в Амдерме около 40%, в Диксоне – 33%, Тикси – 22%, Певеке – 50%). Широко известен случай разрушения хранилища топлива в Норильске, повлекший за собой развитие чрезвычайной ситуации. Такие чрезвычайные ситуации в

связи с повышением температур оснований и сокращением несущей способности фундаментов, к сожалению, могут повторяться [2].

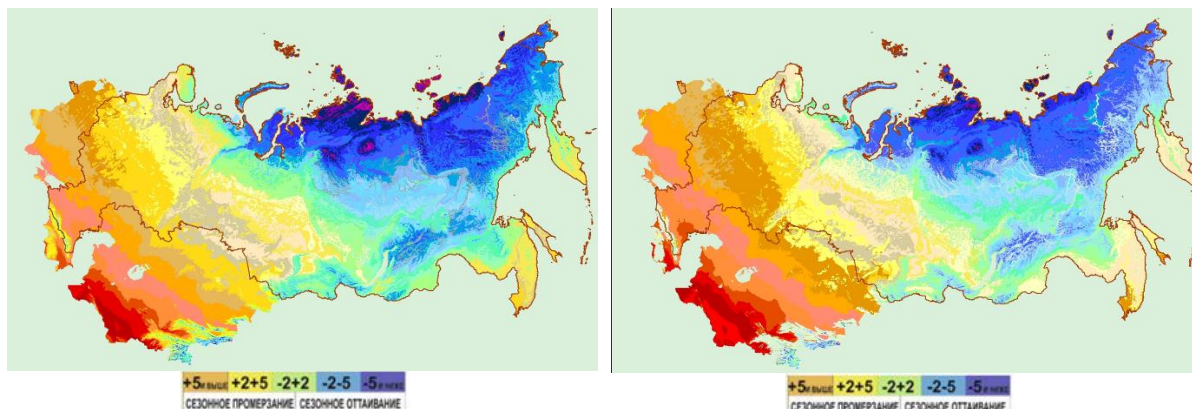


Рис. 1. Вечная мерзлота в РФ:
температуры горных пород

Fig. 1. Permafrost in Russia:
Ground temperatures

Рис. 2. Прогноз температур
горных пород к 2050

Fig. 2. Ground temperatures
forecast for 2050

Обозначенные риски возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обусловленные изменениями состояния территории вечной мерзлоты (состояния криолитозоны) обуславливают мероприятия по защите территории и проживающего на ней населения, иных охраняемых законом ценностей, как это предусмотрено Конституцией Российской Федерации и Федеральным законом от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [4]. Это обеспечивается посредством эффективной деятельности единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, где основным механизмом минимизации государственных расходов на обеспечение благополучной социально-экономической деятельности в Арктической зоне России является предотвращение чрезвычайных ситуаций путем их заблаговременного прогнозирования.

Обеспечить устойчивость северной инфраструктуры поможет система мониторинга состояния вечной мерзлоты федерального значения, результаты работы которой, несомненно, будут определяющими при прогнозировании чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Сегодня системы фоновой (в ненарушенных хозяйственной деятельностью территориях) есть в некоторых научных организациях страны (Институт криосферы Земли и Институт мерзлотоведения СО РАН, МГУ и др.), имеются планы ее создания на основе сети станций Росгидромета. Системы геотехнического мониторинга зданий и инженерных сооружений на вечной мерзлоте имеются в некоторых муниципалитетах (Салехард, Якутск и др.) и на крупных предприятиях (Газпром, Транснефть, РЖД и др.), однако, они имеют некоторые принципиальные недостатки. А именно, слабым местом является анализ получаемых данных наблюдений, составление прогнозов

состояния вечной мерзлоты, и особенно обмен данными между различными организациями и предприятиями. Кроме того, в стране отсутствует единый регламент (рекомендации) и не разработаны принципы технической политики по проведению такого мониторинга. В сочетании с продолжающимся изменением климатических условий и состоянием вечной мерзлоты это представляет собой угрозу безопасности людей и инфраструктуры в Арктике.

При этом в стране имеется почти столетний опыт изучения, наблюдений, строительства и эксплуатации зданий и инженерных сооружений, который может быть применен при создании федеральной системы мониторинга за вечной мерзлотой. Такой мониторинг должен включать многопрофильные универсальные наблюдения, анализ данных, лабораторный контроль, результаты которого должны полагаться в основу локальных, региональных и федерального прогнозов, а также разработку технических решений по обеспечению устойчивости инфраструктуры и предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Доклад ЮНЕП (Программы ООН по окружающей среде) о мерах по адаптации к изменению климата за 2022 год. ООН, 2022.
2. Дубровин В.А., Брушков А.В., Дроздов Д.С., Железняк М.Н. Изученность, современное состояние, перспективы и проблемы освоения криолитозоны Арктики // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2019. № 3. Т. 166. С. 55–64.
3. Мельников В.П., Осипов В.И., Брушков А.В., Бадина С.В., Дроздов Д.С., Дубровин В.А., Железняк М.Н., Садуртдинов М.Р., Сергеев Д.О., Окунев С.Н., Остарков Н.А., Осокин А.Б., Федоров Р.Ю. Адаптация инфраструктуры Арктики и Субарктики к изменениям температуры мерзлых грунтов // Криосфера Земли. 2021. Т. 25, № 6. С. 3–15.
4. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

УДК 656.61(985)
ББК 65.374-81

Дж.В. Бхагват
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Архангельск, Россия

НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ ТРАНСПОРТНУЮ ПОЛИТИКУ

Ключевые слова: транспортная политика, арктическое судоходство, Северный морской путь, безопасность на море, поиск и спасение.

J.V. Bhagwat
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Arkhangelsk, Russia

THE NEED TO INTRODUCE A SAFETY CULTURE INTO THE STATE TRANSPORT POLICY

Key words: transport policy, Arctic shipping, Northern Sea Route, maritime safety, search and rescue.

Введение. Перевозки по арктическим морским путям увеличиваются. Это также привело к увеличению числа аварий и инцидентов. По словам А.А. Горбунова, «Государственная транспортная политика несет ответственность за обеспечение безопасности транспортного процесса и оборудования» [3]. В этой статье будет проанализировано, являются ли меры, принятые Россией в этом отношении, адекватными. Значимость исследования заключается в рисках, связанных с увеличением судоходства по СМП.

Судоходство по СМП – Исторический обзор крупных инцидентов. Первая серьезная проблема произошла в судоходный сезон 1937 г. Здесь уместно упомянуть, что Главсевморпуть начал функционировать в 1932 г. 26 судов были вынуждены остаться в море, в том числе семь из восьми ледоколов. Корабли были эвакуированы единственным оставшимся ледоколом «Ермак» в судоходном сезоне 1938 г. Двадцать четыре корабля были спасены. Только один затонул, а другой был оставлен дрейфовать из-за повреждения рулевого управления. Из-за инцидента полномочия Главсевморпути, который изначально также занимался промышленной и коммерческой деятельностью, были серьезно урезаны. Теперь ему было приказано сосредоточиться только на управлении судоходным маршрутом. Второй крупный инцидент произошел в судоходном сезоне 1983 г. после 46-летнего перерыва [1]. В то время уже не существовало Главсевморпути,

так как эта организация была расформирована в 1964 г. В 2021 г. снова произошел случай, когда 24 судна застряли во льдах вдоль СМП. Интервал между вторым и третьим инцидентами составил 38 лет. Об этом последнем инциденте нет упоминания на сайте администрации Северного морского пути или Ространснадзора.

Инциденты с судоходством в арктических водах. Число жертв кораблекрушений в арктических водах меняется из года в год. Однако общая цифра составляет три потери, 20 судов, пострадавших от поломок оборудования, и восемь судов, пострадавших от пожаров/взрывов в 2020 г., указывает на то, что Арктика является зоной риска. Опять же, в 2021 г. было зарегистрировано две потери в Российской Арктике и Беринговом море – снижение, но не то, что можно было бы игнорировать¹. Это подчеркивает необходимость строгого мониторинга. В случае с лайнером «VikingSky» 479 пассажиров были эвакуированы вертолетом в Мольде группами по 15–20 человек, 24 марта 2019 г. Спустя три года после инцидента на веб-сайтах Норвежской морской администрации не удалось найти никакой информации об извлеченных уроках и анализе допущенных ошибок². Аналогичным образом, веб-сайт Администрации Северного морского пути не содержит информации о действиях, предпринятых после инцидента с Борисом Вилькицким в апреле 2018 г., и других последующих инцидентах, о которых сообщалось в российских СМИ на веб-сайте администрации Северного морского пути. Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор) не публиковала никаких отчетов, связанных с СМП³. К сожалению, Россия занимает пятое место среди всех стран по количеству непредставленных отчетов о серьезных авариях, как того требует Конвенция по охране человеческой жизни на море⁴.

Организационные и технические меры по повышению безопасности мореплавания. Росатому были предоставлены полномочия по контролю за судоходством по СМП, а Главсевморпуть восстановлен в рамках Росатома. В новом плане развития инфраструктуры вдоль СМП предусмотрен отдельный раздел для создания единой цифровой информационной структуры. Это отрадные события. Однако, по-видимому, не проводится кампания по повышению культуры безопасности и понимания рисков в качестве последующих мер в связи с этими инцидентами. Существует особый

¹ Allianz Global Corporate & Specialty. Safety and Shipping Review 2021. URL: <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/AGCS-Safety-Shipping-Review-2022.pdf> (accessed 31 July 2022).

² The Norwegian Safety Investigation Authority. (2021). Current Investigations. URL: <https://havarikommissjonen.no/Marine/Current-investigations> (accessed 31 July 2022).

³ Rostransnador. Deyatel'nost' Profilaktikanarusheniy 2021godu, 2022. URL: <https://rostransnador.gov.ru/deyatelnost/37> (accessed 31 July 2022) (in Russian).

⁴ Casualty reporting falling short of targets. URL: [Casualty reporting falling short of targets: Lloyd's List \(informa.com\)](https://www.loydslist.com/casualty-reporting-falling-short-of-targets) (accessed 31 July 2022) (in Russian).

риск, связанный с судами под удобными флагами, поскольку проводится только проверка документации. Это исследование четко указывает на то, что суда, о которых идет речь, присутствуют в Арктике, и их средняя доля среди всех иностранных судов, за исключением 2022 г., составляет около 50% [2]. «Борис Вилкицкий» был судном, зарегистрированным под удобным флагом (Кипр).

Обсуждение. Приведенный выше анализ показывает, что развитию культуры безопасности, не подлежащей обсуждению, уделялось недостаточное внимание. В некоторых странах приняты законы, направленные на повышение культуры безопасности. Например, Правила торгового судоходства Соединенного Королевства (УК) (Сообщение об авариях и расследование) 2012 г.¹ Предлагается, чтобы Россия приняла аналогичный закон, чтобы продемонстрировать свою серьезность в отношении повышения безопасности и имиджа СМП.

Заключение. Транспортная политика нуждается в совершенствовании и есть необходимость внедрения культуры безопасности в государственную транспортную политику. Законодательный орган может также рассмотреть вопрос о принятии закона, способствующего представлению отчетности и анализу инцидентов, влияющих на безопасность судоходства.

Список литературы

1. Бхагват Дж. Государственная транспортная политика развития СМП в СССР и Российской Федерации в 20 веке // Арктика и Север. 2022. № 47. С. 76–99. DOI: 10.37482/issn 2221-2698.2022.47.76.
2. Бхагват Д.В. Морское судоходство в Арктике: вызовы и возможности повышения безопасности должны найти отражение в транспортной политике государства // Арктика и Север. 2023. № 50. С. 109–126. DOI: 10.37482/issn 2221-2698.2023.50.109.
3. Горбунов А.А. Транспортная политика государства: теория, история, практика. М.: Проспект, 2020. 424 с.

¹ United Kingdom Government. The Merchant Shipping (Accident and Reporting Investigation) Regulations 2012. URL: <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2012/1743/regulation/14/made> (accessed 31 July 2022).

УДК 678.065:502.1
ББК 30.693+38.941.4

И.М. Варюхина
Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Кировск, Россия

АНАЛИЗ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ IV КЛАССА ОПАСНОСТИ

Ключевые слова: переработка, отходы, покрышки, резиновая крошка.

I.M. Varyhina
Branch of Murmansk Arctic State University
Kirovsk, Russia

ANALYSIS OF THE PROCESSING OF SOLID WASTE OF HAZARD CLASS IV

Key words: recycling, waste, tires, crumb rubber.

Правильное обращение с отходами подразумевает выполнение определенных этапов их утилизации [1]. При использовании автомобильных шин в качестве топлива и т.д. под угрозой находится экологическая безопасность процесса, что является неприемлемым, а также увеличиваются финансовые затраты (установка очистного оборудования, экологические платежи т.д.). Применяя механический способ переработки шин, резина будет защищена от термических окислений, будет отсутствовать эффект частичной девулканизации (размягчения и приобретения пластичного состояния), сравнительно снизится энергопотребление, что в первую очередь скажется на себестоимости продукта переработки – резиновой крошки, являющейся достаточно востребованным продуктом, применяемым во многих отраслях народного хозяйства.

Стоимость 1 тонны резиновой крошки на Российском рынке, приблизительно равна 15 000–30 000 руб. в зависимости от:

- а) типа крошки;
- б) качества;
- в) фракции и регион производства.

Резиновая крошка из протекторов всех типов шин является самой качественной:

- в ней нет никаких включений, и она является самой чистой;
- в протекторной части шины (в беговой дорожке) самая качественная и дорогая резина.

Исходя из требований экологической безопасности, снижения энергоёмкости процесса переработки, стремления минимизировать капитальные затраты и уменьшить срок пуска производства при повышенном спросе на получаемый продукт, следует провести анализ технологических схем для поэтапной переработки шин, с целью рационализации этого процесса [3].

Рассмотрим последовательность операций полного цикла переработки. Отработанные автошины складированы на специальной площадке возле производственного здания. Затем автопогрузчики доставляют их в главные ворота производственно-бытового здания, в котором уже установлена линия станков и оборудования по переработке отработанных шин. Грузовая или легковая шина вручную или с помощью подъемного механизма устанавливается на «вырыватель», который извлекает бортовую проволоку из посадочного кольца. Извлеченная бортовая проволока складывается для прессовки и вывоза. На выходе получают чистую бортовую проволоку (которую можно сдать на металлолом) и резиновая составляющая шины. Далее шина подается на гидравлические ножницы, предназначенные для разрезания шин на 2–8 частей, которые впоследствии поступают на станок, предназначенный для производства крупных чипсов массой около 2,5 кг и толщиной не более 40 мм. После этого чипсы по ленточному конвейеру направляются в шредер первичного измельчения для измельчения до размера 50×50 мм. Следующая стадия – среднее измельчение до размера 15×15 мм. Измельченные чипсы направляются на магнитный сепаратор для отделения их от металлокорда. Далее они поступают для измельчения до размера менее 8 мм, с последующим уменьшением крупности до 0,1–4,5 мм и отделением от текстильного корда для разделения на три фракции: более 8 мм, 4–8 мм и 0,1–4,5 мм. После завершения технологического процесса, готовая продукция, (резиновая крошка различной фракции) складированная в мешки, автопогрузчиками через вторые ворота, доставляется на склад готовой продукции [5].

При частичной переработке покрышек с шины срезается чистая резиновая крошка, и покрышка перерабатывается до появления корда. Далее есть два варианта: если шины диагональной конструкции (текстильный тип корда), возможна переработка ее до бортовых колец. Однако после начала появления в резине текстильных нитей, крошка на выходе будет с примесями текстиля. Если шина радиальной конструкции корда (металлический корд), то она перерабатывается только до появления металлического корда. В процессе безотходной переработки шин в готовую продукцию вырезаются бортовые кольца, боковины, осуществляется резка на 2–3 части по беговой дорожке. Компоновка кордовых слоев, остатков шины, делает их удобными для дальнейшей переработки, складирования и транспортировки. Далее готовое сырьё (резиновые пластинки) можно использовать в изготовлении продукции или гранулировать на дополнительном оборудовании. На выходе будем иметь резиновые гранулы рубленой правильной формы

2–4 мм и прочих заданных ситом размеров. Применение гранулятора расширит возможности цеха по ассортименту выпускаемой крошки, позволит перерабатывать дополнительные типы утильсырья, увеличит общую производительность. Оставшиеся части корда можно транспортировать на предприятия по полной переработке или измельчить в чипсы размером до 50×50 мм, что в свою очередь уменьшит объём для транспортировки переработанных покрышек [8].

Что касается вопроса транспортировки, то данный аспект рассмотрен в законодательстве лишь в части перевозки отходов, т.е. использованных шин [9]. Для грамотной передачи продуктов переработки отходов (готовая продукция) потребителю должна быть разработана соответствующая законодательная база с указанием требований к транспортировке (способ), назначением ответственных лиц и их полномочий и т.д.

Список литературы

1. Горовец В.Г. Утилизация шин. Проблема и ее аспекты // Автотранспортное предприятие. 2005. № 4. С. 40–41.
2. Gorovets V.G. Tire recycling. The problem and its aspects // Motor transport enterprise. 2005. № 4. P. 40–41.
3. Клищенко В.П., Пославский А.П., Сорокин В.В. Методы комплексной утилизации отработанных изделий транспортных средств из резины и резиносодержащих отходов // Прогрессивные технологии в транспортных системах. 2011. № 1. С. 135–141.
4. Klishchenko V.P., Poslavsky A.P., Sorokin V.V. Methods of complex utilization of waste products of vehicles from rubber and rubber-containing waste // Progressive technologies in transport systems. 2011. № 1. P. 135–141.
5. Кураков П.А. К вопросу о выборе способа переработки автомобильной резины // Автотранспортное предприятие. 2008. № 12. С. 25–27.
6. Kurakov P.A. On the choice of a method for processing automotive rubber // Avtotransportnoepredpriyatie. 2008. № 12. P. 25–27.
7. Технология переработки покрышек в крошку / ООО «ГРУППА ЭКС-ПЛОТЭКС»; Российская Федерация. URL: <http://explotex.ru>.
8. Technology for processing tires into crumbs / ООО «GROUP EXPLOTEX»; Russian Federation. Access mode. URL: <http://explotex.ru>.
9. ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин.
10. GOST R 54095-2010 Resource saving. Requirements for the sustainable disposal of used tires.

УДК 502.1(985)
ББК 38.9

Ж.В. Васильева
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ
КАФЕДРЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МГТУ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ ГОРОДОВ
И ПРЕДПРИЯТИЙ В АРКТИКЕ**

Ключевые слова: научные разработки, техносферная безопасность, Арктический регион, технологии, мониторинг.

Zh.V. Vasileva
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

**RESEARCH PROJECTS OF THE TECHNOSPHERE SAFETY
DEPARTMENT OF MSTU TO ENSURE THE RESILIENCE
OF CITIES AND ENTERPRISES IN THE ARCTIC**

Key words: Scientific project, technosphere safety, Arctic region, technologies, monitoring.

В работе предпринята попытка обобщить результаты текущих исследовательских проектов МГТУ (Мурманского государственного технического университета), посвященных обеспечению жизнестойкости городов и предприятий в Арктике. Приведены основные характеристики проектов, дано их описание, цели, задачи, подробно описаны промежуточные и итоговые результаты.

Отмечается, что основной фокус научных разработок МГТУ в сфере обеспечения жизнестойкости городов и предприятий в Арктике сосредоточен на следующих релевантных направлениях:

- инновационные технологии переработки отходов, защиты природных сред Арктики, в т.ч. при разработке месторождений;
- мониторинг природной и антропогенной среды Арктики;
- биопозитивные технологии защиты арктической морской среды;
- анализ, моделирование и управление техносферными рисками, в т.ч. предупреждению, готовности и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- устойчивое развитие городов и поселений в Арктике, «зеленое» строительство.

При реализации научно-исследовательской деятельности в данной сфере МГТУ тесно сотрудничает с российскими и международными научными и образовательными организациями, в том числе в сетевой форме.

Автором сформулированы основные вызовы при реализации таких проектов и предлагаемые решения. Отмечается, что для реализации значимых проектов в сфере обеспечения жизнестойкости городов и предприятий в Арктике необходимо создавать российские межрегиональные и междисциплинарные коллективы специалистов, а также в текущих условиях необходимо усилить институциональную и финансовую поддержку интернациональных исследовательских коллективов.

В работе также отмечается высокий вклад исследователей МГТУ и научно-образовательных учреждений региона в развитие научно-технического потенциала Арктического региона, развитие перспективных исследований и решение актуальных проблем в сфере обеспечения устойчивости и жизнестойкости предприятий и поселений региона.

Автор работы делает вывод о том, что исследования в данной сфере востребованы для всех стран региона и могут способствовать развитию международных связей, новых исследовательских компетенций и опыта. Накопленный опыт современного международного научного и образовательного сотрудничества в арктическом регионе может послужить на благо освоения циркумполярных территорий.

УДК 504.4:665.61(268.45)
ББК 26.221.8+33.361.44

Ж.В. Васильева, М.В. Васеха
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПРИРОДНЫХ СРЕД АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА С ПОМОЩЬЮ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: аварийные разливы нефти, арктическая акватория, сорбенты, эффективность, температурные режимы.

Zh.V. Vasileva, M.V. Vasekha
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF REDUCING THE LEVEL OF OIL POLLUTION OF NATURAL ENVIRONMENTS OF THE ARCTIC REGION USING SORPTION MATERIALS

Key words: emergency oil spills, Arctic water area, sorbents, efficiency, temperature regimes.

Разработка и эксплуатация новых нефтяных месторождений на арктическом шельфе ведет к увеличению рисков нефтяных разливов, что требует использования эффективных в суровых климатических условиях средств и материалов для ликвидации аварийных разливов нефти [1]. Актуальным является вопрос изучения процессов снижения уровня загрязнения нефтепродуктами различных природных сред с помощью сорбционных материалов в арктических и субарктических условиях [2].

Объектами проведенных исследований являлись коммерческие сорбенты, широко используемые предприятиями и организациями, работающими в акватории Кольского залива, а также сорбенты, полученные из регионального сырья (Мурманская область), в том числе из органических отходов. Моделирование аварийных разливов осуществлялось с помощью морской воды, отобранной в южном колене Кольского залива, в качестве модельных загрязнителей использовались образцы нефти и нефтепродуктов, которые добываются или используются в Арктической зоне РФ. Температура эксперимента составляла плюс 5⁰С ($\pm 1^{\circ}$ С), имитируя среднегодовую температуру поверхности морской Кольского залива. Все это позволило получить достаточно приближенные к реальным условиям результаты.

Авторами установлены кинетические зависимости изменения содержания нефтепродуктов в морской воде в условиях разлива нефти, дизельного топлива, судового масла при пониженных температурах. Получены экспериментальные данные сорбционной емкости коммерческих сорбентов, а также сорбентов на основе регионального сырья в отношении потенциальных загрязнителей акватории Баренцева моря – нефти сорта ARCO, судового дизельного топлива и судового гидравлического масла. Выполнено сопоставление полученных результатов по сорбционной емкости с данными, заявленными производителями или известными данными по литературным источникам.

Исследована эффективность очистки морской воды, загрязнённой разными видами нефтепродуктов при низких температурных режимах с помощью исследованных сорбентов, а также установлены динамики снижения нефтезагрязнений при использовании указанных сорбционных материалов, что может помочь определять временные рамки работ ликвидации аварийных разливов нефти и улучшать их организацию в арктической акватории.

Список литературы

1. Pongrácz E., Hänninen N. Arctic Marine Sustainability: Arctic Maritime Businesses and the Resilience of the Marine Environment // Arctic Marine Sustainability. 2020. 504 p. DOI:10.1007/978-3-030-28404-6.
2. Yang Z., Chen Z., Lee K., Owens E., Boufadel M.C., An C., Taylor E. Decision support tools for oil spill re-sponse (OSR-DSTs): Approaches, challenges, and future research perspectives // Mar Pollut Bull. 2021 Jun; 167:112313. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112313.

УДК 504.4:665.61
ББК 26.221.8в675

П.С. Ващенко
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

КАРТЫ ESI В ПЛАНАХ ЛРН: ПОДГОТОВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Ключевые слова: воздействие нефти на берег, индекс экологической чувствительности, карты для планов ЛРН.

P.S. Vashchenko
Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

ESI MAPS IN OSR PLANS: PREPARATION AND USE

Key words: impact of oil spill to the shore, environmental sensitivity index, maps for oil spill response.

В случае возникновения аварийной ситуации разлива нефти на море, прибрежная и береговая зоны являются наиболее значимыми с точки зрения масштабов экологических последствий. Участки побережья в зависимости от их структуры, могут значительно отличаться с точки зрения сложности уборки последствий разлива и степени его воздействия. Для решения задачи выявления наиболее ранимых или более устойчивых к загрязнению участков, для побережья большого числа стран, применяются карты чувствительности [1]. Определение чувствительности базируется на классификации разработанной Gundlach, Hayes [2]. На сегодняшний день имеются рекомендации по разработке карт чувствительности [3].

Такие карты содержат: сведения о чувствительности береговой линии, границы присутствия биологических объектов в прибрежной зоне, социально-экономические объекты (например, портовые сооружения, садковые хозяйства). Чувствительность береговой линии представляется в ранжированном виде, как правило в градациях 1–10 (с подтипами), где 10 максимально чувствительные участки, которые необходимо защитить от попадания нефти. Понятие чувствительность в данном подходе включает в себя степень экологических последствий разлива, способность к накоплению загрязнения на берегу, сложность уборки того или иного участка берега и т.д. К сожалению учитываемые параметры представлены в виде некоторых порядковых величин, т.е. не могут быть оценены количественно. В этой связи невозможно говорить о том, что участок с чувствительностью «2» в два раза

чувствительнее чем «1». Эта особенность таких карт несколько ограничивает их применение, например, для задач оценки стоимости компенсации ущерба или анализа рисков.

При подготовке карт наиболее трудоемкой и затратной задачей является сбор данных о чувствительности берега. Основными источниками данных, как правило, являются фото и видео съемка [3] полученная одним из трех способов: с борта судна, летательного аппарата, либо непосредственно с берега. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки.

Ранее нами выполнялась оценка чувствительности побережья Кольского залива и построение соответствующих карт [4; 5; 6].

Определение чувствительности непосредственно с берега наиболее информативно, но при этом наиболее длительно и затратно. Такой подход стоит применять для картографирования районов с высокой чувствительностью, выявленных более простыми методами.

Определение чувствительности путем съемки берега с борта судна дает неплохие результаты, однако требует много времени на обработку данных. Такие данные не могут быть нанесены на карту напрямую поскольку координаты съемки (с акватории) необходимо сопоставить с профилем берега на карте в ручном режиме. Кроме того, не во всех случаях возможно движение судна достаточно близко к берегу.

Съемка побережья с воздуха, особенно с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) весьма эффективна. Использование БПЛА, и ортофотопланов полученных в результате, позволяет точно определять границы участков с различной чувствительностью. Основным ограничением данного метода являются запреты на полеты над рядом участков побережья.

В независимости от способа получения данных, карта экологической чувствительности содержит сведения о расположении районов приоритетной защиты. Кроме того, фото и видео материалы (включая детальный ортофотоплан местности) позволят обеспечить детальное представление о районе ликвидации разлива, что в свою очередь необходимо для выбора участков приоритетной защиты, а также планирования развертывания сил и средств.

Список литературы

1. IPIECA, IOGP (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, International Association of Oil & Gas Producers). Contingency planning for oil spills on water Good practice guidelines for the development of an effective spill response capability. 2016. 60 p.
2. Gundlach E.R., Hayes M.O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts // Mar. Tech. Soc. 1978. V. 12, Iss. 4. P. 18–27.
3. Petersen J., Nelson D., Marcella T., Michel J., Atkinson M., White M., Boring C., Szathmary L., Weaver J. Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 4.0. NOAA Technical Memorandum NOSOR&R 52, 2019. 228 p.

4. Ващенко П.С., Калинка О.П. Применение ГИС технологий для оценки чувствительности побережья Кольского залива к разливам нефти // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 3. С. 542–549.
5. Ващенко П.С. Картограммы экологической чувствительности берегов Кольского залива // Кольский залив и нефть: Биота, карты уязвимости, загрязнение / под. ред. А.А. Шавыкина; ММБИРАН. СПб.: Реноме. С. 365–384.
6. Vashenko P.S., Shavykin A.A. Aerial photography for assessing the sensitivity of the coast to oil spills (on the example of the Kola Bay) // Natural volatiles & essential oils. 2021. Vol. 8, Is. 4. P. 1–14.

УДК 551.578.48(571.121)

ББК 26.222.817

М.А. Викулина, И.В. Железнова, А.Р. Аляутдинов

*ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»*

г. Москва, Россия

ИЗМЕНЕНИЕ ЛАВИННОЙ АКТИВНОСТИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЯНАО К СЕРЕДИНЕ XXI ВЕКА

Ключевые слова: изменение климата, лавина, лавинная активность, лавинная опасность, ЯНАО.

М.А. Vikulina, I.V. Zeleznova, A.R. Alyautdinov

Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russia

CHANGES IN AVALANCHE ACTIVITY DUE TO CLIMATE CHANGE IN THE YANAO BY THE MIDDLE OF THE 21ST CENTURY

Key words: changing of the climate, avalanche, avalanche activity, avalanche hazard.

Быстрые изменения климата, происходящие в последние десятилетия и ожидаемые в дальнейшем, создают вариации состояния природной среды, которые влияют на климатически зависимые отрасли экономики и экологию человека. Для ЯНАО на середину XXI века выполнен прогноз потепления (на основе 42 моделей проекта СМIP6) и его влияние на рост экстремальности температуры и осадков. Далее полученные данные значений среднемесячной температуры и количества осадков использовались для определения динамики характеристик лавинной активности.

В пределах исследуемого региона лавиноопасные области расположены в восточной половине Полярного Урала: в Шурыкшанском и Приуральском районах, где лавиноопасный период продолжается в течении 200–220 дней в году. Данный факт связан с холодной зимой, достаточным количеством твердых осадков, частыми сильными ветрами и метелями [2].

Рельеф Полярного Урала определяет образование как лотковых, так и склоновых лавин. Из факторов лавинообразования в зимний период лидируют метели. Частота метелей составляет в среднем 150 дней в году [2]. Обширные плоские поверхности в сочетании с метелевым переносом создают предпосылки образования снежных карнизов, обрушение которых часто является причиной схода лавин весной при таянии снега. В осевых частях хребта в Приуральском районе из каждого лавиносбора в среднем сходит 2–3 лавины за год, объемом от 10 000 до 100 000 куб. м [1].

На данный момент больше половины рассматриваемой территории (около 60%) занимают районы со значительной степенью лавинной активности, которые отмечаются в осевой зоне восточного макросклона Полярного Урала и в его северной части, а также в массиве г. Ханмей. Здесь лавины сходят ежегодно. Предгорья восточного склона и северные низкогорья, где абсолютные высоты не превышают 400 м, отнесены к районам со слабой степенью лавинной активности. Лавины здесь возможны только в многоснежные зимы. Остальные районы характеризуются средней степенью лавинной активности [1].

Чтобы определить уровень лавинного риска для ЯНАО к середине XXI века, необходимо понять, как изменится повторяемость лавин по сравнению с современными значениями. Установлено, что средняя многолетняя повторяемость лавин в лавинном очаге находится в зависимости от среднего многолетнего значения максимальной декадной высоты снежного покрова H_{cp} [2].

Значения H_{cp} можно определить по специально разработанному для составления лавинных карт методу. Он основан на зависимости толщины снежного покрова от суммы осадков холодного периода (ноябрь-март) и средней температуры самого холодного месяца (январь для Полярного Урала) [3]. Исходя из существующей зависимости была определена H_{cp} для исследуемого района. Выяснилось, что к 2050 г. ожидается увеличение высоты снежного покрова, и лишь на юго-восточной оконечности хребта не произойдет изменений. Это связано с ростом количества осадков и недостаточным увеличением температуры к этому времени, поэтому значительная часть осадков будет выпадать в твердом виде.

Характер зависимости средней многолетней повторяемости лавин от H_{cp} и температуры самого холодного месяца была определена исходя из наблюдений на различных метеостанциях СССР [2]. Исходя из значений H_{cp} и температуры января нами была получена расчетная повторяемость лавин, которая увеличивается на протяжении всего хребта на 10%, а в осевых частях Полярного Урала на 20%. В юго-восточном районе повторяемость лавин останется на современном уровне.

Одним из важнейших показателей лавинной опасности является продолжительность лавиноопасного периода. Лавиноопасный период длится от момента образования снежного покрова толщиной 30 см до времени, когда сезонный снег уменьшается до этих значений. В первую очередь необходимо определить число дней со снежным покровом, которое в свою очередь зависит от суммы температур октября, января и апреля, и суммы осадков холодного периода [4]. Исходя из полученных значений числа дней со снежным покровом и известной уже максимальной средней декадной высоты снежного покрова H_{cp} с помощью установленных зависимостей [4] нами была получена расчетная продолжительность лавиноопасного периода в 2050 г.

Ожидается, что на большей части Полярного Урала продолжительность лавиноопасного периода не изменится и останется в рамках современных значений. В осевых частях и на севере произойдет незначительное увеличение продолжительности лавиноопасного периода на 5–10%.

Таким образом, к 2050 г. прогнозируется повышение уровня лавинного риска по сравнению с современным периодом за счет того, что повторяемость лавин вырастет практически на всей исследуемой области, кроме того, в некоторых районах также произойдет и увеличение продолжительности лавиноопасного периода, что приведет к еще большему повышению лавинного риска.

Список литературы

1. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. Том 1. М.: ИГ РАН, 1997.
2. География лавин / под ред. С.М. Мягкова, Л.А. Канаева. М.: Изд-во МГУ, 1992. 332 с.
3. Околов В.Ф., Мягков С.М. Методика долгосрочного прогноза климатических обусловленных опасных явлений (на примере лавин) // Оценка и долгосрочный прогноз изменения природы гор. М., 1987. С. 104–120.
4. Околов В.Ф., Мягков С.М., Глазовская Т.Г. Число дней со снежным покровом (расчет для горных районов) // Склоновые процессы (лавины и сели). М., 1980. С. 125–132.

УДК 574.36(985)
ББК 31.6

Г.В. Волощук, М.Ю. Антонова
Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Кировск, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Ключевые слова: Арктическая зона, биомасса, энергосбережение, биоэнергетика, органические отходы, экономическая эффективность, альтернативные источники.

G.V. Voloshchuk, M.Y. Antonova
Branch of the Murmansk Arctic State University
Kirovsk, Russia

ECOLOGICAL USE OF BIOMASS IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE ARCTIC ZONE

Key words: Arctic zone, biomass, energy conservation, bioenergy, organic waste, economic efficiency, alternative sources.

Сегодня подавляющее большинство людей знает о том, что запасы углеводородов не беспредельны, что органическое топливо нужно беречь. Вот почему изучение и использование нетрадиционных источников энергии в климатических условиях Арктической зоны является актуальным.

В Мурманской области внедряются энергосберегающие установки с использованием энергии ветра, гидроресурсов, так как этому способствуют географическое положение и климатические условия нашего региона. Сегодня перспективным нетрадиционным источником энергии является биомасса, так как она доступна в неограниченных количествах. На сегодняшний день для энергетических целей это может позволить вывести страну на новый экономический уровень. Топливо из биомассы можно использовать для различных целей – от обогрева жилищ до производства электроэнергии и топлива для автомобилей.

Ресурсы биомассы, пригодной для производства энергии, весьма значительны. К таким видам ресурсов относятся все биомассы природного происхождения (травы, кустарники, леса) и агрокультурного происхождения (зерновые, овощи, сахарный тростник, картофель, отходы сельскохозяйственного производства).

Биоэнергетика получает электричество и тепло из топлива первого, второго и третьего поколений: «...первое поколение – твёрдое, жидкое и газообразное биологическое топливо (газ от переработки отходов; второе

поколение – топливо, полученное из биомассы (остатков растительного или животного материала, или специально выращенных культур; третье поколение – биологическое топливо из водорослей...» [3].

Таким образом, биомассу можно условно разделить на три основных вида биологического топлива: «...твёрдое (древесина, щепа, гранулы, брикеты), жидкое (биодизель, этанол) и газообразное (биологический газ)...» [3].

Использование энергии биомассы обладает многими уникальными качествами, которые обеспечивают его экологические преимущества. Оно может способствовать смягчению проблемы изменения климата, уменьшению количества кислотных дождей, эрозии почвы, смягчению проблемы загрязнения водоемов и нагрузки на полигоны твердых бытовых отходов, обеспечению среды для существования диких видов животных и возможности поддерживать здоровые условия проживания людей.

При анализе состояния использования технологии биомассы мы выявили, что ранее биогаз использовали лишь в теплых климатических условиях, но современные технологии позволяют эффективно применять биогазовые энергетические системы в условиях континентальных климатических зон, преобладающих и на территории России.

Существуют такие направления в производстве биогаза в России как строительство промышленных станций, так и строительство модульных установок заводского производства.

Сырьем для получения биогаза может служить широкий спектр органических отходов – твердые и жидкие отходы агропромышленного комплекса, сточные воды, твердые бытовые отходы, отходы лесопромышленного комплекса.

Для того чтобы использование биомассы в Мурманской области достигло промышленных масштабов, необходимо, чтобы этим заинтересовались на государственном уровне. Необходимо донести сведения об экономической эффективности биомасс до потенциально возможных производителей тех предприятий, которые развиваются на территории района.

Современные методы получения является реальными для перехода на альтернативные источники энергии, Неисчерпаемое экологически чистые технологии использования биомассы в Арктической зоне дают возможность гармоничного сосуществования человеческого общества с окружающей средой.

Исследование в филиале по развитию направления использования вторичной биомассы с целью предотвращения загрязнения окружающей среды продолжается. Причём прогнозируется, что с биомассой практически весь мусор сжигается, и отходов почти не будет. Так решится проблема уничтожения мусора и обеспечения Кировско-Апатитского района энергией при минимальных затратах.

Для того чтобы использование биомассы в Мурманской области достигло промышленных масштабов, необходимо, чтобы этим заинтересовались на государственном уровне. Нужно донести сведения об экономической эффективности биомасс до потенциально возможных производителей тех предприятий, которые развиваются на территории района, в частности компании ФосАгро.

Современные методы являются реальными для перехода на альтернативные источники энергии, Неисчерпаемое экологически чистые технологии использования биомассы в Арктической зоне дают возможность гармоничного сосуществования человеческого общества с окружающей средой.

Список литературы

1. Александров Г., Зайцева И. и др. Природа и природные ресурсы Мурманской обл. Апатиты, 2005
2. Биомасса как источник энергии: пер. с англ. / под ред. С. Соуфера, О. Заборски. М.: Мир, 1985. 368 с.
3. Благородов В.Н. Проблемы и перспективы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии // Энергетик. 1999. № 4. С. 2.

УДК 004.6:551.579
ББК 26.230

Е.Д. Вязилов
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»
г. Обнинск, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СЛУЧАЕ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Ключевые слова: опасные явления, гидрометеорологическое обеспечение, сервисы.

E.D. Viazilov
All-Russian Research Institute
for Hydrometeorological Information – World Data Centre
Obninsk, Russia

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROMETEOROLOGICAL SUPPORT IN EVENT OF DISASTERS

Key words: disasters, hydrometeorological support, services.

Существующая система гидрометеорологического обеспечения (ГМО) имеет следующие недостатки:

1. Большой объём передаваемых данных потребителю. Пользователю нужны определенные параметры, которые могут повлиять на его деятельность. Нужно стремиться уменьшить объем контента таким образом, чтобы руководитель с помощью мессенджера или электронной почты мог одним взглядом оценить ситуацию (тенденции изменения параметров, уровень опасности, что влияет и на какую деятельность предприятия).

2. Потребитель должен получать информацию, только тогда, когда значения показателей опасных явлений (ОЯ) превышают локальные пороговые значения, влияющие на конкретное предприятие и вид его деятельности. При этом выделяется три уровня опасности (желтый, оранжевый, красный).

3. Запросы руководителей на гидрометеорологическую информацию (ГМИ) качественно не изменились, изменились требования к скорости предоставления информации, объемам передаваемых данных, формам визуализации за счет развития современных информационных технологий и методов их использования – только информирование, повышение эффективности деятельности предприятия, занесение информации в существующие информационные системы, доставка данных напрямую в автоматизированные бизнес-процессы предприятий.

4. Необходимо осуществлять непрерывный комплексный контроль состояния гидрометеорологической обстановки на протяжении всего жизненного цикла предприятия и способствовать повышению эффективности работы предприятий и уменьшению убытков от ОЯ.

Для устранения этих недостатков требуется создание сквозной схемы обработки, доведения и использования данных – «от наблюдения до принятия решений» [1]. ГМО должно применяться на всех этапах жизненного цикла объекта: прогнозирование развития промышленного района или городского района с учетом риска ОЯ; планирование; инженерное проектирование; строительное проектирование; строительство; эксплуатация промышленного объекта или сооружения; утилизация объекта. Необходимо повысить осведомленность и информирование руководителей о состоянии гидрометеорологической обстановки.

Для реализации такой схемы ГМО должны быть разработаны сервисы:

- Подписка пользователей на запрашиваемые данные с указанием географии (координаты точки или района), состава параметров; типа информации (наблюдения и или прогноз, климат), тип объекта, вид деятельности, локальные пороговые значения параметров, при которых необходима рассылка, адрес (электронной почты, номер мобильного телефона или ftp-сервер), на который необходимо передать данные.
- Автоматическая идентификация ОЯ в потоках исходных и прогностических данных для точки или района с определенным уровнем опасности на основе локальных пороговых значений показателей ОЯ для объектов, которые в данный момент находятся на обслуживании.
- Отбор из списка штормовых сообщений записей, относящихся к районам (точкам), указанным в заявке пользователя, и передает сведения об ОЯ (название объекта, вида деятельности, название параметра, его значение, уровень опасности) пользователю на электронную почту, номер мобильного телефона, в личный кабинет.
- Информационная панель, на которой в реальном времени отражаются значения наблюдаемых и прогностических параметров, отмечаемые на иконках гидрометеорологических приборов, с указанием уровня их опасности и графиков изменения параметров за последнюю неделю.
- МетеоМонитор – средство компактной визуализации исходной, прогностической и климатической информации, а также индикации уровня опасности на интерактивной карте для детального знакомства с гидрометеорологической обстановкой в точке или по району.
- Выдача сведений о возможных воздействиях ОЯ на объекты с оценкой возможного ущерба, а также перечень рекомендаций для проведения превентивных мероприятий.
- Доставка информации в информационные системы пользователя с автоматической загрузкой в базы данных.

- Поддержка решений – средство выдачи сведений о воздействиях ОЯ на промышленные предприятия и население, включая фотографии, видео, с показом воздействий дождя, снега, наводнений и других явлений на деятельность населения и предприятий, рекомендаций для выполнения превентивных и спасательных и других мероприятий.
- Экономические модели – средства расчета возможных ущербов, а также стоимости превентивных мероприятий для устранения возможных воздействий или уменьшения убытков.
- Средства сигнализации об опасности ГМУ – цветовые, звуковые, мнемосхемы, панели сигнализации, другие.
- Благодаря этим сервисам можно осуществлять мониторинг уровней опасности для каждого предприятия, на которые влияют окружающая среда, и доводить до потребителей сведения об ОЯ с помощью СМС-сообщений.

В системе мониторинга состояния работы аппаратно-программных средств, состояния обработки и получения цифровой информационной продукции появятся средства получения и анализа показателей работы системы ГМО. Эти средства позволят администратору сквозной технологии обработки потоковых данных видеть состояние всех процессов обработки данных, управлять ими и вовремя вмешиваться в этот процесс, если возникнет внештатная ситуация.

ГМО можно использовать для обеспечения жизнестойкости городов и предприятий Арктической зоны Российской Федерации для выдачи прогнозов воздействий и рекомендаций для адаптации к изменениям климата в рамках системы «Умный город».

Предлагаемое развитие ГМО сэкономит руководителю время и ресурсы на получение данных и анализ гидрометеорологической обстановки. Сервисы будут автоматически выявлять ОЯ, быстро предупреждать потребителей о них потребителей, давать прогноз воздействий ОЯ на население и предприятия, оценивать ущерб, выдавать рекомендации для принятия решений и рассчитывать стоимость превентивных мероприятий. Предложенные идеи и решения реализуются в рамках модернизации ЕСИМО (<http://esimo.ru>).

Список литературы

1. Вязилов Е.Д. Цифровая трансформация гидрометеорологического обеспечения потребителей. Т. 1: Подходы по реализации. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2021. 354 с.; Т. 2: Применение в различных областях. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2022. 356 с.

УДК 528.94:551.462.32(985)

ББК 26.361в675

А.В. Гаврилов¹, В.В. Малахова², Е.И. Пижанкова¹

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия;

² ФГБУН «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения

Российской академии наук»

г. Новосибирск, Россия

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА – ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНЫХ РИСКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУРАХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

Ключевые слова: криолитозона арктического шельфа, опасные геологические процессы, математическое моделирование, картографирование, районирование, палеогеографический сценарий.

A.V. Gavrilov¹, V.V. Malakhova², E.I. Pizhankova¹

¹ Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia;

² The Institute of Computational Mathematics
and Mathematical Geophysics of the Siberian Branch

Russian Academy of Sciences

Novosibirsk, Russia

ENGINEERING AND GEOCRYOLOGICAL MAP IS A TOOL FOR ASSESSING POSSIBLE RISKS DURING GEOLOGICAL EXPLORATION WORK ON OIL AND GAS BEARING STRUCTURES OF THE ARCTIC SHELF OF RUSSIA

Key words: permafrost zone of the Arctic shelf, hazardous geological processes, mathematical modeling, mapping, zoning, paleogeographic scenario.

Содержание инженерно-геокриологических карт арктического шельфа России составляет информация о распространении, глубинах залегания кровли и подошвы мерзлых толщ и зоны стабильности гидратов газов, а также о распространении криогенных и других парагенетически связанных с ними природных процессов. В состав последних входят такие опасные явления как газонасыщенность пород и осадков, деятельность морских льдов, высокая сейсмичность в пределах Лаптевоморского шельфа.

На арктических шельфах доминируют реликтовые многолетнемерзлые породы (ММП). Они формировались во время регрессий моря в холодные климатические циклы, а их деградация происходила в теплые циклы в

ходе трансгрессий моря. Деградация происходит не полностью. На шельфе Восточно-Сибирского моря ММП распространены до изобат 60–80 м.

Методика картографирования субмаринных ММП в масштабах 1:2 500 000 и мельче кардинально отличается от таковой для субаэральной мерзлоты. Картографирование криолитозоны суши предполагает использование площадей геокриологических съемок масштаба 1:500 000 и крупнее в качестве опорных (ключевых) районов. Наличие опорных данных в пределах разнотипных геологических структур, широтных зон и меридиональных секторов позволило составить геокриологическую карту СССР масштаба 1:2 500 000. Подобных опорных районов или участков на шельфе нет. Изученность криолитозоны шельфа ограничивается прибрежной зоной или участками месторождений углеводородов. Субмаринные ММП динамичней мерзлых пород суши. Все это обуславливает необходимость применения помимо геофизических методов ретроспективного подхода к картографированию криолитозоны шельфа.

Ретроспективный подход при изучении современного состояния и эволюции мощности шельфовой криолитозоны является развитием метода мерзлотного прогноза, направленного на предсказание изменения температуры и состояния (мерзлое, талое) верхних слоев литосферы для периода в первые десятки лет в результате антропогенных и естественно-исторических изменений. Значительно реже прогнозируются мощность криолитозоны и ее строение, т.е. те мерзлотные параметры, которые формируются геологически длительное время. Это такие промежутки времени, когда циклически меняется климат и уровень моря, образуются и тают ледники, происходят разнонаправленные гляциоэвстатические и гляциоизостатические движения, в результате чего изменяются (часто коренным образом) мерзлотные условия.

Подобные интервалы времени – климатические и гляциоэвстатические циклы, имевшие место в прошлом, – от одного (125) до четырех (около 400 тыс. лет назад) – обычно выбираются в качестве расчетного периода при математическом моделировании для геокриологического картографирования арктического шельфа. При «классическом» прогнозе начальными (исходными) являются современные мерзлотные условия, а прогнозируемыми – будущие. При моделировании же шельфовых ММП за начальные принимаются условия одного из периодов прошлого, а прогнозируются – современные мерзлотные условия. Начальными выбираются условия хорошо изученных межледниковий около 125 или около 200 тыс. лет назад.

Для выполнения математического моделирования на расчетный период составляются палеогеографический сценарий и геологическая модель. Сценарий строится на основании данных по истории геокриологического развития региона и представляется в виде кривых эволюции температуры воздуха или пород. Они характеризуют верхние граничные условия при моделировании. Геологическая модель отражает условия теплопередачи в

массиве пород (это состав и свойства пород шельфа) и нижние граничные условия. Последними являются данные по тепловому потоку из недр или геотермическому градиенту.

Геокриологическое картографирование, выполняемое методом математического моделирования, состоит из следующих последовательно выполняемых видов работ:

- 1) сбор данных и составление базы данных и знаний;
- 2) районирование шельфа по истории его геокриологического развития в расчетный период;
- 3) составление палеогеографического сценария;
- 4) составление геологической модели;
- 5) тестирование палеогеографического сценария и геологической модели;
- 6) математическое моделирование эволюции мощности криолитозоны и ее современного состояния;
- 7) картографирование криолитозоны шельфа.

Результаты исследований ММП с помощью численного моделирования шельфа морей Лаптевых и запада Восточно-Сибирского опасных геологических процессов и явлений, определяющих степень сложности инженерно-геологических условий при освоении, начались в 2002–2003 гг. [3]. В 2021–2022 гг. реалистичность этого моделирования была подтверждена сейсмическими данными [1; 2].

Список литературы

1. Богоявленский В.И., Кишанков В.И., Казанин А.Г. Мерзлота, газогидраты и сипы газа в центральной части моря Лаптевых // Доклады РАН. Науки о Земле. 2021. Т. 500. № 1. С. 70–76.
2. Богоявленский В.И., Кишанков В.И., Казанин А.Г. Мерзлота и газогидраты на арктическом шельфе Восточной Сибири // Доклады РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 507. № 1. С. 110–117.
3. Romanovskii N.N., Hubberten H.-W., Gavrilov A.V., Eliseeva A.A., Tiptenko G.S. Offshore permafrost and gas hydrate stability zone on the shelf of East Siberian Seas // Geo-Marine Letters. 2005. V. 25. № 2–3. P. 167–182.

УДК 699.87(985)
ББК 38.703.5-082.04

Т.А. Гаврилов
ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
г. Петрозаводск, Россия

МОНИТОРИНГ РИСКОВ БИОРАЗРУШЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОЙ АРХИТЕКТУРЫ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ключевые слова: мониторинг рисков, разрушение, деревянные конструкции, памятники архитектуры, чрезвычайные ситуации, Крайний Север.

Т.А. Gavrilov
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russia

MONITORING THE RISKS OF WOODEN ARCHITECTURE MONUMENTS BIODEGRADATION IN THE FAR NORTH

Key words: risk monitoring, destruction, wooden structures, architectural monuments, emergencies, Far North.

Издревле, основным строительным материалов, применявшимся на территории Крайнего Севера, являлась древесина [5; 2]. В связи с чем, большинство зданий и сооружений, сохранившихся до наших дней, изготовлены из древесины. Многие, из них относятся к памятникам деревянной архитектуры.

В процессе эксплуатации памятников деревянной архитектуры их конструктивные элементы, в том числе несущие конструкции, подвергаются биодеструкции [7], ведущей к полному или частичному разрушению памятников и возникновению чрезвычайных ситуаций локального характера. Основной причиной биоразрушения памятников деревянной архитектуры является жизнедеятельность дереворазрушающих грибов. Под действием ферментов, вырабатываемых дереворазрушающими грибами, основной компонент древесины – целлюлоза, разлагается на углекислый газ и воду.

Для мониторинга рисков биоразрушения памятников деревянной архитектуры применяются различные методики. Например, такие как, регулярное инспектирование технического состояния памятников архитектуры, в ходе которого осуществляется визуальный осмотр внутренних помещений (пораженные участки определяются по изменению цвета, запаха и структуры древесины) [4]; микологическое обследование памятников архитектуры, включающее отбор проб древесины с различных участков деревянных

конструкций и их последующее исследование методом прямого микроскопирования с применением специфических красителей или методом проращивания во влажных камерах на наличие дереворазрушающих грибов [1]; методика определения вероятности развития дереворазрушающих грибов, включающая измерение влажности древесины памятников архитектуры в зонах со следами активности грибов и зонах повышенной влажности древесины, деления зон на категории, в зонах возможного развития грибов высверливание возрастным буровым каналов, и установку в них небольших кусочков древесины, выдержку этих кусочков в течение теплого периода, их извлечение и взвешивание [4].

Существующие методики мониторинга имеют ряд критических недостатков – позднее выявление участков биоразрушения древесины, высокие трудозатраты на выявление этих участков, большое разрушающее воздействие на целостность памятника архитектуры и др., что является актуальной проблемой, требующей решения. В связи с чем, целью исследования является разработка новой методики мониторинга рисков биоразрушения памятников деревянной архитектуры, позволяющей выявлять участки биоразрушения древесины на ранней стадии при низких трудозатратах и разрушающем воздействии на целостность памятника.

Вследствие того, что целлюлоза древесины разлагается на углекислый газ и воду, следует, что в процессе биоразрушения древесины концентрация углекислого газа у ее поверхности и влажность древесины увеличиваются по определенным закономерностям. Следовательно, выявить начало процесса биоразрушения древесины можно измеряя три параметра – концентрацию углекислого газа у поверхности древесины, концентрацию углекислого газа в помещении и влажность древесины. Автором, в ходе экспериментального исследования [3; 6] было выявлено, что процесс биоразрушения древесины начинается при превышении концентрации углекислого газа у поверхности древесины более чем на 26% концентрации углекислого газа в помещении, и превышению абсолютной влажности древесины более 22%.

Таким образом, новая методика мониторинга рисков биоразрушения памятников деревянной архитектуры, включает в себя: 1) установку датчиков дистанционного измерения концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении, и абсолютной влажности древесины, на деревянные конструкции памятников архитектуры (датчики устанавливаются в зонах повышенной влажности древесины, в зонах со следами активности дереворазрушающих грибов и на остальных поверхностях случайным образом; количество датчиков должно быть не менее – 5–6 на кровлю, 2–4 на каждый этаж здания, и обязательно хотя бы 1–2 на каждой группе конструктивных элементов); 2) дистанционное определение концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении, и абсолютной влажности древесины, на основе сигнала от датчиков; 3) оценку наличия биоразрушения древесины по превышению концентрации углекислого газа у поверхности

древесины более чем на 26% концентрации углекислого газа в помещении, и превышению величины абсолютной влажности древесины более 22%.

Предлагаемая методики мониторинга позволяет обеспечить раннее выявление участков биоразрушения древесины памятников архитектуры; получение данных о концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении, и абсолютной влажности древесины в реальном времени; снижение трудозатрат на выявление участков биоразрушения древесины; снижение разрушающего воздействия на целостность памятников; а также унифицированность, т.е. возможность использования любым учреждением эксплуатирующим памятники архитектуры с наличием возможности проведения дистанционного измерения концентрации углекислого газа у поверхности древесины и в помещении, и абсолютной влажности древесины, и не требует привлечения узких специалистов в области древесиноведения или реставрации.

Список литературы

1. Богомолова Е.В. Микологические методы в обследовании объектов культурного наследия // Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: материалы VII международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. С. 30–37.
2. Бодэ А.Б., Зинина О.А., Косенков А.Ю., Попов В.А. Традиционное строительство из дерева и плотницкое мастерство. М.: Институт Наследия, 2019. 316 с.
3. Гаврилов Т.А. Изменение содержания углекислого газа в воздухе при разложении древесины памятников архитектуры // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. № 11. С. 59–64.
4. Кистерная М.В., Любимцев А.Ю. Система комплексного профилактического обслуживания памятников деревянного зодчества. Петрозаводск: Издательский центр музея-заповедника «Кижы», 2016. 70 с.
5. Орфинский В.П. Деревянное зодчество Карелии. Л.: Стройиздат, 1972. 119 с.
6. Gavrilov T.A. Study of Patterns of Timber Moisture Changes in the Process of its Decay // Journal of Agriculture and Environment. 2022. № 8(28).
7. Kozlov V., Kisternaya M. Biodeterioration of Historic Timber Structures: a Comparative Analysis // Wood Material Science and Engineering. 2014. № 3. V. 9. P. 156–161.

УДК 504.05(470.21)
ББК 20.173

Р.И. Гайнанова, М.Ю. Меньшакова
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: накопленный экологический ущерб, мониторинг, негативное воздействие на окружающую среду, загрязнение, отходы.

R.I. Gainanova, M.Yu. Menshakova
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

MONITORING OF ACCUMULATED ENVIRONMENTAL DAMAGE OBJECTS IN THE MURMANSK REGION

Key words: accumulated environmental damage, monitoring, negative impact on the environment, pollution, waste.

Мурманская область – регион Арктической зоны, подвергшийся интенсивному хозяйственному освоению в XX веке в результате разработки месторождений минерального сырья, развития транспортного сектора, деятельности Министерства обороны. В настоящее время регион остается местом концентрации предприятий горно-добывающей промышленности, размещения военных объектов, реализации крупного инвестиционного проекта «Мурманский транспортный узел». Хозяйственная деятельность в предшествующие периоды, ликвидация ряда предприятий и воинских частей привели к образованию объектов накопленного экологического ущерба (далее НЭУ), которые признаются ключевыми проблемами в сфере охраны окружающей среды (далее ОС) и обеспечения экологической безопасности региона. Учет таких объектов посредством проведения инвентаризации территорий и акваторий, подвергшихся в прошлом хозяйственному освоению, осуществляется органами исполнительной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления. В Мурманской области мониторинг объектов НЭУ является одним из мероприятий государственной программы Мурманской области «Природные ресурсы и экология» (на 2021–2025 гг.).

Актуальность проведения исследований в данном направлении связана с тем, что восстановление нарушенных экосистем является одной из важнейших задач государственной политики в сфере охраны ОС. НЭУ в Мурманской области представлены брошенными и затопленными

объектами в акватории Кольского залива и омывающих Кольский полуостров морей, территориями расформированных воинских частей, санкционированными и несанкционированными свалками отходов и др.

В настоящей статье представлен анализ результатов мониторинга объектов НЭУ на территории Мурманской области по итогам натурных обследований, проведенных непосредственно авторами, а также на основании данных, представленных в Информационно-аналитической системе природопользования и охраны окружающей среды Мурманской области «Накопленный экологический ущерб» (далее ИАСП) [5].

Инвентаризация объектов НЭУ проводится в соответствии с Положением о порядке ведения Перечня объектов НЭУ на территории Мурманской области, утвержденным Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области от 30.05.2018 № 218. К наиболее информативным характеристикам объектов НЭУ, позволяющим оценить их воздействие на ОС и санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, можно отнести следующие: площадь; характеристику загрязнения (отходов); расположение в границах населенного пункта; удаленность от селитебной зоны; привязку к природоохранным объектам; расположение на территории со специальным режимом осуществления хозяйственной и иной деятельности; количество населения, проживающего на территории, на которой ОС испытывает негативное воздействие и находится под угрозой негативного воздействия вследствие расположения объекта.

В Мурманской области по результатам инвентаризации в ИАСП внесена информация о 1 636 объектах НЭУ на общей площади около 22 тыс. га.

Из всех объектов НЭУ наибольшие площади занимают объекты размещения отходов. Так, максимальную площадь в 8 700 га имеет хвостохранилище обогатительной фабрики АО «Кольская ГМК» в г. Заполярный.

Отходы I класса опасности размещены на 3 объектах НЭУ, II класса опасности – на 1 объекте, III класса опасности – на 10 объектах. На всех остальных объектах размещены отходы IV–V классов опасности.

В границах населенных пунктов расположены 675 (41%) объектов НЭУ на общей площади 392,3 га. На расстоянии менее 2 км от селитебной зоны находятся 635 объектов (39%) на площади 9 524,7 га.

В границах действующих ООПТ расположены 43 объекта НЭУ общей площадью 13,1 га [5]. В числе таких ООПТ: государственный природный биологический заказник регионального значения «Симбозерский», государственный природный биологический (рыбохозяйственный) заказник регионального значения «Понойский», ФГБУ «Кандалакшский государственный заповедник», охранная зона государственного природного биосферного заповедника «Лапландский», государственные природные парки «Полуострова Рыбачий и Средний» и «Териберка».

В водоохраных зонах водных объектов расположено 255 объектов НЭУ на общей площади 136,6 га, из них на водоохраные зоны Баренцева

и Белого морей приходится 55% и 18% объектов соответственно, на водоохранные зоны внутренних водоемов (реки Кюме, Чаваньга, Тулома и др.) – 26%.

По данным Мурманскстата на 01.01.2022 максимальная численность населения (278 752 человек) подвергается и находится под угрозой негативного воздействия в городском округе город-герой Мурманск. В соответствии с Приказом Минприроды России от 04.08.2017 № 435 объекты НЭУ, расположенные на территориях, где их воздействию может быть подвержено более 100 тыс. человек, подлежат ликвидации в первоочередном порядке.

В Мурманской области инвентаризация объектов НЭУ проведена на территории всех муниципальных образований. В результате анализа описанных выше характеристик объектов установлено, что 5% от общего количества объектов, состоящих на учете в настоящее время, характеризуются максимальной степенью негативного воздействия на ОС и требуют первоочередных мер по ликвидации.

Список литературы

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2021 году. Министерство природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области, 2022. 196 с.
2. Государственная программа Мурманской области «Природные ресурсы и экология» (на 2021–2025 гг.).
3. Приказ Минприроды России от 04.08.2017 № 435 «Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке».
4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области от 30.05.2018 № 218 «Об утверждении Положения о порядке ведения Перечня объектов накопленного экологического ущерба на территории Мурманской области»
5. Геоинформационный портал Мурманской области. ОАО КГИЛЦ. URL: http://portal.kgilc.ru/private/roneu_public/.
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области (Мурманскстат). URL: <http://murmanskstat.gks.ru/>.

УДК 504.03:004.652.5
ББК 20.17

Г.Г. Гогоберидзе, И.М. Лазарева, Е.А. Румянцева, О.И. Ляш
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА РИСКОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: Арктика, инструментарий принятия управленческих решений, данные дистанционного зондирования, риски, процессы природопользования, чрезвычайные ситуации, опасные явления.

G.G. Gogoberidze, I.M. Lazareva, E.A. Rumiantceva, O.I. Lyash
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

CONCEPT OF GEO-PORTAL FOR MONITORING AND FORECASTING OF NATURE-USE RISKS IN THE RUSSIAN ARCTIC ZONE

Key words: Arctic, decision-making tools, remote sensing data, risk, nature-use management process, emergency situations, hazardous phenomena.

В условиях активного освоения ресурсов и постоянно увеличивающегося антропогенного воздействия Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) является регионом значительной интенсификации хозяйственной деятельности. Одним из основополагающих вопросов обеспечения принятия эффективных управленческих решений социально-экономического развития в Арктике как на ближайшую, так и на отдаленную перспективы является вопрос комплексной оценки и прогноза воздействия рисков чрезвычайных ситуаций и опасных явлений на процессы природопользования и разработка соответствующего технологического инструментария. При этом для АЗРФ характерны эко-социо-экономические системы часто с фактическим отсутствием транспортной взаимосвязи между различными районами, очаговым характером хозяйственной деятельности и как следствие – зачастую со значительным отставанием по своевременному реагированию на проявления чрезвычайных ситуаций и опасных явлений.

Таким образом, становится необходимой разработка технологий комплексной оперативной оценки и прогноза воздействия рисков реализации

чрезвычайных ситуаций и опасных явлений на процессы природопользования как технологический инструментарий принятия научно-обоснованных управленческих решений устойчивого социально-экономического развития территорий АЗРФ и прилегающих морских акваторий. В сущности технологии лежит прогностическая динамическая модель оценки рисков воздействия природных и техногенных факторов на процессы природопользования. Важной ее составляющей является процесс получения и ассимиляции оперативной информации, что делает необходимым использование совокупности спутниковой информации, данных беспилотных летательных аппаратов и авиационных систем, информации сети контактных измерений и данных модельных расчетов.

Концептуально данная технология представляет собой инструментарий принятия научно обоснованных управленческих решений в виде геоинформационного портала мониторинга и прогнозов рисков воздействия чрезвычайных ситуаций и опасных явлений на процессы природопользования. В рамках междисциплинарного подхода данная концепция рассматривает все основные комплексы рисков различного происхождения, социально-экономические ущербы от реализации рисков в эко-социо-экономической арктической территориальной системе в вероятностном и монетарном представлении на основе оперативного мониторинга и прогноза состояния окружающей среды, в том числе экстремальных и опасных явлений, через использование спутниковых микроволновых и оптических измерений, данных, получаемых с беспилотных летательных аппаратов и авиационных систем, и численного моделирования.

В целом использование предлагаемых технологий будет содействовать росту эффективности процессов территориального планирования и прогноза устойчивости эко-социо-экономических систем АЗРФ с учетом ассимиляции оперативной информации, кратко- и среднесрочных социально-экономических и экологических изменений. Геоинформационный портал является важным инструментом разработки рекомендаций к принятию управленческих решений по устойчивому развитию арктических территорий и прилегающих морских акваторий, а ассимиляция данных дистанционного зондирования позволит проводить оперативные решения для ситуаций противодействия проявлению рисков природного и техногенного происхождения. Данный инструментарий позволит Правительствам арктических субъектов и хозяйствующим компаниям АЗРФ при планировании строительства, организации новых направлений логистики, расширении предприятий и т.п. заранее оценивать все основные комплексы угроз природного, техногенного и социально-экономического характера и их источники, вероятность возникновения кризисных процессов и ущерба от экологических и социально-экономических рисков при реализации чрезвычайных ситуаций и опасных явлений вследствие воздействия природных и техногенных процессов природопользования.

Потребность в создании такого инструмента признана Правительствами арктических субъектов, службами МЧС и иными службами, обеспечивающими безопасность судоходства, лесоохраны и экологического мониторинга, а также организациями и коммерческими компаниями, занимающимися добычей тех или иных природных ресурсов. Использование технологий комплексной оперативной оценки и прогноза воздействия рисков реализации чрезвычайных ситуаций и опасных явлений на процессы природопользования и геоинформационного портала, как технологического инструментария принятия эффективных научно обоснованных управленческих решений устойчивого социально-экономического развития территорий АЗРФ и прилегающих морских акваторий, будет иметь существенное прикладное значение, в том числе повышая эффективность прогноза сложных и опасных явлений и, соответственно, подготовки и проведения мероприятий по снижению проявлений рисков и ущерба от их реализации, планирования аварийно-спасательных работ в районах стихийных и техногенных бедствий и катастроф, а также распределения хозяйственной деятельности предприятий в Арктике.

УДК 332.143:504.062
ББК 26.221.8

Г.Г. Гогоберидзе, Е.А. Румянцева
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

**МОДЕЛЬ РИСКОВ АРКТИЧЕСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ
ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ПРИРОДНЫХ, ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ
И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ РИСКА**

Ключевые слова: Арктика, береговая зона, риски, процессы природо-пользования, природные и техногенные факторы.

G.G. Gogoberidze, E.A. Rumiantceva
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

**INTEGRATED MODEL OF RISKS OF ARCTIC NATURE-USE
MANAGEMENT FOR THE RUSSIAN ARCTIC COASTAL ZONE
BASED ON THE INTERRELATIONSHIP OF NATURAL,
GEOMORPHOLOGICAL AND TECHNOGENIC RISK FACTORS**

Key words: Arctic, coastal zone, risks, nature-use management processes, natural and technogenic factors.

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) и ее береговая часть в условиях глобального изменения климата и постоянно увеличивающегося антропогенного воздействия является регионом, в котором наблюдается значительное увеличение природных и техногенных рисков природопользования. Исследования источников рисков природных и техногенных катастроф показывают их существенную связь с экологическими и социально-экономическими рисками. Общая система комплексной безопасности арктических береговых эко-социо-экономических систем приобрела к настоящему времени междисциплинарный характер, в связи с чем необходимо использование фундаментальных результатов и достижений естественных и технических наук, наук о Земле и жизни, а также общественных наук.

Говоря об арктическом природопользовании в береговой зоне, необходимо учитывать сочетание двух принципиально различных типов риска: риск природных опасных явлений, и риск антропогенного происхождения (риск техногенных катастроф). Для арктической береговой зоны такое сочетание является взаимодополняющим, что делает регион по-своему

уникальным с точки зрения уязвимости всех составляющих береговых эко-социо-экономических систем.

Исходя из определения риска как процесса причинения вреда, имеющего вероятность реализации, возможно его этапное структурирование в виде цепочки трех взаимосвязанных составляющих [1]:

- риск-источник как непосредственный элемент арктической береговой эко-социо-экономической системы, который и продуцирует риск природопользования;
- риск-фактор как непосредственный риск (событие), возможность реализации которого исходит от риск-источника с разной степенью вероятности и интенсивности проявления, и представляющий собой угрозу природопользования для какого-либо объекта системы;
- риск-объект как непосредственный элемент арктической береговой эко-социо-экономической системы, на который воздействует риск-фактор, с разной степенью интенсивности и угрозы его устойчивому функционированию.

При этом необходимо отметить, что по своей сути риск-источник и риск-объект представляют близкие, а зачастую одни и те же элементы арктической береговой эко-социо-экономической системы. Это дает возможность использования сценарного подхода в моделировании рисков каскадных катастроф, когда риск-источник продуцирует риск-фактор, воздействующий на риск-объект, который в свою очередь сам продуцирует ряд риск-факторов и т.д., формируя таким образом «дерево» рисков каскадных катастроф.

Исходя из такого представления, взаимосвязи элементов структурных составляющих риска оценивались путем проведения экспертных оценок по 5-бальной системе для двух матриц:

- матрица риск-фактор – риск-источник, отражающая степень продуцирования риск-фактора от воздействия каждого из риск-источников;
- матрица риск-объект – риск-фактор, отражающая степень возможного воздействия каждого риск-фактора на нормальное эффективное функционирование риск-объектов.

На основе такого подхода были разработаны классификационные признаки, системные принципы устойчивости и механизмы управления составляющими арктических береговых эко-социо-экономических систем к воздействию различных типов рисков безопасности природопользования в береговой зоне АЗРФ, с учетом их взаимосвязей, а также градации воздействий на элементы арктических береговых эко-социо-экономических систем [2]. Это легло в основу методологии оценки рисков безопасности природопользования в береговой зоне АЗРФ. Алгоритм оценки риска природопользования в арктической береговой эко-социо-экономической системе реализуется в виде последовательности трех действий.

- уменьшение размерности матриц составляющих риска;
- расчет оценок риск-факторов R_i ;
- расчет оценки интегрального показателя риска R_{Int} .

Рассматриваемая многоуровневая модель рисков арктического берегового природопользования, основанная на методологии оценки рисков безопасности природопользования в береговой зоне АЗРФ, позволит получить пространственное распределение оценок рисков, а также выявлять наиболее важные риск-факторы и оценивать возможные комбинации отдельных показателей, например, воздействие природных риск-факторов, антропогенных риск-факторов, риск-факторов морской деятельности и т.п. Благодаря этому возможно картирование арктических береговых эко-социо-экономических систем различного пространственного уровня по степени риска природопользования на территориях, в целях разработки рекомендации по принятию управленческих решений по территориальному планированию и ресурсопользованию, а также проведение размерных оценок рисков природопользования для конкретных территорий и конкретных объектов (либо их однородной совокупности), расположенных на ней.

Кроме того, представляет интерес проведение ситуационных и сценарных оценок по изменению интегрального показателя риска вследствие размещения какого-либо объекта – т.е. составление прогноза изменения интегральной оценки риска и его составляющих от размещения нового объекта. При этом отметим, что в случае планирования к размещению нового уникального для данной территории объекта, это приводит к расширению матриц составляющих риска.

Таким образом, использование данной методологии как совокупности методов безразмерной и размерной (монетарной, вероятностной и т.д.) оценки рисков безопасности природопользования в береговой зоне АЗРФ дает возможность ее гибкого и разнопланового использования в зависимости от задач проведения подобных оценок рисков.

Список литературы

1. Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А., Шилин М.Б. Природные и техногенные риски природопользования в береговых эко-социо-экономических системах Арктической зоны Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2021. Т. 19. № 2(485). С. 360–383.
2. Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А., Шилин М.Б. Оценка рисков арктического берегового природопользования на основе матричного подхода // Российская Арктика. 2021. № 15. С. 5–16.

УДК 504.4:551.351-047.36(268.45)

ББК 26.823.5

*А.Г. Григорьев^{1,2}, Л.М. Буданов¹, В.А. Жамойда¹,
Д.В. Рябчук¹, А.В. Чекулаев¹, О.В. Дронь¹*

¹ *ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт им. А.П. Карпинского»;*

² *ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»
г. Санкт-Петербург, Россия*

МОНИТОРИНГ ПРОЯВЛЕНИЙ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Ключевые слова: мониторинг, опасные подводные экзогенные геологические процессы, комплексный морфоскульптурный элемент.

*A.G. Grigoriev^{1,2}, L.M. Budanov¹, V.A. Zhamoida¹,
D.V. Ryabchuk¹, A.V. Chekulaev¹, O.V. Dron¹*

¹ *A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute;*

² *Saint Petersburg Mining University
Saint-Petersburg, Russia*

MONITORING OF HAZARDOUS EXOGENOUS GEOLOGICAL PROCESSES WITHIN THE COASTAL ZONE OF THE BARENTS SEA

Key words: monitoring, hazardous underwater exogenous geological processes, complex morphosculptural element.

Целью исследований, проводимых в районе губы Териберская в рамках Государственного мониторинга состояния недр прибрежно-шельфовых зон морей северо-запада России, являлось выявление геологических обстановок, где возможно проявление опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП). В состав задач входило: 1) выявление и картирование участков дна, характеризующихся значительной крутизной склонов, провоцирующих потенциально опасные процессы подводного оползнеобразования и осыпеобразования; 2) изучение состава и мощности рыхлых отложений, во многом определяющих способность осадков к гравитационному перемещению; 3) непосредственное обнаружение подводных оползней и осыпей. Для решения этих задач применялся комплекс методов, состоящий из непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП), гидролокации бокового обзора (ГЛБО), донного пробоотбора и подводных телевизионных наблюдений. Задачей первого этапа исследований являлось выделение морфоскульптурных форм рельефа, характеризующихся наибольшей возможностью проявления в их пределах опасных ЭГП (рис. 1). По результатам работ к ним в первую очередь относятся: скальная гряда «Северо-Западная»,

являющаяся подводным продолжением острова Малый Олений, моренная гряда «Юго-Западная» и разделяющий их выводной ледниковый трог. Все вместе они образуют единый комплексный морфо-скульптурный элемент. Скальная гряда «Северо-Западная» сложена гранитами и простирается с запада на восток приблизительно на 19 км. Её подошва совмещена с северным бортом выводного ледникового трога. Перепад высот гряды по отношению к подошве склонов колеблется от 37 до 90 м. В восточной части гряды углы южных склонов, направленных в долину трога, изменяются от $10,5^\circ$ до $19,7^\circ$. Сами склоны выполнены, либо материалом морены, частично перекрытым голоценовыми осадками, либо коренными породами, выходящими на поверхность дна. На крутых склонах, выполненных коренными породами, по данным ГЛБО и подводных телевизионных наблюдений часто отмечаются развалы разноразмерного обломочного материала, смещенные вниз по склону. Такие развалы очевидно являются продуктом осыпеобразования. На склонах, перекрытых голоценовыми осадками, фиксируется оползни, как результат гравитационного перемещения донных грунтов. В западной части гряды (западнее о. Малый Олений) перепад высот варьирует для наиболее крутого восточного мористого склона от 46 до 64 м, а для западного, обращенного к берегу склона, от 9 до 20 м. Углы склона колеблются от $9,5^\circ$ до $13,8^\circ$ для восточного ската гряды и от $4,8^\circ$ до $8,6^\circ$ для западного. В привершинной части восточного мористого склона в районах выхода коренных пород по данным ГЛБО зафиксирован ряд осыпей, сложенных разноразмерным обломочным материалом. Ниже по склону отмечаются несколько в различной степени выраженных уступов, в пределах которых фиксируется заметное увеличение мощности голоценовых отложений до 9 м, что вероятно обусловлено накоплением рыхлых осадков за счет оползнеобразования. Западный склон гряды также характеризуется наличием оползней. Мощность оползневых тел достигает 12 м. Значительная по протяженности краевая моренная гряда («Юго-Западная») протягивается приблизительно на 20 км с запада на восток параллельно побережью. Её подошва совмещена с южным бортом выводного ледникового трога. Перепад высот по отношению к поверхности заполняющих долину трога морских отложений колеблется от 30 до 60 м, а углы склона от $9,3^\circ$ до $18,7^\circ$. Геофизические работы показали, что в зависимости от крутизны на склоне обнажаются либо моренные отложения, либо перекрывающие их ледниково-морские отложения верхнего неоплейстоцена или современные морские отложения. В нижней части и у подножья восточного мористого склона картируются протяженные оползневые тела мощностью до 6 м. Отдельные оползневые и осыпные тела отмечаются на небольших уступах на склонах гряды. Разделяющий гряды выводной ледниковый трог имеет установленную общую протяженность – более 20 км. Наиболее контрастно трог выражен в своей западной части между грядой «Юго-Западная» и побережьем о. Малый Олений. На этом участке трог имеет крутые борта со значительным

перепадом высот до 90 м. Углы склона достигают $19,6^\circ$, а на одном участке зафиксирован уникальный угол склона $42,0^\circ$. Ширина долины трога у его дна колеблется в интервале 400–900 м. Северо-восточный мористый борт трога, сложенный на этом участке коренными породами о. Олений, практически сплошным чехлом, за исключением наиболее крутых участков, перекрыт рыхлыми голоценовыми осадками. Истинная мощность осадков на склонах колеблется в интервале от 1 до 9 м. Борт усложнен рядом уступов, частично заполненных рыхлыми отложениями мощностью до 9 м, вероятными последствиями оползней. В нижней придонной части отмечены следы оползней, мощностью до 7 м. Западный прибрежный борт трога совмещен со склоном гряды «Юго-Западная». Он также почти повсеместно перекрыт рыхлыми голоценовыми осадками мощностью от 3 до 6 м. На наиболее крутых участках склона морена выходит на поверхность дна. В его нижней придонной части отмечены следы оползней, мощностью до 7 м.



Рис. 1. Схема основных морфоструктур рельефа, характеризующихся наибольшей возможностью проявления в их пределах опасных ЭГП

Fig. 1. The scheme of the main morphostructures of the relief

Обстановка в районе проведения мониторинга характеризуется широким развитием проявлений опасных ЭГП, что в свою очередь осложняет проведение подводных гидротехнических работ различного назначения.

УДК 004.85:556.535.5(268.4/.5)
ББК 26.222.535с51

Р.З. Гулиев

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Архангельск, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ключевые слова: глубокое обучение, Арктика, ледовая обстановка, прогнозирование, кластеризация, нейронные сети, искусственный интеллект.

R.Z. Guliev

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Arkhangelsk, Russia

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS TO IMPROVE THE SYSTEM OF OPERATIONAL CONTROL OF THE ICE SITUATION IN THE ARCTIC REGION

Key words: deep learning, Arctic, ice condition, evaluation, clustering, neural network, artificial intelligence.

Сложность освоения арктической зоны связана с невероятно суровыми климатическими условиями Арктики, включая ледовые условия. Детерминированный подход к мониторингу ледовой обстановки не дает полной оценки перспектив освоения Арктической зоны [1], поэтому в рамках данной работы предлагается использование инновационного подхода в оперативном контроле ледовых условий.

Данная работа посвящена исследованиям по разработке и внедрению алгоритмов глубокого обучения для поиска аномалий ледовых параметров, а также оперативного контроля за ледовой обстановкой в районах Арктических морей.

Был проанализирован открытый набор данных с размеченной ледовой обстановкой. Снимки в нем получены со спутника Sentinel-2 с цветовыми каналами В3, В4, В8.

В датасете были выбраны 15 классов для прогнозирования согласно стандарту SIGRID3 [3].

Данные были несбалансированы. Изображений с землей или на 100% покрытых льдом было более 80%. Часть изображений не содержит полезной

информации или содержит некорректную разметку. Удаление некорректных изображений позволило повысить качество работы и метрики итоговой модели.

В ходе исследования были модифицированы и протестированы нейронные сети на основании архитектур `pix2pix`, `maskrcnn`, а также модель UNet. Пример работы обученной модели `maskrcnn` показан на рисунке 1. Модель UNet, обученная без дополнительных преобразований данных, возвращала реальную точность прогнозирования для периода 10–14 недель равную 40–52% для Баренцева (Печорское) и Карского морей 2018–2021 гг. и завышенную точность 57–59% для данных до 2018 г.

В процессе исследования был разработан алгоритм для автоматической разметки ледовой обстановки на основании спутниковых снимков и описаны возможности его применения для прогнозирования ледовой обстановки автоматически, без применения разметки, сделанной человеком.

Исследованы возможности прогнозирования ледовой обстановки на основании одной разметки без применения спутниковых снимков. Такой подход возможен, однако показал в рамках исследования меньшую точность. Выдвигается предположение, что требуются дополнительные данные, к примеру температура или иная метеорологическая обстановка.

Для улучшения полученных результатов предлагается комбинировать имеющуюся разметку и спутниковые снимки в различных спектральных диапазонах [2].

Возможно увеличить количество снимков в последовательности данных. Однако данный шаг значительно увеличит сложность расчётов.

Дальнейший сбор данных и совершенствование алгоритмов могут позволить эффективно осуществлять оперативный контроль за ледовой обстановкой в Арктических морях.

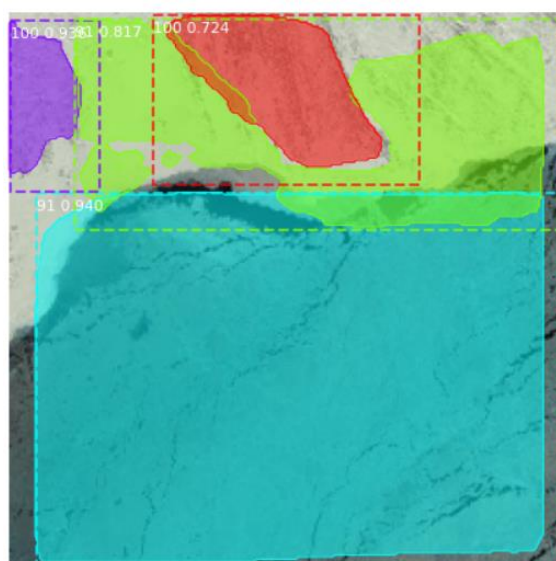


Рис. 1. Пример работы обученной модели `maskrcnn`

Fig. 1. Example of `mask rcc` pretrained model work

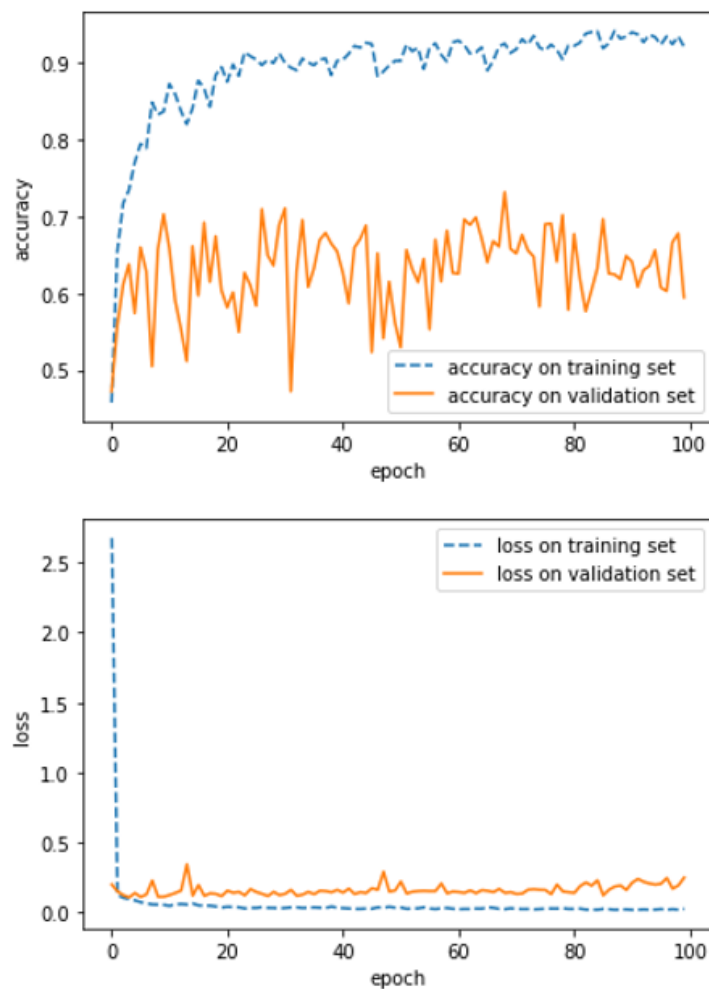


Рис. 2. Процесс обучения UNet модели с комбинированной ручной разметкой и спутниковыми снимками

Fig. 2. Training process of UNet model

Список литературы

1. Patil K. & Deo M.C. Prediction of daily sea surface temperature using efficient neural networks. *Ocean Dynamics*, 2017. 67(3–4), 357–368. URL: <https://doi.org/10.1007/s10236-017-1032-9>.
2. Screen J.A. & Simmonds I. The central role of diminishing sea ice in recent Arctic temperature amplification. *Nature*, 2010. 464(7293), 1334–1337. URL: <https://doi.org/10.1038/nature09051>.
3. Serreze M.C. and Meier W.N. The Arctic’s Sea Ice Cover: Trends, Variability, Predictability, and Comparisons to the Antarctic. *Ann. N.Y. Acad.*, 2019.

УДК 911.6:551.311.21:004.9
ББК 26.361.22с51

А.А. Деркачева¹, Т.А. Анискина²

*¹ Международная лаборатория ландшафтной экологии
НИУ «Высшая школа экономики»;*

*² Центр геоданных
НИУ «Высшая школа экономики»
г. Москва, Россия*

ЭКСПРЕСС-РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО ПОТЕНЦИАЛУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ: ДОСТУПНО, ПОНЯТНО, ЭКСТРАПОЛИРУЕМО

Ключевые слова: ГИС-оценка, предрасположенность, термоэрозия.

А.А. Derkacheva¹, Т.А. Aniskina²

*¹ International Laboratory of Landscape Ecology
of the National Research University “Higher School of Economics”;*

*² Geodata Center
of the National Research University “Higher School of Economics”
Moscow, Russia*

REGIONAL EXPRESS MAPPING OF THE SUSCEPTIBILITY TO NATURAL HAZARDS: FEASIBLE, UNDERSTANDABLE, TRANSFERABLE

Key words: GIS-assessment, susceptibility, thermoerosion.

Оценка предрасположенности территории к возникновению опасных природных процессов и явлений может быть составляющей широкого круга прикладных задач. Обычно такие работы представляют собой детальные и во всех смыслах затратные исследования, выполняемые узкопрофильными специалистами при наличии четкой востребованности. Целью этой работы является демонстрация того, что базовые оценки предрасположенности в региональном масштабе (первые сотни километров) могут быть выполнены с использованием открытых географических данных и ряда простых шагов. Такой подход уступает в точности и детальности специализированным оценкам, однако он оперативен, незатратен по ресурсам и доступен для реализации непрофильным специалистами в таких задачах, как, например, планирование территориального устройства или размещения объектов, оценки страховых рисков или потенциала развития территории.

В качестве примера опасного процесса нами была выбрана термоэрозия – сочетание механического и теплового разрушения мерзлого грунта текущим водным потоком с выносом частичек грунта. Это процесс близкий к овражной эрозии в немерзлых грунтах. Однако содержание в грунте льда

как объемного и цементирующего компонента приводит к более высоким скоростям роста термоэрозионных оврагов, которые могут достигать сотен метров за теплый сезон в «благоприятных» условиях [2]. Именно такое быстрое развитие процесса является первоочередным фактором опасности для объектов инфраструктуры.

Первым шагом является выбор природных факторов, которые определяют развитие рассматриваемого процесса с одной стороны, и для которых возможно подобрать готовые и доступные пространственные данные надлежащего качества с другой стороны. Под «готовыми» мы подразумеваем данные, которые не нужно создавать с нуля, сложно перерабатывать или переводить в машиночитаемый вид; они могут быть включены в работу немедленно с минимальной предварительной обработкой. «Доступные» данные могут быть получены любым лицом, без подачи одобряемой заявки, и на любой регион страны. «Надлежащее качество» может пониматься как уверенность в корректности и актуальности их содержания, а также соответствие масштаба данных и выполняемой работы.

Учитывая объемы накопленного научного знания, выбор факторов, их относительной важности и критических значений может ограничиться анализом литературы. Причем для неспециалистов лучшим выбором могут стать учебные пособия для студентов профильных специальностей или обобщающие монографии, а не отдельные узкоспециализированные научные статьи. Так, в нашем случае, мы в основном использовали [1] для выбора факторов и ранжирования их измеряемых показателей от более к менее благоприятным для развития термоэрозии. В итоге, были отобраны следующие показатели с соответствующими источниками данных:

- Т° поверхности мерзлоты: результат моделирования, 900 м/пикс:
<https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.888600>
- Литологический состав грунтов: ГосГеоКарта ВСЕГЕИ, обновленные комплекты в векторном виде, 1 млн. или 200 тыс.:
https://vsegei.ru/ru/info/catalog_ggk/
- Растительность: земной покров и землепользование, полученные методом дешифрирования космических снимков, 100 м/пикс
<https://land.copernicus.eu/global/products/lc>
- Рельеф: ЦММ AW3D, 30"/пикс:
<https://www.aw3d.jp/en/>
- Температура и осадки теплого периода: результат моделирования, 30"/пикс:
<https://worldclim.org/data/index.html>

Данные рельефа использовались для расчета морфометрических показателей: уклона, индекса топографического положения (выше или ниже «сглаженной поверхности» находится участок местности), индекса топографической влажности (вода стекает или притекает и концентрируется на участке). Стоит отметить, что хотя льдистость грунтов является важным

фактором интенсивности развития мерзлотных процессов, подходящих данных по ней не было найдено. Использование же климатических параметров может оказаться неостребованным для небольших территорий, в силу незначительной пространственной изменчивости.

Далее было выполнено ранжирование значений показателей по силе влияния на процесс на основании найденных в литературе критических величин или качественных зависимостей. Мы использовали разделение всего на 3 класса, для сохранения простоты подхода; также отдельно выделялись условия, в которых развитие термоэрозии невозможно (например, скальные грунты). Наконец, все классифицированные показатели были агрегированы способом простого перемножения. Итоговая карта содержит численно выраженные «классы предрасположенности», которые могут интерпретироваться как есть либо объединяться в меньшее количество.

Описанный подход был протестирован на двух территориях – Тазовском п-ове (рис. 1) и участке п-ова Таймыр протяженностью более 300 км с севера на юг. Для валидации полученных результатов был проведен визуальный анализ космических снимков на предмет фактического развития эрозионных процессов, который показал хорошее соответствие реальной и оценочной ситуаций. Реализация оценки для значительных по площади территорий не потребовала существенных временных и вычислительных затрат на сбор, обработку и анализ данных. При этом итоговые карты позволяют получить базовое представление о предрасположенности местности к развитию термоэрозионных процессов, что в свою очередь может лечь в основу принятия решений по территориальному развитию и оценке рисков.

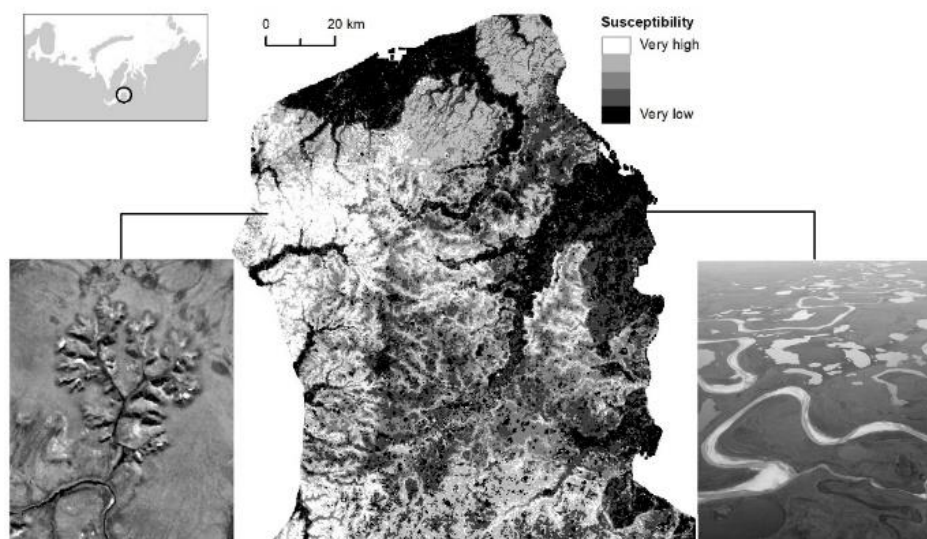


Рис. 1. Предрасположенность Тазовского п-ова к развитию термоэрозии и примеры соответствующих ландшафтов (левое фото: разветвленный овраг на междуречье; правое фото: заболоченная долина реки)

Fig. 1. Thermoerosion susceptibility of Taz peninsula and examples of the corresponding landscapes (left photo: developed gully at interfluvium; right photo: swampy river valley)

Список литературы

1. Тумель Н.В., Зотова Л.И. Геоэкология криолитозоны: учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2014. 244 с.
2. Godin E., Fortier D. Geomorphology of a thermo-erosion gully, Bylot Island, Nunavut, Canada. *Can. J. Earth Sci.* 2012. Vol. 49, № 8. Pp. 979–986.

УДК 556.5(268.4/.5)
ББК 26.230

М.С. Дрегваль, В.М. Сакович
ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»
г. Санкт-Петербург, Россия

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА РЕЧНЫХ ВОДОСБОРАХ АРКТИКИ

Ключевые слова: Арктика, мониторинг, гидрометеорологическая сеть.

M.S. Dregval, V.M. Sakovich
Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Russia

PROVISION OF HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION FOR THEORETICAL AND PRACTICAL SURVEYS IN THE RIVER CATCHMENT AREAS OF THE ARCTIC

Key words: Arctic, monitoring, hydrometeorological network.

Введение. Арктический регион привлекает к себе пристальное внимание в научном направлении и является в определенной степени местом пересечения национальных интересов сопредельных с этим регионом государств. Стратегический интерес Арктики связан не только со значительными запасами природных ресурсов, но и с ожидаемым влиянием этого региона на изменение климата. С 1980-х гг. Арктический регион столкнулся с новыми и нетипичными климатическими явлениями, что предполагает планирование серьезных мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных явлений, сопровождающих расширение деятельности человека в область Арктики. Эти исследования должны проводиться в рамках восстановления научных исследований в арктическом регионе, в том числе в высокоширотной Арктике [1].

Все виды деятельности в Арктике косвенно или напрямую связаны с гидрометеорологическими условиями. Проблемы обеспечения гидрометеорологической информацией теоретических и практических изысканий на речных водосборах Арктики становятся все более актуальными в связи с возрастающей экономической ролью северных районов. Решение обозначенной проблемы затрудняется наблюдающимся слабым развитием сети гидрометеорологических наблюдений и происходящими климатическими изменениями, следствием которых являются неполнота и нестационарность

рядов наблюдений за гидрометеорологическими характеристиками. На территории Арктической зоны расстояния между метеостанциями и гидрометрическими постами измеряются десятками или сотнями километров, к тому же ряды наблюдений содержат продолжительные пропуски в данных. В настоящей работе обозначается и анализируется проблемная ситуация с сетью наблюдений за гидрометеорологическими характеристиками на водосборах северных рек Северная Двина, Печора и Лена.

Исходные данные. Комплексный мониторинг состояния в области гидрологии проводятся с помощью данных наблюдений, находящихся в распоряжении ГГИ и АИСГМВО.

В Арктике все чаще наблюдаются значительные климатические аномалии (отклонения от среднемесячных и средних многолетних значений), приводящие к увеличению повторяемости опасных и стихийных бедствий и связанных с ними экологических катастроф, а также сильные изменения в работе Северного Морского Пути и связанной с ним навигационной способности устьевых участков рек.

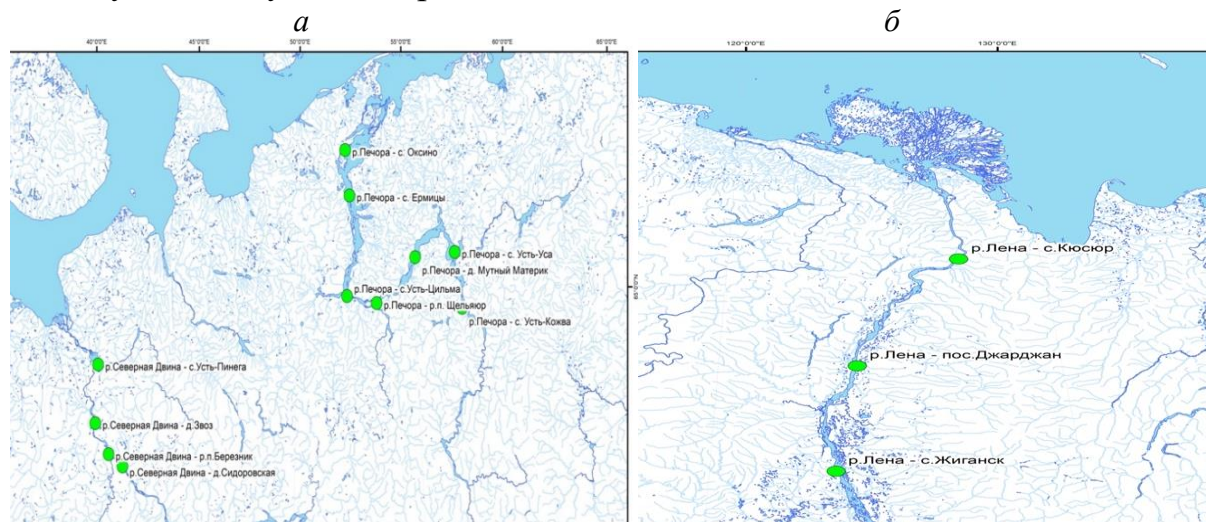


Рис. 1. Карта гидрологических постов в Арктическом регионе р. Северная Двина, р. Печора (а) и р. Лена (б)

Fig. 1. Map of hydrological posts in the Arctic region of the Northern Dvina River, Pechora River (a) and Lena River (b)

Для минимизации рисков, связанных с формированием и воздействием опасных и стихийных гидрометеорологических явлений в Арктике, создана разветвленная сеть гидрометеорологических станций и постов. В настоящее время существуют серьезные проблемы в функционировании наблюдательной сети. Расстояние между гидрометеорологическими станциями (плотность сети) в 2–2,5 раза превышает разрешенные пределы [2]. Недостаточность данных наблюдений и значительные пропуски в рядах наблюдений, негативно отражаются на качестве гидрометеорологических прогнозов. С 2010-х гг. наблюдается положительная динамика развития сети наблюдений в Арктике.

Результаты исследования. В этой работе показываются результаты мониторинга по работе гидрологических постов по Арктической части трех объектов: реке Северная Двина, реке Печора и реке Лена (рис. 1).

В настоящий момент в Арктическом регионе по выбранным объектам действует недостаточное количество гидрологических постов, осуществляющих регулярные ежедневные наблюдения за уровнями воды и ледовыми явлениями. Также в рядах наблюдений прослеживаются пропуски, из-за которых анализ получается недостаточно точным.

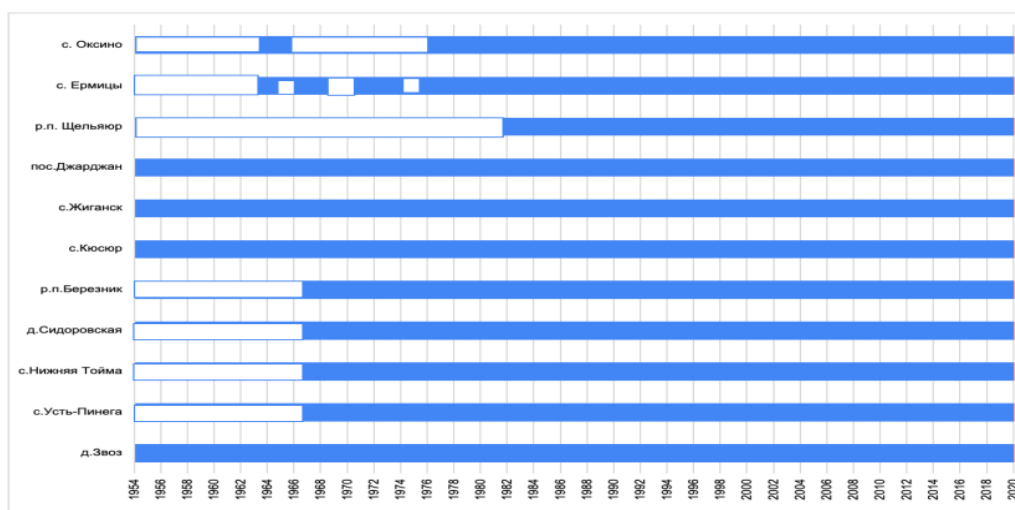


Рис. 2. Информация по наблюдениям за уровнями воды (по данным ГГИ)

Fig. 2. Information on water level observations

Вывод. Все без исключения виды деятельности в Арктике в той или иной степени связаны с исключительно суровым арктическим климатом и погодными условиями, наблюдаемыми в течение всего года. Без их всестороннего анализа, прогнозов и последующего детального учета в принципе невозможна любая деятельность в Арктике и вообще перспектива освоения арктических территорий.

Для гидрометеорологического обеспечения хозяйственной и научной деятельности в Арктике необходим качественный и оперативный мониторинг гидрометеорологических процессов, происходящих в речных руслах.

Список литературы

1. Иванов В.В., Третьяков М.В. Проблемы восстановления и развития системы гидрометеорологических наблюдений в устьевых областях рек арктической зоны как основы государственного мониторинга этих поверхностных водных объектов // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 4. С. 151–160.
2. Климатическая доктрина Российской Федерации. Утв. распоряжением Президента РФ от 17 декабря 2009 г. № 861-рп.

УДК 551.435.3:551.345(985)

ББК 26.221.8

А.А. Ермолов

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ АРКТИЧЕСКИХ БЕРЕГОВ КАК ОСНОВА ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА¹

Ключевые слова: динамика арктических берегов, разрушение берегов, разновременные спутниковые снимки.

A.A. Ermolov

Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russia

MONITORING THE ARCTIC COASTS DYNAMICS AS THE BASIS OF INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE REGION

Key words: arctic coastal dynamics, coastal erosion, multitemporal space imagery.

Разработка месторождений углеводородного сырья и строительство объектов добычной и транспортной инфраструктуры в прибрежно-шельфово-вой зоне морей Российской Арктики сопровождается риском возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Это обусловлено сложными природно-климатическими и мерзлотно-геологическими условиями территории с одной стороны, и возникновением значительной техногенной нагрузки с другой. Береговая зона наиболее чувствительна к изменению техногенных и природных условий, включая повышение уровня Мирового океана. Это область взаимодействия различных сред – динамичная, контрастная и уникальная в физико-географическом, экологическом и социально-экономическом отношениях система, имеющая, кроме того, важное культурно-историческое значение.

Мониторинг динамики берегов позволяет контролировать развитие опасных процессов. Наряду с решением прикладных вопросов проектирования и строительства инженерных объектов, многолетние наблюдения служат основой прогноза развития береговой зоны. Это имеет особое значение

¹ Работа выполнена при поддержке госбюджетной темы НИР лаборатории геоэкологии Севера географического ф-та МГУ, № 121051100167-1.

в Арктике, где отмечается активизация разрушения берегов. Согласно последним прогнозам [3], к концу XXI века средняя скорость отступления берегов вырастет и, вероятно, превысит свой исторический диапазон изменчивости в большинстве рассматриваемых климатических сценариев. Чувствительность термоабразии к потеплению возрастёт примерно вдвое, достигнув к концу века 0,4–0,8 м/год на каждый °С [3].

Строительство является мощнейшим фактором активизации опасных экзогенных процессов. Поэтому наблюдения за динамикой берегов и дна, как правило, выполняются в рамках мониторинга литодинамических и/или опасных геологических процессов на этапах строительства и эксплуатации сооружений повышенного уровня ответственности. Результаты многолетних систематических наблюдений позволяют реально оценивать степень опасности природных и техноприродных процессов и учитывать наиболее опасные из них при проектировании инженерной защиты, формировать достоверные прогнозы развития.

В отдельных случаях, как это имело место на берегах Байдарацкой губы Карском моря при проектировании подводного перехода системы магистральных газопроводов «Бованенково-Ухта», многолетние наблюдения предшествуют выбору участка строительства и разработке проекта [2]. Так, сеть мониторинга за динамикой уральского и ямальского берегов Байдарацкой губы была организована в 1988 г. сотрудниками Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и сохранилась, в своей значительной части, до наших дней [1].

Инженерное значение исследований береговых процессов заключается в оценке возможных деформаций рельефа береговой зоны и дна в период эксплуатации сооружений. Это необходимо для определения граничных условий безопасной эксплуатации при выборе проектных решений и оценки влияния сооружений на морфологию и динамику берега и/или дна в случае нарушения условий вдольберегового транспорта наносов, изменении положения береговой линии и пр. При этом учитывается результат деятельности комплекса процессов и явлений, включая абразию, термоабразию, термоденудацию, гравитационные, склоновые, мерзлотные и эрозионные процессы, ледовую экзарацию, штормовые нагоны и многое другое. В качестве критериев оценки выступают скорость изменения положения береговой линии (отступление или выдвигание), изменения профиля подводного склона и берегового уступа в результате размыва или аккумуляции, глубина проникновения киля ледяных образований в грунт, эффективность берегозащитных конструкций и пр.

На основе получаемых данных осуществляется выбор участка размещения, тип и конструкция основания сооружения, величина заглубления, обратной засыпки и мероприятия инженерной защиты. Прогнозная оценка позволяет минимизировать риски возникновения чрезвычайных ситуаций и нежелательные последствия строительства для природной среды.

Организация мониторинга за опасными процессами выполняется на основании целевой программы. Ее содержание определяется задачами конкретного исследования, в соответствии с которыми и формируется система применяемых методов, подбирается оборудование и технология выполнения работ, обосновывается структура наблюдаемых параметров, периодичность наблюдений и функционирование всей системы. Одними из важнейших результатов, наряду с фактической оценкой состояния компонентов геологической среды и получением всех необходимых сведений, являются рекомендации по предупреждению и предотвращению неблагоприятных и чрезвычайных событий геологического и техногенного характера. Подобные рекомендации, основанные на анализе всех факторов устойчивости природно-технических геосистем и региональном опыте строительства, способны существенно снизить стоимость создания и эксплуатации объекта и предотвратить экологический ущерб.

Список литературы

1. Мониторинг динамики берегов Западного Ямала в районе перехода газопровода Бованенково-Ухта через Байдарацкую губу Карского моря / Н.Г. Белова, С.А. Огородов, О.С. Шилова и др. // Проблемы региональной экологии. 2018. № 6.
2. Морфолитодинамика берегов и дна Байдарацкой губы на трассе перехода магистральными газопроводами / А.М. Камалов, С.А. Огородов, В.Ю. Бирюков и др. // Криосфера Земли. 2006. Т. 10, № 3. С. 3–14.
3. Nielsen D.M., Pieper P., Barkhordarian A. et al. Increase in Arctic coastal erosion and its sensitivity to warming in the twenty-first century. *Nat. Clim. Chang.* (2022). URL: <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01281-0>.

УДК 504.5:551.435:665.61
ББК 26.221.8+33.361.44

А.А. Ермолов, А.И. Кизяков
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ БЕРЕГОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ: ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ¹

Ключевые слова: геоморфология морских берегов, региональный анализ, разливы нефти, экологическая безопасность.

A.A. Ermolov, A.I. Kizyakov
Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia

ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE RUSSIAN ARCTIC SEA COASTS IN CASE OF OIL SPILLS: SENSITIVITY ASSESSMENT AND MAPPING

Key words: geomorphology of seashores, regional analysis, oil spills, environmental safety.

Разведка и освоение месторождений углеводородного сырья в прибрежно-шельфовой зоне морей Российской Арктики являются стратегически важным направлением развития нефтегазовой отрасли России. Экологическая безопасность является приоритетом добывающих компаний, однако риски возникновения аварийных ситуаций на сегодняшний день нельзя исключить полностью. Исследования воздействия на окружающую среду систем добычи и транспорта нефтепродуктов показывают, что наиболее тяжелые в экологическом отношении последствия нефтяное загрязнение может вызывать в случае достижения береговой зоны. В условиях низких температур, длительного присутствия ледового покрова и ограниченной инсоляции процессы естественного очищения существенно замедляются и могут протекать десятилетиями. Нефть способна проникать в крупнообломочные отложения, перекрываться наносами волнового поля или склоновыми отложениями в районах интенсивного разрушения берегов, а также осаждаться на затопливаемых участках лайд и в устьевых областях рек. Высокая биоло-

¹ Работа выполнена при поддержке госбюджетной темы НИР лаборатории геоэкологии Севера и кафедры криолитологии и гляциологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, № 121051100167-1 и № 121051100164-0 соответственно.

гическая продуктивность и биоразнообразие морских берегов, многообразие хозяйственной деятельности, определяют приоритетность защиты прибрежных районов при планировании и проведении мероприятий по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Одним из направлений природоохранной деятельности является оценка экологической чувствительности морских берегов к разливам нефти и разработка тематических карт. Карты отражают комплексную экспертную оценку и являются важной частью планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти (ПЛАРН). Разработка таких планов, включая создание специализированных карт, входит в число необходимых мероприятий при освоении недр прибрежно-шельфовой зоны.

Учитывая интересы российских нефтедобывающих компаний, нами проведена типизация, районирование, оценка и анализ экологической чувствительности берегов морей Баренцева, Карского и Лаптевых [2; 3; 1], как одних их наиболее перспективных регионов Российской Арктики. Методологическую основу исследования составила международная система индексов экологической чувствительности ESI (Environmental Sensitivity Index) [4], адаптированная к условиям арктического региона. Источниками информации о рельефе, отложениях и мерзлотных условиях на берегах служили данные полевых исследований авторов, данные дистанционного зондирования Земли, картографические, литературные и фондовые материалы, а также материалы специализированных аэрофото- и видеосъемок арктических берегов.

Однако труднодоступность многих районов и нехватка информации обусловили целесообразность применения комплексного геоморфологического анализа при районировании берегов и оценки их чувствительности к нефтяному загрязнению. Выполненное морфодинамическое районирование береговой зоны позволило с одной стороны нивелировать недостаток информации, с другой – расширить область применения карт экологической чувствительности и использовать их для дальнейших прикладных и фундаментальных исследований. При этом учитывалось не только геолого-геоморфологические и гидродинамические условия функционирования береговых систем, но и особенности геокриологического строения берегов, развитие береговых процессов, их динамика и др. Кроме того, в ходе оценки применялся так называемый принцип предосторожности: при нехватке фактической информации для экспертной оценки и районирования, решение о присвоении индекса чувствительности или оценке восстановительной способности берега принималось «в пользу объекта» с повышением категории участка. В этом случае при разливе нефти и загрязнении берега негативные последствия должны быть меньше ожидаемых.

В результате каждому сегменту береговой линии присваивался индекс чувствительности к нефтяному загрязнению в соответствии с системой индексов ESI. Всего выделено 12 типов берегов с различным уровнем

экологической чувствительности. Каждый уровень имеет цветную кодировку в соответствии с увеличением индекса экологической чувствительности от холодного цвета к теплomu, согласно международной цветовой шкале. Это обеспечивает наглядную идентификацию чувствительности берега при картографировании и интеграции с другими данными в геоинформационных системах, упрощает оперативную работу при планировании мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти.

Список литературы

1. Экологический Атлас. Баренцево море. Фонд НИР. М., 2020. 450 с.
2. Экологический Атлас. Карское море. ООО «Арктический научный центр». М., 2016. 271 с.
3. Экологический Атлас. Море Лаптевых. ООО «Арктический научный центр». М., 2017. 303 с.
4. Petersen J. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 52. Environmental Sensitivity Index Guidelines. Version 4.0, 2019.

УДК 332.1:314.15
ББК 60.542.15-6

З.Ю. Желнина

ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

СТРАТЕГИЯ ЛИЧНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ АРКТИЧЕСКОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКА)

Ключевые слова: Арктический регион, качество жизни, мобильность молодёжи, трудовой потенциал.

Z.Yu. Zhelnina

Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

STRATEGY OF PERSONAL MOBILITY IN THE SYSTEM OF RESEARCH OF THE QUALITY OF LIFE OF THE ARCTIC CITY (ON THE EXAMPLE OF MURMANSK)

Key words: Arctic region, quality of life, youth mobility, labor potential.

Человеческий капитал арктических территорий является предметом исследований не только в экономических, но и гуманитарных науках, так как эти регионы испытывают сложности формирования социального капитала в связи с устойчивой миграцией, которая идёт волнами, сопровождая крупные индустриальные проекты, государственные решения о поддержке развития городов и территорий. Индустриальный период развития арктических территорий продолжается, хотя и претерпевает серьёзные организационные изменения: рационализация и экологизация производства формирует вариативные стратегии обеспечения производства, растёт спрос на креативный капитал, а с развитием цифровизации возникли возможности работать в арктических проектах удалённо. Известно, что трудовой потенциал складывается из нескольких компонентов, где а) квалификация и б) психофизиологический потенциал составляют основу способности к выполнению трудовых функций. Однако, всё чаще исследователи обращают внимание на третий компонент – личностный потенциал, то есть ценностные ориентации, потребности в трудовой реализации, готовность соотносить свои усилия со стратегическими задачами предприятия (учреждения). Эта позиция сверхактуальна, так как во многом связана с представлением человека о культурной идентификации и качестве жизни. Понятие «качество жизни» формирует парадигму своих элементов с 60-х гг. XX века, эксперты включают в него всё новые составляющие, но в качестве поля для консенсуса

можно определить мнение, что человек оценивает своё качество жизни высоким, если сценарии его жизни достаточно разнообразны [2]. Качество жизни представляет комплекс субъективных оценок и активизирует модель личного поведения, которая может быть активной или пассивной, а для жителей арктических регионов одним из факторов в этой модели становится отношение к переезду в другие регионы [1]. Отметим, что в условиях цифровизации физический переезд не всегда ведёт к разрыву в трудовых отношениях, социальных связях или образовательной деятельности. «Цифровые кочевники» создают собственные представления о качестве жизни, деловых отношениях и культурной идентификации [3].

Исследование, проведённое с целью уточнить представление студенческой молодёжи о том, что для них значит понятия «личная жизненная стратегия» и «качество жизни», можно назвать пилотным, так как в большей мере оно поставило вопросы, чем дало определённые ответы. Респондентами выступили 56 студентов 1–4 курса университета (г. Мурманск). Программа исследования объединила три блока вопросов.

1. Отношение к региону как месту жизни и территории гостеприимства – здесь интервью и формализованный опрос отразили противоречие в том, что все участники исследования указали в ответах, что Мурманская область в полной мере раскрывает уникальность арктических территорий, индустриальная история продолжается в позитивном ключе, регион обладает несомненной привлекательностью для туризма, в том числе в связи с развитием креативных индустрий и творческих событий. При этом большая часть отвечающих выбрала ответы с траекторией личного отъезда из региона.

2. Горизонт планирования личной жизни – вопросы исследования вызвали в большей мере заинтересованную дискуссию, чем определённость в ответах. Чёткость планов зависит от внешних обстоятельств: до завершения учёбы 87% свободно аргументируют свою стратегию (завершить обучение, пройти практику, получить дополнительное образование); в ближайшие три года после завершения учёбы доля определённых ответов снизилась до 37%; а вопрос о горизонте планирования свыше пяти лет показал, что более 70% респондентов оценивают свою позицию как неопределённую, связанную с культурным клише («найти хорошую работу», «построить семью»), отметим, понятие «работа» и «бизнес» идут в паре, и потребовались дополнительные вопросы для разделения отношения к этим видам деловой активности.

3. Понимание феномена «миграция» и «мобильность» – эта совокупность вопросов выявила то, что респонденты охотно включают в стратегию своей жизни разного рода путешествия (78%), это и туристические поездки, и возможность сепарации с семьёй (работа, творчество, самопознание), и путешествия как образ жизни. 52% отметили, что способность к мобильности является важным личным качеством, 18% предположили, что выберут работу, связанную с поездками. Практически все оценили жизнь «цифровых кочевников» как преимущество в работе и как фактор личной свободы.

В исследовании был выделен трек отношения к региону через участие в проектах арктической тематики. Специфическое условие вопроса в том, что предполагался выбор: принять участие в таком проекте дистанционно или такая работа будет связана с временными поездками в арктический регион, варианты набрали 64% и 62% соответственно, переезд в регион на время проекта был бы возможен для 41%, и только 7% предположили, что могут переехать (вернуться) в регион для развития проекта.

Обзор мнений, которые высказали участники исследования, позволяют сделать некоторые выводы:

1. Отношение к Мурманской области как арктическому региону у представителей молодёжной когорты позитивное, если они оценивают его как территорию с объективно протекающими социально-экономическими процессами, но они воспринимаются как мегапроцессы, лишь косвенно затрагивающие их личные стратегии жизни.

2. В исследованиях жизненных стратегий молодёжи необходимо разделять понятие миграция и мобильность, последняя рассматривается как культурная ценность и ресурс развития личности, в то время как миграция связана с принятием модели жизни взрослого поколения, действующего в рамках клише «надо уезжать с севера».

Представленное исследование требует развития для уточнения силы экономических и культурных факторов при формировании стратегии мобильности, продуктивным может стать исследование осведомленности о якорных проектах региона, мнений о потенциале их влияния на стратегию оседлости как старшего, так и молодого поколения, в том числе при разделении качества трудовой занятости и качества жизни за пределами рабочего времени.

Список литературы

1. Журавлев Н.Ю. Миграционное поведение студенчества северного города // ДЕМИС. Демографические исследования. 2021. Т. 1, № 2. С. 182–193. DOI 10.19181/demis.2021.1.2.14.
2. Лебедева Л. С. «Качество жизни»: ключевые подходы и структура понятия // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2018. № 4(146). С. 68–80. DOI 10.14515/monitoring.2018.4.04.
3. Пантыкина М.И. Цифровые кочевники как экономические акторы: особенности социально-экономической практики // Вестник Томского государственного университета. 2022. № 475. С. 83–92. DOI 10.17223/15617793/475/11.

УДК 551.466.82(268.4/.5)

ББК 26.221.37

А.В. Зимин^{1,2}, Е.И. Свергун¹, А.В. Чумакова²

¹ ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова
Российской академии наук»;

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет»
г. Санкт-Петербург, Россия

ЗОНИРОВАНИЕ МОРЕЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ ПО СТЕПЕНИ ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННОЙ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВНУТРЕННИХ ВОЛН

Ключевые слова: внутренние волны, придонное течение, размыв
грунта шельфа, Арктика.

A.V. Zimin^{1,2}, E.I. Svergun¹, A.V. Chumakova²

¹ P.P. Shirshov Institute of Oceanology
of the Russian Academy of Sciences;

² Saint Petersburg State University
Saint-Petersburg, Russia

ZONING OF THE SEAS OF THE RUSSIAN ARCTIC ACCORDING TO THE DEGREE OF EROSION HAZARD ASSOCIATED WITH THE DYNAMIC IMPACT OF INTERNAL WAVES

Key words: internal waves, bottom currents, sediments erosion, shelf,
Arctic.

Существуют свидетельства того, что внутренние волны далеко не «безопасное» явление, например, в октябре 1997 г. в Андаманском море одна из опор нефтяной платформы была изогнута сдвиговым течением во внутренней волне. Это показывает, что нагрузки от внутренних волн в вертикальном направлении могут в 30 раз превышать таковые от ветровых волн. Поэтому в связи с увеличивающимися темпами освоения мелководного шельфа северных морей нашей страны становится все более актуальным тщательное изучение потенциальной опасности, которую несут гидротехническим сооружениям внутренние волны. По характеристикам внутренних волн в шельфовых районах арктических морей России получено уже значительное количество данных, но до сих пор они недостаточно проанализированы с точки зрения инженерной океанологии.

Данное исследование посвящено представлению результатов применения методики географического районирования воздействия внутренних волн на размыв грунтов в шельфовых районах Белого, Баренцева, Карского морей и моря Лаптевых.

В основе методики лежал алгоритм оценки влияния внутренних волн на поверхность дна (а, следовательно, на сооружения, закрепленные на дне), применение которого можно разделить на два этапа: вычисление скорости придонного течения, вызванного внутренней волной; решение задачи о возможном размыве грунта.

В процессе исследования были: сформирована база данных литологии донных осадков; обобщены представления об основных характеристиках экстремальных внутренних волн; создана база данных о характеристиках стратификации вод и морфометрии дна; оценены особенности эрозионных процессов в различных районах, обусловленных влиянием экстремальных короткопериодных внутренних волн; выполнено районирование акватории с точки зрения вероятности развития опасных эрозионных процессов.

Разработанная методика позволила выделить районы высокой вероятности развития эрозионных процессов под влиянием внутреннего волнения в южной части моря Лаптевых, севернее и северо-восточнее полуострова Ямал в Карском море, в юго-восточной части Баренцева моря и Двинском заливе Белого моря.

Выявлено, что потенциальные эрозионно-опасные районы представлены участками шельфа с глубинами 10–60 метров (в среднем – 21 метр), на которых наблюдается ярко выраженная стратификация вод (градиент плотности – 8 кг/м^3) со средней глубиной залегания пикноклина 8 метров и преимущественно песчаными грунтами.

В Баренцевом и Карском морях выделенные районы частично совпадают с областями месторождений нефти и газа и здесь влияние внутреннего волнения необходимо учитывать при проведении изысканий перед гидротехническим строительством.

В настоящее время в России влияние внутренних волн на устойчивость морских сооружений не регламентируются нормативной базой. Согласно полученным в данной работе результатам, необходима активная проработка этой проблемы в теоретическом плане и накопление данных об опасных внутренних волнах в районах, где установлены или планируются к установке нефтяные, газовые и газоконденсатные платформы.

УДК 626.02
ББК 39.495

Р.А. Зраев, А.В. Краморенко, Э.В. Шевченко
Научно-исследовательский институт спасания
и подводных технологий ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»
г. Санкт-Петербург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛУБОКОВОДНЫХ ВОДОЛАЗНЫХ СПУСКОВ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Ключевые слова: водолазное дело, глубоководный водолазный спуск, эффективность водолазных спусков, декомпрессия водолазов.

R.A. Zraev, A.V. Kramorenko, E.V. Shevchenko
Research institute of salvage and underwater technologies
VUNTS VMF "Naval Academy"
Saint-Petersburg, Russia

INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE EFFECTIVENESS OF DEEP-SEA DIVING DESCENTS ON THE TECHNICAL MEANS USED AND THE TECHNOLOGY OF THEIR APPLICATION

Key words: diving business, deep sea diving, diving efficiency, divers decompression.

Спуски методом кратковременных погружений (КП) на глубины от 60 до 200 м, в зависимости от глубины, в ВМФ осуществляются с применением искусственных дыхательных газовых смесей (ДГС) в которых воздух частично заменен гелием.

В настоящее время в водолазную практику активно входит применение водолазных дыхательных аппаратов (ВДА) с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением (ЗСД и ЭУ) и контролем состава дыхательной газовой среды (ElectronicClosedCircuitRebreathers – eCCR), автоматически поддерживающих парциальное давление кислорода в дыхательном контуре в установленном диапазоне [1].

Для оценки положительного влияния использования ВДА ЗСД и ЭУ целесообразно сравнить показатели эффективности водолазных спусков при применении рабочих режимов декомпрессии, приведенных в части III ПВС ВМФ-2002, и водолазных спусков с поддержанием постоянного парциального давления кислорода в ДГС [3].

При выполнении глубоководных водолазных спусков методом КП показатель эффективности водолазного спуска ($P_{эвс}$) предлагается вычислять по формуле:

$$P_{\text{ЭВС}} = \frac{(T_{\text{Эп}} - T_{\text{подг}})}{T_{\text{к}} + T_{\text{Эп}} + T_{\text{д}}}. \quad (1)$$

где $T_{\text{к}}$ – время, затраченное на погружение водолазов от поверхности до грунта, мин;

$T_{\text{Эп}}$ – фактическое время пребывания водолаза на грунте, мин;

$T_{\text{д}}$ – время декомпрессии водолазов, мин;

$T_{\text{подг}}$ – время, затраченное на выход в воду, возвращение в водолазный колокол и его подготовку к подъему, мин.

Расчет режима декомпрессии водолаза производится с использованием программы-планировщика, в которую заносятся все исходные данные о предстоящем погружении. В качестве программы-планировщика в России предлагается использовать отечественное программное обеспечение для персонального компьютера «AV Менеджер», разработанное компанией «AV Underwater Technologies».

На основании расчета показателей эффективности $P_{\text{ЭВС}}$, аналогичных по условиям водолазных спусков с применением рабочих режимов декомпрессии, приведенных в части III ПВС ВМФ-2002, и с использованием ВДА с ЗСД и ЭУ для глубин от 61 до 160 м (с дискретностью 10 м) было определено среднее значение показателя эффективности технологии (рис. 1).

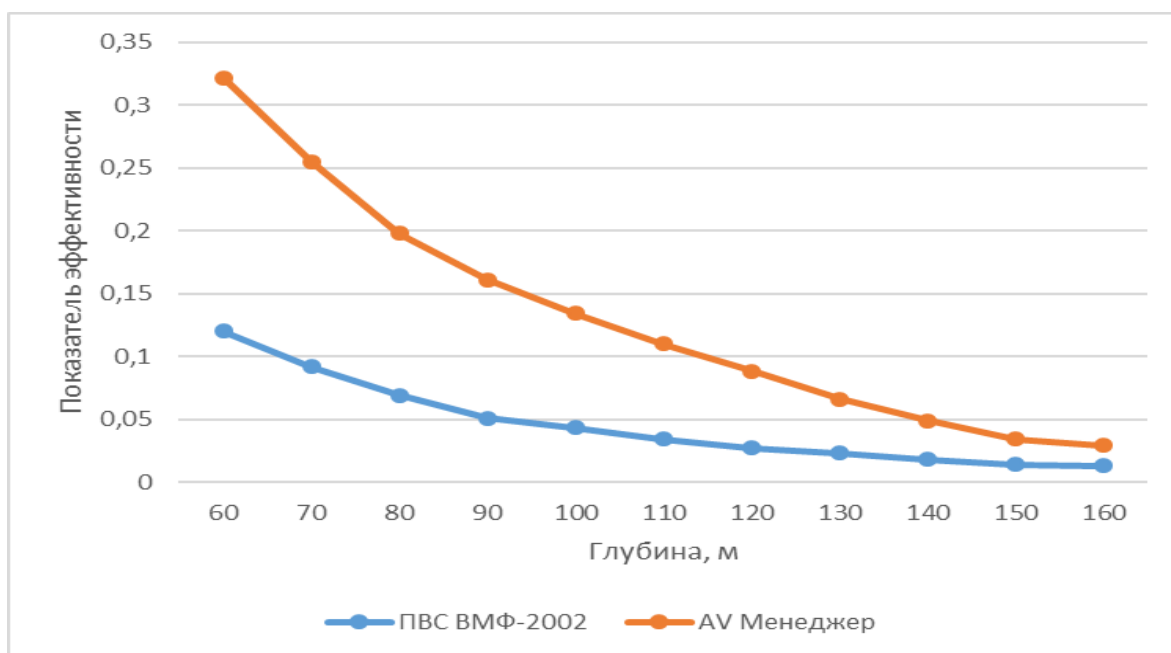


Рис. 1. Зависимость среднего показателя эффективности глубоководного водолазного спуска от глубины

Fig. 1. Dependence of the average performance of deep-sea diving descent on depth

Средний показатель эффективности глубоководных водолазных спусков, выполняемых в соответствии с ПВС ВМФ-2002, составил: $P_{\text{ЭВС}}^{\text{ПВСср}} = 0,048$.

Средний показатель эффективности глубоководных водолазных спусков, проводимых с применением глубоководного водолазного комплекса в который интегрировано глубоководное водолазное снаряжение на базе ВДА с ЗСД и ЭУ, составил: $P_{\text{эвс}}^{\text{ср}} = 0,131$.

Сравнительная оценка средних показателей эффективности показывает, что поддержание постоянного парциального давления дыхательной газовой среды в дыхательном контуре, обеспечиваемое ВДА с ЗСД и ЭУ, увеличивает эффективность проведения глубоководных водолазных спусков в среднем в 2,5 раза. Полученные расчетным путем данные коррелируют с результатами практического применения ВДА с ЗСД и ЭУ совместно с ГВК-450 спасательного судна «Игорь Белоусов» в ходе комплексной экспедиции Министерства обороны Российской Федерации и Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» для обследования мест гибели японских судов и американской подводной лодки «Херринг» в районе острова Матуа [2].

Список литературы

1. Важинский, А., Поляков В., Чернова Т., Прохватило Ю. CCRDIVING. Электронное издание. InternationalDiversUnion. 2020. URL: www.Idu-global.com.
2. Зраев Р.А., Шевченко Э.В., Владимиров В.Е., Рыжилов Д.В. Военно-научное сопровождение экспериментальных глубоководных водолазных спусков, проведенных в ходе комплексной экспедиции Министерства обороны Российской Федерации и Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» для обследования мест гибели японских судов и американской подводной лодки «Херринг» в районе острова Матуа. Научно-технический отчет. Инв. № 1464 СПб., Ломоносов, 2022.
3. Краморенко М.В., Трофимов А.С. Рекомендации по планированию водолазных работ в условиях низких температур окружающей среды // Информационный сборник СПАСР ГШ ВМФ – типография НИИ СиПТ. 2020.

УДК [502.51:504.5]:546.36(268.45)

ББК 26.221.8

Г.В. Ильин, И.С. Усягина, Н.Е. Касаткина
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ МОРСКОЙ АРКТИКИ

Ключевые слова: Арктика, морская экосистема, баланс концентраций, ^{137}Cs , ^{90}Sr , трансокеанический транзит, водообмен.

G.V. Ilyin, I.S. Usyagina, N.E. Kasatkina
Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

THE CURENT LEVEL OF RADIONUCLIDE POLLUTION OF THE MARINE ARCTIC ENVIRONMENT

Key words: Arctic, marine ecosystem, balance of concentrations, ^{137}Cs , ^{90}Sr , transoceanic transit, water exchange.

Новый виток промышленного освоения пространства морской и прибрежной Арктики происходит при уже накопленной здесь радиационной опасности. Кроме факторов глобального загрязнения в регионе существуют факторы отложенного риска, сосредоточенные в западной части Арктики. К этим факторам относятся захоронения радиоизлучающих отходов и береговая инфраструктура атомного флота, включая хранилища радиоактивных отходов (РАО). В инновационных технологиях для решения задач энергообеспечения также предусмотрено дополнительное насыщение арктической зоны ядерными источниками. К этому относится кратное расширение флота атомных ледоколов, возможное применение радиоизотопных тепловых энергогенераторов (РИТЭГ) в навигационной инфраструктуре Севморпути, использование плавучих энергетических атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС). Первая ПАТЭС – «Академик Ломоносов», уже работает в порту Певек с 2019 г.

Реальное радиационное загрязнение морей Арктики началось в середине 1950-х гг. при испытаниях атомного оружия на архипелаге Новая Земля. С этого времени радиационное загрязнение различной интенсивности наблюдается в окраинных морях и Северном Ледовитом океане в целом. Главными факторами формирования радиационного фона в морских бассейнах стали атмосферные выпадения и глобальный транзит радионуклидов

трансокеаническими течениями. Вторичные источники радиоактивности, в том числе объекты атомной инфраструктуры, создают потенциальные риски мезомасштабного и локального загрязнения инцидентах с использованием источников ядерной энергии и обращении с радиоактивными отходами. Реальность таких рисков следует из примеров аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима-1», гибели в Баренцевом море подводных лодок «Комсомолец» и «Курск», К-159, аварии в хранилище радиоактивных отходов в губе Андреева, захоронения РАО у Новой Земли и загрязненных стоков ледников. Все же в числе основных факторов радиационного загрязнения морской Арктики остается поток атлантических вод [1; 5].

Поступление техногенных радионуклидов в экосистемы каждого из морей неравномерны. Среди них Баренцево море является основным бассейном разгрузки потоков северо-атлантических вод, загрязненных сбросами отходов радиохимических комбинатов Европы (главным образом «Селлафилд» и «Ла Хаг») [1; 2].

Большее или меньшее участие северо-атлантических вод в формировании гидрологического режима и радиационного фона северных морей определено системой трансокеанических течений в Северном Ледовитом океане и водообмене морских бассейнов [4; 6]. Оценка роли северо-атлантических вод в транзите радионуклидов наиболее показательна дана для Баренцева моря, но пригодна и для других морей, связанных водообменом. Для этой оценки были реконструированы основные потоки ^{137}Cs и ^{90}Sr в экосистеме моря и рассчитан баланс изотопов, основанный на данных водообмена, трансграничного переноса радионуклидов и данных о миграционных потоках внутри морской экосистемы. Главными элементами балансовой модели приняты атмосферный и трансокеанический приток радионуклидов из разных источников, их вынос с водными массами за пределы моря, аккумуляция взвесью и гидробионтами, донными отложениями, а также радиоактивный распад.

Расчет потоков радионуклидов в этих главных компонентах баренцевоморской экосистемы показал, что в современном (2010–2019 гг.) балансе техногенной радиоактивности трансграничный перенос радиоизотопов атлантическими водами составляет более 90% от их общего поступления. Соответственно в водной массе водоема циркулирует подавляющая часть попавших сюда ^{137}Cs и ^{90}Sr , около 95%. Большая часть поступающих радионуклидов затем выводится из Баренцева моря через его северные и восточные границы при водообмене с сопредельными морями. Донные отложения аккумулируют от 1,5 до 2% изотопов ^{90}Sr и около 4% ^{137}Cs . Доля радионуклидов, циркулирующих во взвешенном веществе, не превышает 0,4%. Совокупная биота аккумулирует в своей массе лишь около 0,001% [3]. Значимость атлантических вод, видимо, действительно и для других северных окраинных морей, где отмечена адвекция этой водной массы из других бассейнов [4; 6]. Для выяснения этого имеющиеся ряды радиоэкологических

наблюдений были подвергнуты статистической обработке с помощью непараметрического критерия Краскела-Уоллиса и критерия Манна-Уитни, позволяющих попарно сравнить независимые выборки. Результаты показали, что среднее значение объемной активности ^{137}Cs в Баренцевом и Карском морях не различаются между собой достоверно. Но эти средние значимо отличны от таковых в море Лаптевых и Восточно-Сибирском. В свою очередь, статистически значимых различий в содержании ^{137}Cs в водах двух последних морей не наблюдается. То есть, многолетний средний фон концентрации ^{137}Cs в воде Баренцева и Карского морей и воде морей Лаптевых и Восточно-Сибирского достоверно различны. Это отличие определяется значительным влиянием атлантических вод на моря западно-арктические и слабым их воздействием на восточно-арктические моря.

В целом же, объемная активность техногенных радионуклидов в водной среде морских бассейнов стабильно удерживается на низком уровне. Среднее многолетнее содержание ^{137}Cs в Баренцевом (1,6 Бк/м³) и Карском (1,7 Бк/м³) морях выше, чем в морях Лаптевых (1,2 Бк/м³) и Восточно-Сибирском (0,7 Бк/м³), мало подверженных влиянию Атлантики. В распределении ^{90}Sr , отмечена обратная тенденция. В водах Баренцева и Карского морей его содержание ниже (2,6 и 2,5 Бк/м³), чем в мало изученных Восточно-Сибирском (5,1 Бк/м³) и Лаптевых (4,7 Бк/м³).

Список литературы

1. Ильин Г.В., Усягина И.С., Касаткина Н.Е. Геоэкологическое состояние среды морей российского сектора Арктики в условиях современных техногенных нагрузок // Вестник Кольского научного центра РАН. 2015. № 2/2015. С. 82–93.
2. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. 418 с.
3. Матишов Г.Г., Усягина И.С., Ильин Г.В. Реконструкция поступления и миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в экосистеме Баренцева моря // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2022. № 2(114). С. 119–135.
4. Никифоров Е.Г., Шпайхер А.О. Закономерности формирования крупномасштабных колебаний гидрологического режима Северного Ледовитого океана. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 259 с.
5. Радиоэкологические исследования на севере архипелага Новая Земля / А.Ю. Мирошников, Н.П. Лаверов, Р.А. Чернов, А.В. Кудиков, А.А. Усачева, И.Н. Семенов, Р.А. Алиев, Э.Э. Асадулин, М.В. Гаврило // Океанология. 2017. Т. 57, № 1. С. 227–237
6. Schauer U., Muench R.D., Rudels B., Timochov L. Impact of eastern shelf waters on the Nansen basin intermediate layers // J. of Geophysical Research. 1997. Vol. 102. P. 3371–3382.

УДК 614.84:630(470.22)

ББК 43.48

Р.К. Калинин¹, О.И. Гаврилова², М.В. Ивашинев²

¹Главное управление МЧС России по Республике Карелия;

² ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Россия

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Ключевые слова: лесоводственно-экологическая оценка, пробная площадь, лесной пожар, вырубка.

R.K. Kalinin¹, O.I. Gavrilova², M.V. Ivashnev²

¹ EMERCOM Main Office for the Republic of Karelia;

² Petrozavodsk State University

Petrozavodsk, Russia

ASSESSMENT OF THE STATE OF ANTHROPOGENIC DISTURBED FOREST AREAS IN THE REPUBLIC OF KARELIA

Key words: Forestry and environmental assessment, trial area, forest fire, logging.

Низовые пожары средней и низкой интенсивности, а также небольшие по площади характерны для лесов Республики Карелия. Целью проведенной работы являлось исследование динамики возобновления живого напочвенного покрова и степени повреждения древесной растительности на антропогенно нарушенных лесных территориях по наиболее распространенным типам условий произрастания. Осенью 2021 г. была проведена лесоводственно-экологическая оценка антропогенно нарушенных лесных территорий в Кондопожском, Петрозаводском и Прионежском лесничествах Республики Карелия. Характеристики обследованных пробных площадей (ПП) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики пробных площадей

Наименование	Гарь				Вырубка
	2018 г. ПП-1	2019 г. ПП-2	2020 г. ПП-3	2021 г. ПП-4	2018 г. ПП-5
Общая площадь, га	15	0,04	0,5	1,43	1,7
Пробная площадь, га	1	0,04	0,5	1	1
Вид пожара	Низовой	Низовой	Низовой	Низовой	–

Для оценки состояния древесной растительности на пробных площадях закладывались учетные площадки по 10 м² каждая (УП-1). Всего заложено 73 УП-1. Для оценки живого напочвенного покрова закладывались круговые учетные площадки размером 1 м² (УП-2) на пробных и контрольных площадях. На пробных площадях заложено 90 УП-2, на контрольных площадях заложено 50 УП-2.

В результате проведенной оценки установлено, что на ПП-1 (гарь возрастом три года общей площадью 15 га) средняя густота древесной растительности составила 1 100 шт./га, при этом состав древесной растительности по толщине от 16 см и выше составил 50%, а состав насаждения можно описать формулой 8С2Б+ИвОс. Многие хвойные деревья повалены в результате повреждения корней и уничтожения живого напочвенного покрова, повреждения от пожара имеются на всей древесной растительности, из которых одна треть имеют повреждения от 20% и более. Проведенная оценка видового состава живого напочвенного покрова на ПП-1 в сравнение с контролем показала, что данные сообщества живого напочвенного покрова относятся к разным ассоциациям сравниваемых объектов и пожар, произошедший три года назад, нарушил видовой состав живого напочвенного покрова на пробной площади. Отмечено, что на скальных участках, подвергшихся пожару, живой напочвенный покров уничтожен почти полностью.

На ПП-2 (гарь возрастом два года общей площадью 0,04 га) средняя густота составила 4 000 шт./га, при этом состав древесной растительности по толщине от 16 см и выше составил 50%, а состав насаждения можно описать формулой 8Б2С. Все деревья имеют повреждения от пожара, не превышающие 10%. Проведенная оценка различий видов живого напочвенного покрова показала, что данные сообщества живого напочвенного покрова относятся к разным ассоциациям сравниваемых объектов и пожар, произошедший два года назад, нарушил живой напочвенный покров на пробной площади. Таким образом, после пожара произошло изменение напочвенного покрова.

На ПП-3 (гарь возрастом один год общей площадью 0,5 га) средняя густота составила 2 800 шт./га, при этом состав древесной растительности по толщине от 16 и выше см составил 68%, а состав насаждения можно выразить по формуле 5Е5С+ИвП. Корневая система елей повреждена пожаром. Повреждения от пожара имеются на всей древесной растительности, из которых одна пятая часть имеют повреждения от 20% и более. Проведенная оценка различий видов живого напочвенного покрова на ПП-3 показала, что данные сообщества живого напочвенного покрова относятся к одной ассоциации сравниваемых объектов и пожар не сильно нарушил со временем живой напочвенный покров. Почва на данной территории влажная, уровень грунтовых вод высокий. Таким образом, после пожара для данной площади произошли не сильные изменение напочвенного покрова. На ПП-4 (гарь

возрастом три месяца общей площадью 1,43 га) средняя густота составила 2 400 шт./га, при этом состав древесной растительности по толщине от 16 и выше см составил 46%, а состав насаждения можно описать формулой 5С4Е1Бед.Ос. Повреждения от пожара имеются на всей древесной растительности, из которых одна пятая часть имеют повреждения от 20% и более. На данной пробной площади живой напочвенный покров и лесная подстилка практически полностью отсутствуют. На контроле живой напочвенный покров представлен семью видами.

На ПП-5 (вырубка возрастом 3 года общей площадью 1,7 га) средняя густота пней в пересчёте на 1 га составила 1 250 шт./га, при этом общий объём порубочных остатков и пней на вырубке в пересчёте на 1 га составил 47,9 м³/га. Проведенная оценка различий видов живого напочвенного покрова на ПП-5 показала, что данные сообщества живого напочвенного покрова относятся к одной ассоциации сравниваемых объектов. На трехлетней вырубке процент проективного покрытия площади живым напочвенным покровом выше в сравнении с контролем. Это связано с более открытым пространством на вырубке, чем на контроле.

Таким образом, проведенная лесоводственно-экологическая оценка лесных территорий в Республике Карелия показала, что на лесные территории имеют влияние как лесные пожары, так и вырубки. Под пирогенное воздействие попадает древесная растительность, при этом увеличивается сухостой и захламленность лесных территорий, а также нарушается живой напочвенный покров. Для ПП-3 оценка воздействия лесного пожара на живой напочвенный покров показала, что лесной пожар не сильно изменил видовой состав из-за достаточно влажной почвы, однако, древесная растительность на данной территории также получила серьезные повреждения от пожара. Что касается ПП-5 (вырубки), то лесная территория имеет значительное захламливание порубочными остатками и пнями. Рекомендуется на вырубках готовить поверхность для лесовосстановления с помощью специальных машин, обеспечивающих измельчение порубочных остатков и пней и перемешивание измельченной древесной растительности с почвой. При этом, в некоторых случаях, данную технологию можно использовать на гарях. Это обеспечит лучшее снабжение растений питательными веществами и ускорит процесс лесовосстановления в условиях Крайнего Севера.

УДК 504.5:665.61
ББК 26.221.8с51

О.П. Калинка, А.А. Шавыкин
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ЗОН ОТ НЕФТИ С УЧЕТОМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Ключевые слова: уязвимость, воздействие нефти, прибрежно-морские районы, социально-экономические ресурсы.

O.P. Kalinka, A.A. Shavykin
Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

ASSESSMENT OF THE VULNERABILITY OF COASTAL-SEA AREAS FROM OIL, CONSIDERING SOCIO-ECONOMIC RESOURCES

Key words: vulnerability, oil impact, coastal and marine areas, socio-economic resources.

Для ликвидации разливов нефти (ЛРН) в море необходимы соответствующие карты уязвимости прибрежно-морских зон. Это ключевой элемент планирования таких операций. В работе рассмотрены несколько подходов, где кроме природных компонентов учитываются и социально-экономические ресурсы, а также представлены способы оценки их значимости. Проведен анализ возможности использования этих разработок в России.

В США D. Etkin, J. Welch [3] разработали алгоритм (программа OSRCEAT) расчета эффективности ЛРН, учитывающий затраты на отдельные этапы операции и ряд характеристик разлива (объем, свойства типов нефти, расстояние от берега, ветер... природные и социально-экономические ресурсы на береговой линии и в водной среде). Во внимание принимается тип берега (15 типов по ESI: 1A–10D) и площадь его загрязнения для каждого типа. Приводятся таблицы стоимости (в денежном эквиваленте) реагирования на 1 м² загрязненной береговой линии в зависимости от ESI и толщины слоя нефти. Так же учитывается эффективность реагирования и воздействие от операций с применением того или иного метода очистки акватории и берега. На базе обобщения многолетнего опыта по ЛРН рассчитывается стоимость: 1) ущерба от нефти природным и социально-экономическим ресурсам на акватории и берегу; 2) ущерба от воздействия непосред-

ственно операций по ЛРН на учитываемые ресурсы; 3) затрат на реагирование. Это позволяет рассчитать эффективность ЛРН и принять решение – проводить ли ликвидацию разлива, если затраты превышают ущерб. Представленный алгоритм и программа основаны на исходных данных для США и ряда других стран, но для нашей страны эти разработки вряд ли применимы, так как в России подобная статистика по ЛРН не ведется.

В Испании S. Castanedoetal. [2] представили оценку уязвимости от разлива нефти, объединяющую физические, биологические и социально-экономические составляющие для побережья Кантабрии (один из наиболее пострадавших от разлива нефти танкера «Престиж» в Бискайском заливе). Социально-экономическая уязвимость также была выражена через ущерб, но с точки зрения потерь дохода от прерывания прибрежной деятельности (рыбный промысел, добыча моллюсков, туризм, портовая, рекреационная деятельность) и затрат на очистку побережья. Все рассчитывалось в денежном эквиваленте, но при оценке стоимости очистки использовались порядковые величины, что недопустимо с учетом требований теории измерений. Такие величины применялись и при оценке физической и биологической уязвимостей. Различные характеристики береговой линии и биоты ранжировались от 1 до 4, далее по формулам рассчитывались соответствующие уязвимости. Итоговые расчеты для всего побережья представлены по каждому из трех составляющих уязвимости. На последнем этапе они объединяются в индекс общей уязвимости.

Французские авторы [4] уязвимость берега и прилегающих акваторий о. Нуармутье оценивали, как комбинацию: 1) экологической уязвимости (на основании морфологии побережья, общего воздействия на остров, присутствующей биоты, погодных условий, интенсивности загрязнения нефтью) и 2) социально-экономической уязвимости (рыболовство, туризм, инфраструктура, объекты культурного и природного наследия, а так же качество планов ЛРН). Исходные данные ранжировались от 1 до 3 (используя их численные характеристики и качественные особенности). И на основе расчетов с порядковыми величинами получены значения отдельных параметров и двух компонентов уязвимости, показан вклад каждого и общая уязвимость исследуемого района (береговой зоны и прилегающей акватории).

Центром «Чистые моря» [1] сделана оценка чувствительности тихоокеанской прибрежно-морской зоны Канады к нефти. В каждой ячейке сетки исследуемого района (2×2 км/4×4 км) учитываются ресурсы 3-х категорий чувствительности: 1) биологическая (включает районы, имеющие экологическую и природоохранную ценность, в том числе виды и места обитания птиц, морских млекопитающих, местоположение водных растений, продуктивные районы – всего 200 типов данных); 2) физическая (характеристики береговой линии и морского дна – 11 типов береговой линии, 3 типа морского дна, а также воздействие на них нефти); 3) социально-экономическая (ресурсы используемые человеком – коммерческий промысел, занятость в сфере туризма, портовые сооружения, использование водных

ресурсов, парки и культурные зоны; плотность населения). Все исходные данные учитываемых ресурсов/объектов представлены на порядковой шкале 2^n (0, 1, 2, 4, 8, 16... 1024) в виде слоев в ArcGIS. Но не приводится пояснение/обоснование почему применяются именно такие ранги. Для оценки биологической чувствительности в основу ранжирования положен процент частоты выбора значений в ячейке сетки по программе Mapxan и реклассификации этой частоты методом равных интервалов на 5 классов (1, 2, 4, 8, 16). Остальные категории (физическая и социально-экономическая) вычислялись по принятым формулам. Исходные данные в рангах суммировались и умножались на соответствующие модификаторы (также порядковые). Результирующие категории чувствительности по этим ресурсам повторно разбиваются методом естественных границ на 5 классов (от 1 до 16 по шкале 2^n). Все 3 категории чувствительности отображаются на отдельных картах и суммируются для расчета карты итоговой чувствительности района (без деления на сезоны). Далее результаты представляются на карте в виде 5 классов. Учитываемые ресурсы/объекты и категории взвешены одинаково, но при необходимости, модель может учитывать веса. Модель предусматривает арифметические действия с порядковыми величинами, поэтому итоговые карты не могут быть корректными.

В целом, рассмотренные модели не могут быть применены в России, так как в первой работе в расчетах используются исходные данные по статистике ущербов от ЛРН (которые в нашей стране отсутствуют), а в остальных трех работах применяются порядковые величины. Экономический ущерб в денежном эквиваленте может служить основой при расчете коэффициентов приоритетности защиты отдельных объектов/ресурсов. Альтернативный вариант оценки уязвимости (приоритетности защиты) социально-экономических ресурсов/объектов, например, – методом анализа иерархий.

Список литературы

1. ClearSeas. Assessing Sensitivity of Coastal Areas to Oil Spills. Rep., authored by Dillon Consulting and edited by Clear Seas. September 2020. 77 p.
2. Castanedo S., Juanes J.A., Medina R., Puente A., Fernandez F., Olabarrieta M., Pombo C. Oil spill vulnerability assessment integrating physical, biological and socio-economical aspects: application to the Cantabrian coast (Bay of Biscay, Spain). *J. Environ. Manag.* 2009. V. 91. P. 149–159.
3. Etkin D.S., Welch J. Development of an oil spill response cost-effectiveness analytical tool. In: *Proceedings of the 28th Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar, Ottawa, Canada. 7–9 June, 2005.* P. 889–922.
4. Fattal P., Maanan M., Tillier I., Rollo N., Robin M., Pottier P. Coastal Vulnerability to Oil Spill Pollution: Noirmoutier Island (France). *Journal of Coastal Research.* 2010. V. 26, № 5. P. 879–887.

УДК 666.9:662.613.136

ББК 35.71

А.М. Калинин, Е.В. Калининна, А.Г. Иванова, Е.А. Кругляк

Институт химии и технологии редких элементов

и минерального сырья имени И.В. Тананаева –

обособленное подразделение

ФГБУН Федерального исследовательского центра

«Кольский научный центр Российской академии наук»

г. Апатиты, Россия

ГЕОПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Ключевые слова: геополимеры, техногенное сырье, шлаки цветной металлургии, зола ТЭЦ, механоактивация.

A.M. Kalinkin, E.V. Kalinkina, A.G. Ivanova, E.A. Kruglyak

Tananaev Institute of Chemistry –

Subdivision of the Federal Research Centre

“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”

Apatity, Russia

GЕOPOLYMER MATERIALS BASED ON MAN-MADE RAW MATERIALS

Key words: geopolymers, man-made raw materials, non-ferrous metallurgy slags, TPP fly ash, mechanical activation.

На территории Мурманской области накоплены большие объемы отходов горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов – шлаков цветной металлургии (АО «Кольская ГМК») и отходов сжигания угля (Апатитская ТЭЦ), которые отрицательно воздействуют на окружающую среду. Работами, выполненными в Отделе технологии силикатных материалов (ОТСМ) ИХТРЭМС КНЦ РАН, показано, что эти отходы являются ценным техногенным сырьем для получения геополимерных материалов.

Геополимеры (вяжущие щелочной активации) в последние годы активно исследуются во многих странах [2; 4]. Их получают в результате взаимодействия алюмосиликатного сырья (термически активированный каолин, доменные шлаки, золошлаки и др.) с растворами гидроксидов щелочных металлов или жидким стеклом. Геополимерные материалы рассматриваются в качестве потенциальной замены портландцементу и перспективны для применения в качестве эффективных и экологически безопасных цементов и бетонов в строительной индустрии. Помимо этого, геополимеры благодаря уникальным физико-химическим свойствам могут использоваться как матрицы для иммобилизации тяжелых металлов и радиоактивных

отходов, а также как материалы для огне- и теплозащиты, очистки сточных вод и др.

Химический состав медно-никелевых шлаков значительно отличается от состава доменных шлаков, которые традиционно применяют для получения вяжущих материалов, и впервые геополимеры на основе шлаков цветной металлургии были синтезированы в ОТСМ ИХТРЭМС [1]. Для получения щелочного вяжущего тонкомолотый магнезиально-железистый шлак водной грануляции затворяют щелочным агентом. В случае затворения шлака раствором щелочи для достижения высокой прочности требуется пропарка образцов, при использовании раствора силиката натрия твердение протекает в нормальных условиях, а также, что особенно важно для арктических регионов, при пониженной температуре окружающей среды.



Рис. 1. Мелкозернистый бетон на шлакощелочном вяжущем

Fig. 1. Fine-grained concrete with alkali activated slag binder

Мелкозернистый бетон на шлакощелочном вяжущем (рис. 1) через 28 сут нормального твердения имел прочность при сжатии 80 МПа, при изгибе – 9 МПа, при растяжении – 4 МПа, сульфатостойкость – 100%, водонепроницаемость – более W8. Морозостойкость составила 2 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Прочность при сжатии через 17 лет равнялась 101 МПа [1]. Установлено, что предварительная механоактивация (МА) гранулированного магнезиально-железистого шлака в атмосфере CO_2 существенно увеличивает его реакционную спо-

собность и физико-механические свойства вяжущего на его основе в сравнении с МА в воздушной среде [3]. Шлакощелочные мелкозернистые бетоны характеризуются не только более высокой прочностью, но и повышенной плотностью, коррозионной стойкостью, водонепроницаемостью и морозостойкостью, поэтому они рекомендуются для строительства дорог и морских гидротехнических сооружений.

Низкокальциевая зола Апатитской ТЭЦ заметно уступает в реакционной способности магнезиально-железистому шлаку в геополимерном синтезе.

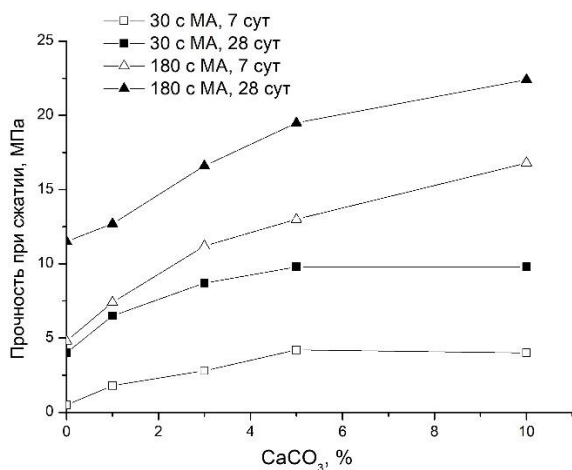


Рис. 2. Прочность при сжатии геополимеров на основе смеси золы и кальцита, механоактивированных 30 и 180 с, в возрасте 7 и 28 сут в зависимости от содержания кальцита в смеси

Fig. 2. Compressive strength of geopolymers based on a mixture of fly ash and calcite, mechanically activated for 30 and 180 s, at 7 and 28 days depending on the content of calcite in the mixture

сида натрия при нормальных условиях твердения, в 7-сут возрасте в 8,0 и 3,5 раза выше, чем у геополимера на 100% золе при времени МА 30, и 180 с соответственно. В возрасте 28 сут соответствующая прочность выше в 2,5 и 1,9 раза (рис. 2).

Установлено, что добавка к золе кольских природных кальций и магний содержащих минералов – кальцита (Ковдорский массив) или доломита (Титанское месторождение) – и МА этой смеси в планетарной мельнице АГО-2 существенно ускоряет взаимодействие сырья со щелочным агентом. Наибольший положительный эффект введения в золу карбонатной добавки наблюдается в ранние сроки твердения (7 сут). Прочность геополимера на основе смеси (90 % зола + 10% кальцит), приготовленного с применением раствора гидроксида натрия

Список литературы

1. Гуревич Б.И. Вяжущие вещества из техногенного сырья Кольского полуострова. Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 1996. 179 с.
2. Рахимова Н.Р., Нефедьев А.П., Хизбуллина А.Н., Ахметгараева А.Ф. Активированные щелочами цементы на основе метаксаолина и известняка // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2022. № 4(760). С. 14–24.
3. Kalinkin A.M., Kumar S., Gurevich B.I., Alex T.C., Kalinkina E.V., Tyukavkina V.V., Kalinnikov V.T., Kumar R. Geopolymerisation behavior of Cu-Ni slag mechanically activated in air and in CO₂ atmosphere // Int. J. Miner. Process. 2012. V. 112–113. P. 101–106.
4. Sun B., Ye G., de Schutter G. A review: Reaction mechanism and strength of slag and fly ash-based alkali-activated materials // Constr. Build. Mater. 2022. V. 326. Article 126843.

УДК 373.3.017.4
ББК 74.268.19=411.2,0

Э.А. Карелина, А.Н. Кохичко
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

**ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ
К РУССКОМУ ЯЗЫКУ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ
СРЕДСТВАМИ ДИДАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА
КРАЕВЕДЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Ключевые слова: ФГОС начального общего образования, начальная школа, Мурманск, русский язык, ценностное отношение, воспитание, внеклассная работа.

E.A. Karelina, A.N. Kohichko
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

**PATRIOTIC EDUCATION OF YOUNGER SCHOOL CHILDREN
IN CONDITIONS OF THE ARCTIC ZONE
OF THE RUSSIAN FEDERATION
(ON THE EXAMPLE OF THE MURMANSK REGION)**

Key words: FSES of primary general education, primary school, Murmansk, Russian language, value attitude, education, extracurricular activity.

Формирование уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации – один из приоритетов государственной политики в области воспитания. Данный приоритет является главным фактором национального самоопределения и основой гражданской идентичности россиян [1, с. 4].

Научиться ясно и грамотно говорить, излагать мысли свободно в устной и письменной формах, уметь выражать эмоции различными интонационными средствами, развивать умение общаться и др. необходимо каждому из нас. Ценностное отношение к русскому языку играет важную роль в этом вопросе. Поэтому одно из основных направлений процесса обучения русскому языку в начальных классах, отмеченного в ФГОС НОО, программах по русскому языку для младших школьников, связано с развитием ценностного отношения к русскому языку. От уровня речевого развития младших школьников во многом зависит качество их дальнейшего обучения и воспитания [4, с. 45].

Взглянув на карту Мурманской области, можно увидеть множество названий, происхождение которых неизвестно [3, с. 770].

В качестве компонентов сформированности ценностного отношения к русскому языку мы выделили: когнитивный, эмоционально-ценностный и деятельностный, опираясь на исследования Л.И. Маниной.

На основе результатов констатирующего этапа педагогического исследования была разработана и реализована система организации педагогического процесса, направленного на формирование ценностного отношения к русскому языку. В формирующем этапе педагогического эксперимента приняли участие 30 обучающихся 1 «А» класса (респонденты экспериментальной группы). Система организации педагогического процесса предполагала разработку и реализацию:

1. Системы уроков, направленных на формирование ценностного отношения к русскому языку.

2. Систему внеурочной и внеклассной деятельности, направленной на формирование ценностного отношения к русскому языку.

В ходе проведения урока по русскому языку «Гласные и согласные звуки и буквы» нами решались задачи усвоить знания по теме «Гласные и согласные звуки и буквы»; оценивать действия в соответствии с поставленной задачей, прогнозировать результаты (примерный результат); формировать умения излагать свои мысли в устной форме, доступной для других (говорить); развивать умения высказывать своё отношение и оценивать свои поступки.

В ходе проведения урока по русскому языку «Слово и слог. Перенос слов. Ударение» нами решались задачи усвоения знания по теме «Слово и слог. Перенос слов. Ударение»; оценивать действия в соответствии с поставленной задачей, прогнозировать результаты (примерный результат).

В ходе проведения урока по окружающему миру «Виртуальная экскурсия по Мурманской области» нами решались задачи сформировать представления обучающихся о родном регионе; развивать познавательную активность обучающихся, наблюдательность, умение анализировать и делать выводы; воспитывать любовь к своему краю. На уроке использовался метод проблемного обучения.

В ходе проведения урока литературного чтения «Мурманск в поэзии» решались задачи ознакомления обучающихся с различными литературными произведениями, посвященными городу Мурманску и Заполярью в целом.

Проведенное исследование вскрывает ряд существенных аспектов в проблеме формирования ценностного отношения к русскому языку у младших школьников с учетом регионального компонента.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт начального обязательного образования с изменениями и дополнениями от 26 ноября

- 2010 г., 22 сентября 2011 г., 18 декабря 2012 г., 29 декабря 2014 г., 18 мая, 31 декабря 2015 г. (зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2009 № 1578): Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 октября 2009 г. № 373 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. М.: Изд-во Юридическая литература, 2012. 4 с.
2. Карташова В.Н. Подготовка бакалавра педагогического (начального) образования // Начальная школа. 2016. № 5. С. 80–83.
 3. Кохичко А.Н. Концепт и эпистема как базовые номинативные единицы, отражающие национальную (этническую) специфику представления языковых знаний // Педагогический журнал. 2019. Т. 9. № 5А. Ч. II. С. 764–781.
 4. Мухарева Л.Д. Дополнительное образование и воспитание // Научно-методический журнал. М., 2007. № 7. 45 с.
 5. Носкова Н.В. Информационно-коммуникационные технологии в работе учителя // Начальная школа. 2015. № 3. С. 15–17.
 6. Нильссен А.Р., Нильссен Й.П., Карелин В.А. Соседи на Крайнем Севере: Россия и Норвегия: от первых контактов до Баренцева сотрудничества: учеб. пособие. Мурманск: Кн. изд-во, 2001. С. 45–47.
 7. Подгорнова С.В. Культуроориентированные модели внеурочной деятельности школьников: учебно-методическое пособие / авт.-сост. Л.М. Ванюшкина. СПб.: Изд-во СПбАППО, 2011. 113 с.
 8. Следзевский И.В. Основные направления гражданско-патриотического воспитания детей и молодежи в российском образовательном пространстве // Внешкольник. 2007. № 1. С. 25–28.
 9. Табарданова Т.Б., Федотова Е.В., Скворцова И.В. Методики диагностики качества гражданского образования и патриотического воспитания учащихся основной школы. Димитровград: УИПКПРО, 2013. 63 с.
 10. Эльконин Д.Б. Психология обучения младшего школьника: избранные психологические труды / под ред. В.В. Давыдова, В.П. Зинченко. М.: Педагогика, 1986. 361 с.

УДК 528.94
ББК 26.221.8в675

А.Н. Карнатов, А.А. Шавыкин
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ КАРТ УЯЗВИМОСТИ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ЗОН ОТ НЕФТИ

Ключевые слова: карты уязвимости, ликвидация разливов нефти.

A.N. Karnatov, A.A. Shavykin
Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

AN APPROACH TO VULNERABILITY MAPPING OF SEA-COASTAL ZONES TO OIL

Key words: vulnerability maps, oil spill response.

Карты уязвимости – ключевой элемент планирования при ликвидации разливов нефти (ЛРН) [1]. Многие методики построения таких карт основаны на расчетах с порядковыми величинами, что недопустимо [2]. На примере Кольского залива описан подход к построению карт уязвимости с использованием метрических величин. Его алгоритм приведен на рис. 1.

1. Определяются границы картографируемого района, для которого будут строиться карты уязвимости на подготовленной для этого картографической основе. В пределах этого района должны учитываться важные компоненты биоты (ВКБ), особо значимые объекты (ОЗО) и природоохраненные территории (ПОТ).

2. Согласуются масштабы карт, которые могут быть стратегическими (1:2 000 000–1:500 000), тактическими (1:250 000–1:100 000) и объектными (1:50 000–1:10 000), и предназначены для руководителей разного ранга при планировании и выполнении операций по ЛРН на разных уровнях. Для всего Кольского залива карты строились масштаба 1:150 000, а для отдельных его районов – 1:25 000.

3. Определяют перечень основных учитываемых объектов в районе – ВКБ, ОЗО и ПОТ. ВКБ в Кольском заливе: макрофитобентос, зообентос (макрозообентос; мезозообентос мобильный; мезозообентос немобильный), птицы (водные; околоводные: чайковые, кулики), морские млекопитающие (ластоногие). ОЗО: портовые сооружения и прилегающие к ним акватории (участки шириной 150 м); устья лососевых рек; районы размножения крабов

и развития их личинок; места гнездования и концентрации выводков обыкновенных гаг; места лежки серого тюленя. ПОТ в заливе нет.

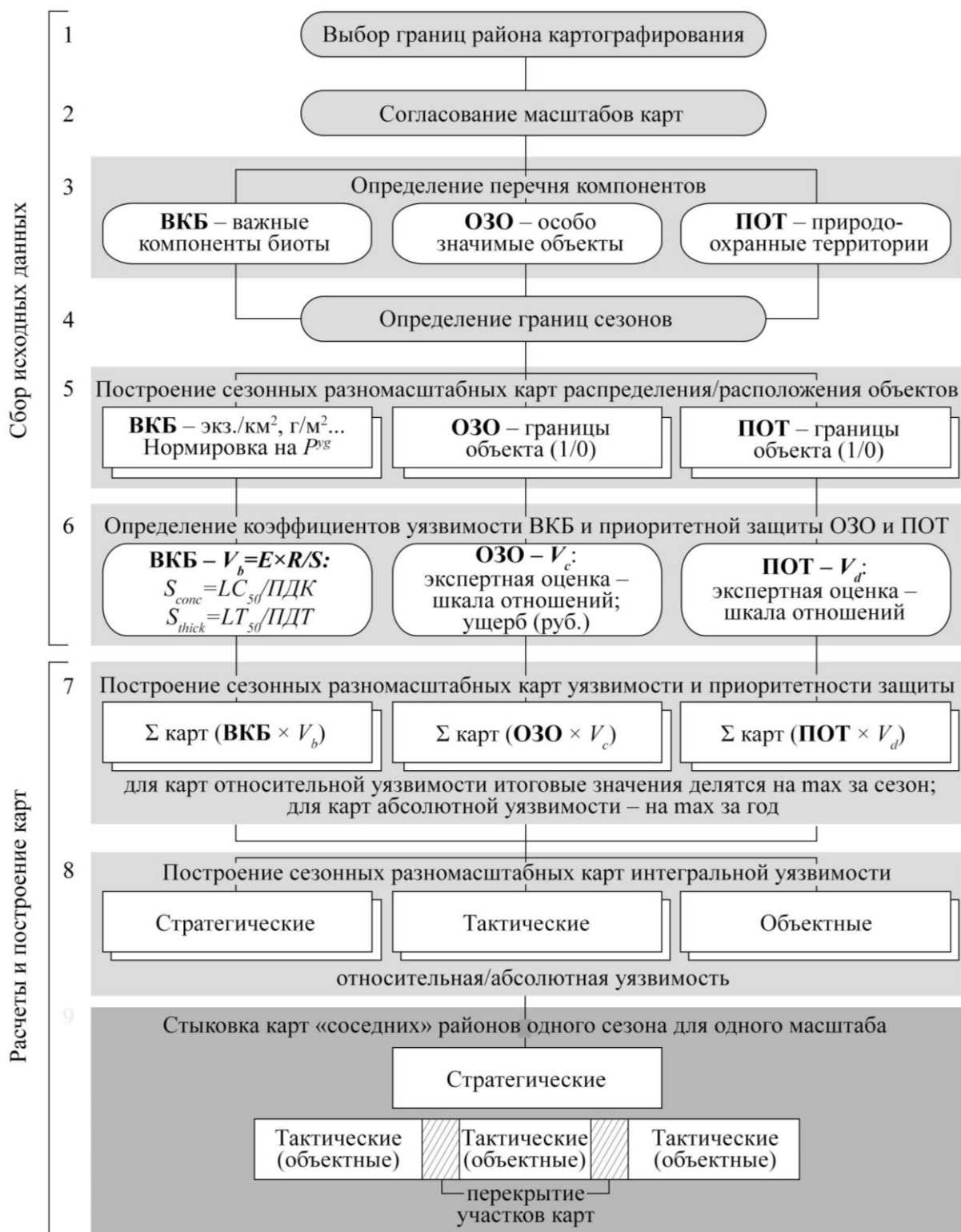


Рис. 1. Алгоритм построения карт уязвимости

Fig. 1. An algorithm of vulnerability mapping

4. Определяют границы сезонов картографируемого района с учетом присутствия учитываемых объектов биоты и относительного постоянства их плотности распределения, а также наличия ОЗО и ПОТ в тот или иной период времени. Для расчета карт интегральной уязвимости Кольского залива выделено шесть сезонов.

5. Строятся сезонные карты распределения обилия ВКБ (для залива в следующих единицах: кг/м², г/м², экз./км²) и расположения ОЗО и ПОТ (1 – есть объект; 0 – его отсутствие). Все исходные данные ВКБ нормируются на среднегодовое обилие соответствующей группы биоты.

6. Для расчета коэффициентов уязвимости и приоритетной защиты должна приниматься модель поведения разлитой нефти в районе. В заливе был определен слой скачка плотности (5–10 м), препятствующий проникновению средней по плотности нефти в толщу. С учетом этого рассчитываются коэффициенты уязвимости $V_b = (E \times R) / S$, где: E – потенциальное воздействие; R – восстанавливаемость; S – чувствительность. Чувствительность рассчитывалась для биоты водной толщи и для биоты, взаимодействующей с водной поверхностью (рис. 1). Коэффициенты приоритетной защиты ОЗО и ПОТ оцениваются экспертно на шкале отношений.

7. Строятся сезонные карты уязвимости ВКБ и приоритетности защиты ОЗО и ПОТ. Карты распределения ВКБ, умноженные на соответствующие коэффициенты уязвимости V_b , «суммируются» для каждого сезона (аналогично для ОЗО и ПОТ). Полученные карты нормируются на максимальные значения уязвимости за соответствующий сезон (относительная уязвимость) и на максимальное за год (абсолютная уязвимость).

8. Строят сезонные карты интегральной уязвимости, «суммируя» карты уязвимости ВКБ и приоритетности защиты ОЗО и ПОТ для каждого сезона, умноженные на коэффициенты относительной значимости вклада соответствующего компонента в экосистему района. На сезонных картах относительной уязвимости залива диапазоны уязвимости делили на 5 поддиапазонов для соответствующего сезона, а для абсолютных карт – единый диапазон уязвимости за год.

Существует ряд нерешенных проблем. Одна из них заключается в том, что не до конца ясна процедура стыковки двух карт «соседних» районов одного сезона (при несовпадении границ полигонов в зоне стыка).

Список литературы

1. IPIECA. Руководство по планированию действий в чрезвычайных ситуациях при разливах нефти на воде. 2-е изд. Лондон, 2000. 30 с.
2. JCGM 200: 2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3rd edition. 2008 version with minor corrections. 2012.

УДК 504.5:628.4.047(985)

ББК 26.221.8

*А.И. Карцева, Г.Б. Артемьев, А.О. Епифанов,
М.Н. Каткова, А.Д. Уваров, А.О. Тарасенко,
А.М. Полухина, Д.В. Ромашин, А.А. Зубачева, В.С. Кузьмин*
ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»»
г. Обнинск, Россия

МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ В РАЙОНЕ ЗАТОНУВШИХ И ЗАТОПЛЕННЫХ АПЛ

Ключевые слова: экспедиция, остров Новая земля, залив Степового, залив Литке, поселок Амдерма, АПЛ «Комсомолец».

*A.I. Kartseva, G.B. Artemyev, A.O. Epifanov,
M.N. Katkova, A.D. Uvarov, A.O. Tarasenko,
A.M. Polukhina, D.V. Romashin, A.A. Zubacheva, V.S. Kuzmin*
Scientific and Production Association «Typhoon»
Obninsk, Russia

MONITORING OF RADIOACTIVE ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE ARCTIC ZONE IN THE AREA OF SUNKEN AND SUBMERGED SUBMARINES

Key words: expedition, Novaya Zemlya Island, Stepovoy Bay, Litke Bay, Amderma village, Komsomolets submarine.

В рамках Государственной программы РФ «Охрана окружающей среды» специалисты ФГБУ «НПО «Тайфун» совместно с Северным УГМС в 2020 и 2021 гг. провели несколько экспедиций по радиационному мониторингу нескольких районов Арктической зоны РФ.

В 2020 г. состоялась экспедиция на НИС «Иван Петров» по радиационному мониторингу, в результате которого были проведены морские научные исследования в заливы Степового и Литке на Южном острове Новая Земля и в прибрежную акваторию Карского моря в районе п. Амдерма. Более подробная информация об этой экспедиции представлена в [1].

Экспедиция 2021 г. была продолжением работ по мониторингу выбранных в 2020 г. районов, только вместо залива Литке, который был выбран в качестве фонового района обследования, был выполнен отбор проб в выбранном районе Новоземельской впадины. Работы также были ориентированы и на оценку фоновых уровней загрязнений прибрежной зоны Карского моря в районе п. Амдерма.

В донных отложениях залива Степового удельные активности Cs-137 составили от 1 до 10 Бк/кг сух. веса (далее Бк/кг) (фоновый уровень для данного района) для внешней части залива и от 1 до 35 Бк/кг для его внутренней части. Практически весь Cs-137 в воде находится в растворе, а его содержание, как в поверхностном, так и в придонном слое в целом находится на уровне от 0,5 до 2,0 Бк/м³. При этом необходимо отметить, что во внутренней части залива Степового, где затоплены контейнеры с РАО, были зафиксированы значительно более высокие уровни содержания Cs-137 как в придонном слое воды (около 15–20 Бк/м³), так и в донных отложениях (600–800 Бк/кг).

В заливе Литке в донных отложениях содержание Cs-137 составили от 1 до 10 Бк/кг, в фильтрате воды поверхностного слоя от 1,0 до 2,0 Бк/м³. Указанные значения соответствуют фону для данного региона.

В прибрежной зоне Карского моря в районе п. Амдерма донные отложения песчаного типа и содержание Cs-137 в них в основном менее 1 Бк/кг (фон для этого района), а в фильтрате воды поверхностного слоя от 0,5 до 2,0 Бк/м³.

Также в 2021 г. состоялась экспедиция в район затопления АПЛ «Комсомолец». Основной целью экспедиции являлся сбор данных о состоянии морской среды для оценки возможных последствий ее загрязнения радиоактивными продуктами, находящимися на борту АПЛ «Комсомолец». При планировании учитывались как российские данные [2], так и данные норвежской экспедиции 2019 г. по обследованию непосредственно АПЛ «Комсомолец» [3].

Анализ проб в условиях лаборатории был выполнен на базе ФГБУ «НПО «Тайфун», некоторые выборочные пробы донных отложений были проанализированы в лаборатории Северного УГМС.

Получены результаты по содержанию Cs-137, Sr-90, в морской воде и донных отложениях. Морская вода также анализируется на содержание Pu-239+240 и H-3.

В морской воде основная часть Cs-137 содержалась в фильтрате, значения незначительно отличались для различных горизонтов и составили от 0,2 до 0,8 Бк/м³. Значения Sr-90 в фильтрате составили от 0,8 до 1,6 Бк/м³.

В поверхностных донных отложениях содержание Cs-137 и Sr-90 в пробах составило от 0,1 до 1,9 и от 0,2 до 1,0 Бк/кг соответственно.

В целом, указанные результаты согласуются с данными, полученными ранее как для района обследования, так и для более широкой области Норвежского моря [3]. При этом можно отметить, что содержание Cs-137 в поверхностном слое в среднем составило $0,4 \pm 0,1$ Бк/м³, что несколько ниже уровня $1,3 \pm 0,1$ Бк/м³ зафиксированного в 2015 г.

Список литературы

1. Артемьев Г.Б., Епифанов А.О., Корунов А.О. и др. Морская экспедиция по мониторингу радиоактивного загрязнения заливов Степового и Литке в

- 2020 году, а также прибрежного района п. Амдерма // Материалы международной конференции «60 лет общегосударственной радиометрической службе России». Обнинск, 19–21 октября 2021 г. Обнинск, 2021. 18 с.
2. Саркисов А.А., Сивинцев Ю.В., Высоцкий В.Л. и др. Атомное наследие холодной войны на дне Арктики. Радиоэкологические и технико-экономические проблемы радиационной реабилитации морей // ИБРАЭ РАН. М., 2015. 699 с.
 3. Hilde Elise Heldal, Justin Gwynn, Hans-Christian Teien et al. // Cruise report: Investigation of the marine environment around the nuclear submarine “Комсомоlets” 6–10 July 2019.pdf.

УДК 614.873.2.084
ББК 68.9

Т.В. Киреева, Е.А. Бац
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, безопасность, мониторинг, прогнозирование, чрезвычайные ситуации, опасные природные явления, потепление климата.

T. V. Kireeva, E. A. Bats
All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia

PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS RELATED TO ADVERSE METEOROLOGICAL PHENOMENA IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, security, monitoring, forecasting, emergencies, natural hazards, climate warming.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации, как показывает анализ информации о ЧС, являются стихийные бедствия, связанные с опасными природными явлениями, а также техногенные аварии. Это представляет существенную угрозу для безопасности людей, для экономики и, как следствие, для перспектив устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации.

В связи с этим достижение целей развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) ставит приоритетную задачу деятельности по мониторингу и прогнозированию ЧС. Важнейшей составляющей этой деятельности, является комплексное решение вопросов мониторинга и прогнозирования ЧС, своевременного выявления угроз и реагирования на опасности на региональном уровне при создании комплексных систем безопасности жизнедеятельности населения.

Одним из ключевых направлений в области обеспечения безопасности посредством предотвращения возникновения и минимизации негативных последствий чрезвычайных ситуаций является мониторинг и прогнозирования ЧС природного и техногенного происхождения.

Сегодня этим занимаются 112 специалистов в 17 подразделениях в составе Главных управлений МЧС России по субъектам РФ при администрациях субъектов. Научно-методическое сопровождение функциональной подсистемы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС (далее – СМП ЧС) осуществляет Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (федеральный центра науки и технологий) (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)). За время существования СМП ЧС создан отлаженный механизм, который позволяет осуществлять прогнозирование ЧС по всему спектру заблаговременности с достаточно высокой оправдываемостью, в частности, по краткосрочным прогнозам ЧС она составляет 88–92%, кроме того постоянный и системный контроль чрезвычайной обстановки и параметров ее динамики на территории страны во многих случаях позволили предотвратить возникновение крупномасштабных ЧС или значительно смягчить их последствия.

Одним из значимых природных факторов является глобальное изменение климата, с которым связано увеличение частоты и интенсивности многих опасных стихийных явлений и процессов в природной среде. Усилению техногенных катаклизмов способствуют такие факторы, как индустриализация современного общества, концентрация населения и производства в ограниченных пределах урбанизированных территорий, внедрение все более сложных и опасных технологий.

Основными источниками ЧС природного характера могут быть: деградация многолетней (вечной) мерзлоты, обвалы, оползни; снежные лавины; весеннее половодье и летне-осенние паводки, заторы на реках, подвижка льдов; ландшафтные (природные) пожары в тундре и мелколесье; снежные бури, штормы; сильные ветры (ураганы), гололедно-изморозевые явления и др. Эти опасные природные явления, способные повлиять на жизнеобеспечение населения, безопасность объектов экономики, могут привести к развитию аварийной ситуации, и как следствие – техногенной чрезвычайной ситуации и ухудшению экологической обстановки.

В связи с возрастанием среднегодовых температур прогнозируется и возрастание количества осадков на всей территории страны, изменения речного годового стока. Ученые предполагают, что это примерно вдвое увеличит риск повторения максимальных уровней наводнений в результате муссонных осадков в Восточной Сибири и заторных наводнений на Лене, а также на реках Западной Сибири.

Экстремальные для проживания человека природно-климатические условия Арктической зоны, и прежде всего низкие в течение всего года температуры (средне многолетняя температура июля составляет 10°C),

продолжительные полярная ночь и день (от одного до шести месяцев), частые магнитные бури, сильные ветры и метели, плотные туманы, многолетняя мерзлота оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека. Увеличение количества осадков в сочетании с таянием вечной мерзлоты, которая занимает более 60% территории Российской Федерации, создает реальные угрозы масштабного нарушения условий производства и жизнеобеспечения. С учетом состояния вечной мерзлоты грунта, верхних пород литосферы, построено преобладающее число городов и поселков Восточной и Западной Сибири, континентальные нефте- и газопроводы, автомобильные и железные дороги, линии электропередачи и коммуникаций. Оттаивание мерзлоты приводит к снижению несущей способности криолитозоны¹, что ведет к потере устойчивости зданий и сооружений с возможными катастрофическими последствиями.

Использование новых технологий в рамках создания сети наблюдений с помощью дистанционного зондирования Земли, развертывания автоматизированной сети наземного наблюдения и контроля за гидрометеорологическим и экологическим состоянием в Арктике, а также использование систем космического мониторинга и связи, современных средств сбора и обработки данных существенно повысит оперативность принятия решений и реагирования на возможные ЧС, возникающие в Арктической зоне Российской Федерации.

Список литературы

1. Адаптация энергетической инфраструктуры в Арктике к климатическим изменениям с использованием возобновляемых источников энергии / Д.А. Соловьев, М.О. Моргунова, Т.С. Габдерахманова [и др.] // Энергетика и климат. 2017. Выпуск 4.
2. Шойгу С.К. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2010.
3. Adaptation of energy infrastructure in the Arctic to climate change using renewable energy sources / D.A. Soloviev, M.O. Morgunova, T.S. Gabderakhmanova [et al.] // Energetikaiklimat. 2017. Issue 4.
4. Shoigu S.K. Atlas of natural and man-made hazards and risks of emergency situations in the Russian Federation. M.: Design. Information. Cartography, 2010.

¹ Криолитозона – верхний слой земной коры, характеризующийся отрицательной температурой горных пород и почв и наличием или возможностью существования подземных льдов.

УДК 677.027.625.3
ББК 37.237

М.Г. Киселев, Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина
ФГБУН «Институт химии растворов имени Г.А. Крестова
Российской академии наук»
г. Иваново, Россия

**ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
С ПРОЛОНГИРОВАННОЙ АНТИМИКРОБНОЙ
И ВИРУЛИЦИДНОЙ ОТДЕЛКОЙ НА ОСНОВЕ
НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА**

Ключевые слова: текстильные материалы, антимикробная отделка, наночастицы серебра, дезсредства, пролонгированная защита.

M.G. Kiselev, N.S. Dymnikova, E.V. Erokhina
Institute of Chemistry of Solutions named after G.A. Krestov
of the Russian Academy of Sciences
Ivanovo, Russia

**TEXTILE MATERIALS AND PRODUCTS WITH PROLONGED
ANTIMICROBIAL AND VIRICIDAL FINISHING BASED
ON SILVER NANOPARTICLES**

Key words: textile materials, antimicrobial finishing, silver nanoparticles, disinfectants, prolonged protection.

Интерес к антимикробным текстильным материалам особенно возрос в последнее время в связи с появлением новых опасных вирусов (в первую очередь, Пандемия COVID-19) и снижением уровня иммунитета у населения. Одним из направлений в решении этого вопроса является создание текстильных материалов с антиинфекционными свойствами. Вероятно, изделия индивидуальной защиты из таких материалов будут востребованы как гражданами, так и медицинскими учреждениями, и службами экстренного реагирования. Рынок противомикробных покрытий очень перспективен, т.к. антимикробный текстиль обеспечивает преимущества в области бытовой гигиены, контроля запаха и защиты ткани от микробных атак. Кроме того, медицинский текстиль – это и средства гигиены для больницы, персонала и пациентов, такие как постельное белье, одежда, хирургические халаты, салфетки и т.д.

Вызовы последних лет диктуют необходимость постоянно вести поиск новых препаратов для борьбы с микробами, адаптирующимися со временем к антибиотикам, к вирусам, к бактериям, проявляющими завидную устойчивость к различным фармакологическим новинкам.

Доказано, что практически все антимикробные препараты, использующиеся или рекомендованные к применению, обладают избирательной активностью в отношении микроорганизмов (бактерий, вирусов, грибов). Так, наночастицы металлов проявляют более высокую активность по отношению к грамположительным культурам в сравнении с грамотрицательными. Антисептики (бриллиантовый зеленый, мирамистин или хлоргексидин) успешно борются с бактериями, но менее активны в отношении грибковых культур. Антимикотики (производные имидазола или триазола) менее активны против бактериальных и вирусных инфекционных агентов, чем грибковых культур.

Создание эффективных защитных средств повседневного использования сопряжено с рядом трудностей как в подборе биоцидных веществ во избежание побочных, неблагоприятных для человека последствий, так и в разработке эффективных приемов и химмобилизации для обеспечения длительного антимикробного действия и многократного использования изделий в отличие, например, от медицинских материалов одноразового применения.

На наш взгляд, для придания изделиям антимикробной и антивирусной активности перспективным направлением является использование наночастиц металлов малых размеров и поиск полимеров-стабилизаторов, обеспечивающих синергический эффект увеличения биоактивности таких частиц. Особого внимания заслуживают благородные металлы подгруппы Cu, в частности серебро, которое исторически известно как средство, обладающее антибактериальным эффектом.

В ИХР РАН в последние годы разработаны научные и технологические аспекты синтеза золей серебра, обладающих антимикробными и антигрибковыми свойствами, а также способы иммобилизации их на текстильных носителях [1; 3]. Обоснованы технико-экономические преимущества формирования биологически активных металлических частиц методом восстановления катионов в водных растворах их солей, не требующих сложного аппаратного оформления и, следовательно, легко реализуемых в условиях предприятия. Доказано, что введение при синтезе в стабилизирующую оболочку формируемых ультрадисперсных частиц серебра катиона активного полиэлектролита, обладающего антимикробной активностью и способного регулировать сорбционную способность НЧ_{Ag} к целлюлозным волокнам, позволяет:

- обеспечить высокий уровень защитных свойств текстильного материала или изделий при обработке их раствором препарата с содержанием наночастиц серебра не более $0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/л;
- сохранять необходимый уровень антимикробной (антигрибковой, антибактериальной) активности в процессе эксплуатации данного изделия, включая многократное проведение операций стирки (20 стирок и более).

В ходе экспериментов разработан алгоритм контроля за процессом синтеза, что позволяет с высокой точностью оценивать изменение выхода наночастиц серебра (НЧ_{Ag}), их размеров и стабильности. Это гарантирует

надежную воспроизводимость результатов при условии соблюдения разработанных регламентов синтеза.

Микробиологические исследования как самих препаратов, так и целлюлозных носителей, модифицированных синтезированными препаратами, к тест-культурам *Escherichiacoli* М-17 (*грам*-отрицательная культура), *Staphylococcus aureus* (*грам*-положительная культура) и штамму дрожжеподобных микроскопических грибов кандиды альбиканс *Candida albicans* показали очень высокую эффективность и препарата, и функционализированных материалов.

Кроме того, предварительными микробиологическими испытаниями подтверждено, что данный препарат и обработанные им целлюлозные текстильные материалы (хлопчатобумажная ткань и марля) обладают и противовирусными свойствами, обеспечивают полную инактивацию вируса (стафилококковый бактериофаг с титром 10^7 /мл) без восстановления его жизнеспособности [2]. Это показывает перспективность использования таких материалов в качестве активного слоя защитных масок (которые приобретут пролонгированный противовирусный эффект) и для других видов текстильных изделий (салфетки, полотенца, одежда первого слоя, перчатки).

На основе созданного препарата, названного нами «Нанотекс», разработан состав дезинфицирующего средства для аэрозольной обработки рук и бытовых предметов. Изготовлены экспериментальные лабораторные образцы этого средства (в виде спреев) и выявлена их высокая биологическая активность по отношению к бактериям (*Escherichiacoli* и *Staphylococcus aureus*) и фунгицидной активности по отношению к грибам (*Candida albicans*).

На ряде предприятий Ивановской и Пермской областей изготовлены опытные партии антимикробных текстильных полотен и изделий из них, обработанных препаратом «Нанотекс». Доказано, что данный ассортимент обладает защитным действием и имеет широкий спектр активности, поскольку препятствует размножению грамположительных и грамотрицательных бактерий, вирусов, подавляет рост грибков, выполняя функцию «защитного барьера» для кожи человека от попадания на нее болезнетворных микроорганизмов извне.

Список литературы

1. Дымникова Н.С., Ерохина Е.В., Морыганов А.П. Биологически активные текстильные материалы для изделий медицинского и косметического назначения // Известия ВУЗов. 2019. № 6. С. 16–21.
2. РИА Новости. Выдержит больше 20 стирок: ученые создали противовирусную пропитку для ткани. Дата создания: 16.06.2020.
3. Dymnikova N.S., et al. Optimization of Conditions for Synthesis of Ultrafine Silver Particles in Hemp Fiber Extract // Inorganic materials. Vol. 11. № 2. 2020. P. 385–393.

УДК 551.50:656.61
ББК 26.230+39.471.7

В.А. Колбин, А.В. Кулюшина
ООО «МикроСтеп-МИС»
г. Санкт-Петербург, Россия

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА В МОРСКОМ ПОРТУ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ МОРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Ключевые слова: метеорологические наблюдения, метеорологический мониторинг, автоматическая метеостанция, комплексная система мониторинга, морские порты, вертолетные площадки, прогноз погоды.

V.A. Kolbin, A.V. Kulyushina
MicroStep-MIS LLC
Saint-Petersburg, Russia

INTEGRATED METEOROLOGICAL SYSTEM IN THE SEAPORT TO ENSURE THE SAFETY OF MARITIME TRAFFIC

Key words: meteorological observations, meteorological monitoring, automatic weather station, integrated monitoring system, seaports, helipads, weather forecast.

Морские порты, расположенные в различных климатических зонах, независимо от их назначения, объема грузооборота и т.п., отличаются значительным разнообразием гидрометеорологических условий, существенно влияющих на их деятельность [2]. Особое значение при этом имеют опасные явления погоды, поскольку они затрудняют работу порта в целом и ограничивают производство различных видов работ [1].

Использование метеорологической информации в эксплуатационной практике морских портовых систем предназначено для снижения потерь, возможных при неблагоприятных и опасных условиях погоды, что особенно важно для Арктической зоны, где круглый год, включая холодный период, приходится вести производственную деятельность. Согласно отчету Гидрометцентра России в 2021 г. в морских зонах ответственности РФ наблюдалось 124 случая опасных явлений (в 2020 г. – 127). Благодаря высокой оправдываемости (выше 96%) предупреждений о морских опасных явлениях, морских метеорологических прогнозов и морских гидрологических прогнозов экономический эффект от использования гидрометеорологической информации в морской деятельности в 2021 г. составил 4,976 млрд рублей (в 2020 г. – 4,256 млрд рублей) [6].

Специализация гидрометеорологического обеспечения устанавливается в соответствии с назначением порта и с учетом местных особенностей погоды [3]. Для качественной подготовки обзоров, аналитической информации, прогнозов погоды и предупреждений, включая прогнозы волнения, штормовых нагонов, обледенения и площади морского льда, необходимо знать о фактическом состоянии атмосферы и поверхности океана, а также о климатических условиях рассматриваемого региона. Разработка и внедрение современных систем морского метеорологического мониторинга позволяет своевременно обеспечить необходимой гидрометеорологической информацией пользователей портовых служб и тем самым уменьшить экономические затраты от влияния метеорологических условий [5; 4].

Одним из решений по повышению безопасности деятельности морских портов на территории России в 2022 г. стало создание единой комплексной метеорологической системы на территории острова Сахалин. Компанией ООО «МикроСтеп-МИС» был установлен морской автоматический метеорологический комплекс в порту г. Холмск (Сахалинская область), обеспечивающий круглосуточные наблюдения за состоянием атмосферы, уровнем моря и параметрами ветрового волнения в прибрежной зоне. Комплекс состоит из наземной и морской части. Наземная часть включает в себя автоматическую метеорологическую станцию, собирающую информацию о базовых метеорологических величинах: скорости и направлении ветра, порывах ветра, температуре и влажности воздуха, атмосферном давлении. Станция измерения уровня моря в гавани обеспечивает высокочастотные замеры данных об изменении уровня воды. Морская часть комплекса включает в себя измеритель волнения моря – автономный морской буй, производящий в автоматическом режиме измерения параметров волн в открытом море.

В рамках данного проекта создана Единая комплексная система IMS (Integrated Meteorological System), которая обеспечивает сбор, хранение и визуализацию метеорологической, гидрологической и океанологической информации из различных источников данных (рис. 1). Она позволяет покрывать большие территории данными о погоде и удаленно объединять точки наблюдательной сети в одном месте. Частью системы при необходимости может выступать модуль численного прогноза атмосферных и морских параметров (волновое, гидродинамическое и приливное моделирование, моделирование разливов нефтепродуктов и др.) с учетом особенностей рельефа бассейна на разных пространственно-временных масштабах. Подобная система дает возможность пользователям различных служб (портовых, управления малой авиацией и др.) централизованно анализировать информацию и управлять ей с целью повышения качества принятия решений.

В перспективе наблюдательная метеорологическая сеть охватит весь остров Сахалин: метеорологические комплексы для других морских портов, метеорологические станции общего назначения, метеостанции для вертолетных площадок на платформах.

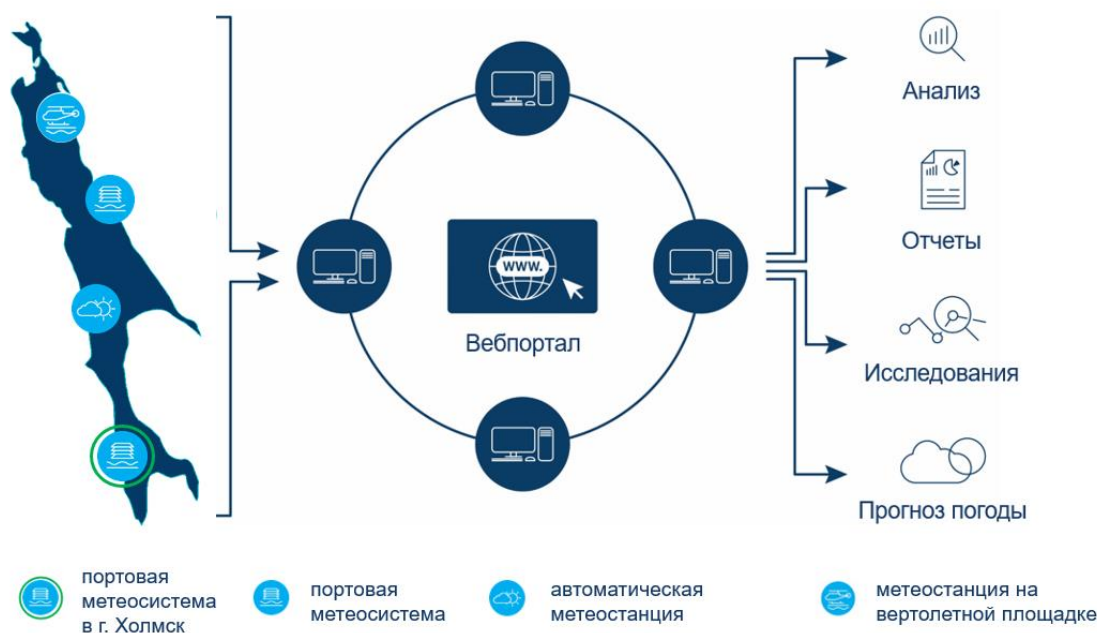


Рис. 1. Единая комплексная метеорологическая система на территории острова Сахалин

Fig. 1. Unified integrated meteorological system on the territory of Sakhalin Island

Список литературы

1. Белова К.В., Глухов В.Г. К расчету продолжительности опасных гидрометеорологических явлений на акваториях морских портов // Эксплуатация морского транспорта. 2009. № 4(58). С. 45–48.
2. Белова К.В., Глухов В.Г. Начальный вариант классификации морских портов по степени сложности гидрометеорологических условий // Эксплуатация морского транспорта. 2011. № 3(65). С. 36–40.
3. Глазов М.М., Фирова И.П., Хандожко Л.А. Оценка экономической эффективности метеорологических прогнозов для морского порта // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2011. № 18. С. 204–213.
4. Наставление по морскому метеорологическому обслуживанию // ВМО. 2018. № 558. 81 с.
5. Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию // ВМО. 2018. № 471. 93 с.
6. Росгидромет. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/water/support/> (дата обращения: 14.02.2022).

УДК 528.88(985)
ББК 26.113.4

И.В. Колгушкина

АО «ВПК «Научно-производственное
объединение машиностроения»»
г. Реутов, Россия

**О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПЛАНИРУЕМОЙ К ЗАПУСКУ
КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «КОНДОР-ФКА» В ЧАСТИ
МОНИТОРИНГА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Ключевые слова: дистанционное зондирование, мониторинг ледовой обстановки, радиолокационные изображения.

I.V. Kolgushkina

Military Industrial Corporation
“Scientific and Production Association
of Mechanical Engineering”
Reutov, Russia

**CAPABILITIES OF PLANNED FOR LAUNCH KONDOR-FKA SPACE
SYSTEM TO MONITOR THE RF ARCTIC REGION**

Key words: remote sensing, ice situation monitoring, radar images.

В последние годы технология космической радиолокационной съёмки получила мощное развитие во многих странах мира. Космические операторы внедряют многоспутниковые группировки, уменьшив массу КА до 100 кг, обновляют отслужившие тяжелые многопрофильные системы. Радиолокационные аппараты представлены различными диапазонами, сверхдетальным пространственным разрешением, возможностями оперативной интерферометрической многополяризационной съёмкой [2].

Насущная потребность в радиолокационном сегменте для российской группировки дистанционного зондирования Земли прописана в Федеральной космической программе. В рамках государственного контракта с Госкорпорацией «Роскосмос» АО «ВПК «НПО машиностроения» разрабатывает космическую систему «Кондор-ФКА». В состав КС входят два радиолокационных аппарата с радиолокатором S-диапазона [1]. Космическая система всепогодного круглосуточного зондирования предназначена для решения большого спектра задач социально-экономического развития РФ. Приоритетным проектом, как отмечают руководители ГК «Роскосмос», является обеспечение информацией Северного морского пути и арктической зоны [3].

Орбитальная группировка обеспечивает одиночную или интерферометрическую съёмку в диапазоне широт от 85° с.ш. до 85° ю.ш. в трёх

режимах съёмки. Обзорный режим даёт широкий охват территории до 500 км со средним разрешением 5–12 м. Детальный непрерывный позволяет получить длинные кадры до 500 км при ширине 15–35 км с высоким разрешением 2–3 м. Детальный прожекторный режим – это высокодетальная съёмка с разрешением 1–2 м на территории размером 10×10 км (рис. 1).



Рис. 1. Транспортные суда и нефтедобывающая платформа на РЛИ в режимах ДПР и ОР с КА «Кондор-Э»

Fig. 1. Transport vessels and oil-extracting platform in a radar images made in the detail spotlight mode and ScanSAR mode received from the Kondor-E space system

Детальное описание КС «Кондор-ФКА» и информационных продуктов дано в «Руководстве пользователя данными и продуктами», опубликованном на сайте Госкорпорации «Роскосмос» в разделе «Информационные ресурсы/Космические аппараты ДЗЗ».

В настоящее время первый КА прошел все наземные испытания и готовится к пуску. В период проведения летных испытаний помимо технических характеристик должна быть подтверждена готовность КС к решению тематических задач. С этой целью проводится совместная работа с оператором космической системы НЦ ОМЗ АО «РКС» и тематическими заказчиками. Организованы рабочие группы, задача которых подготовить план реализации пилотных проектов. План включает: определение первоочередных направлений, подспутниковых и тестовых данных по выбранным районам, формирование проекта методики, апробация методики на тестовых данных, организация работы по пилотному проекту и его выполнение на летных испытаниях.

Совместно с ФГБУ «ААНИИ» решается задача по определению ледовых границ. На основе обработки архивных данных с КА «Кондор-Э» за период зима-весна на районы северных морей дано положительное заключение о возможности их использования для определения основных характеристики ледяного покрова: сплочённость дрейфующего льда, положение границ и кромки льда, положение границ льда различного возраста. Примеры

изображений северных морей с разным типом морского льда приведены на рисунке 2.



Рис. 2. Морской лед на РЛИ с КА «Кондор-Э»: полуостров Канин, пролив Карские ворота, Берингов пролив
Fig. 2. Sea ice in a radar image from the Kondor-E space system: Kanin peninsula, Kara Strait, Bering Strait

Результатом летных испытаний в части подтверждения назначения КС «Кондор-ФКА» должно стать заключение о возможности использования РЛИ для выбранной пилотной задачи и готовая технология решения, определяющая параметры съёмки, уровни входных информационных продуктов, необходимые подспутниковые данные, методы и программное обеспечение для создания тематических карт и других выходных продуктов, каналы и сроки передачи информации пользователю и др.

В целях изучения и подтверждения возможностей радиолокационных данных КС «Кондор-ФКА» в арктической зоне предлагается в ходе летных испытаний проработать задачи мониторинга ледовых условий и опасных ледяных образований по маршрутам движения судов, в районах нефтедобывающих платформ и дрейфа научно-исследовательских станций.

Список литературы

1. АО «ВПК «НПО машиностроения» Руководство пользователя данными и продуктами космической системы Кондор-ФКА. 2023 г. // Официальный сайт ГК «Роскосмос». URL: www.roscosmos.ru, раздел «Космические системы».
2. Кучейко А.А., Тушавина О.В., Костюк Е.А. Состояние и перспективы развития орбитальных группировок малогабаритных КА с радиолокаторами с синтезированной апертурой зарубежных космических операторов // РКПИС. 2022. Т. 9. Вып. 4. С. 3–8.
3. Редакция РАН Спутники-радары обеспечат обзор Северного морского пути за 14 часов. 2022 г. // Официальный сайт РАН. URL: www.ras.ru.

УДК 323.2-053.6(470.21)
ББК 66.3(2Рос),41

Ю.С. Комиссарова, Н.Ю. Рашиева
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»,
г. Мурманск, Россия

МОЛОДЕЖНАЯ ПОЛИТИКА КАК ЧАСТЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ОТДЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Ключевые слова: молодежь, безработица, сокращение оттока населения, предпринимательская деятельность, меры поддержки.

Y.S. Komissarova, N.Y. Rasheva
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

YOUTH POLICY AS PART OF THE SOCIO-ECONOMIC POLICY OF THE MURMANSK REGION AND SOME PROBLEMS OF ITS IMPLEMENTATION

Key words: youth, unemployment, reduction of population outflow, entrepreneurial activity, support measures.

Согласно, Федеральному закону от 30.12.2020 № 489-ФЗ «О молодежной политике в Российской Федерации», молодёжь – это социально-демографическая группа лиц в возрасте от 14 до 35 лет включительно и имеющих гражданство Российской Федерации [1].

Одна из основных проблем с которой сталкивается Кольский регион – это отток молодежи.

Существуют различные решения этой проблемы:

Во-первых, разработка и соблюдение молодежной политики, основанной на актуальных требованиях. Адекватная среда для жизни и ряд интересных проектов, для того чтобы молодежи было интересно жить в Арктическом регионе [8].

Уже сейчас видны изменения. Так, в 2021 г. открылось 9 молодежных пространств под брендами «СОПКИ» и Artic/Space – это концептуальные молодежные пространства, в которых возможно проведение различных мастер-классов, встречи с известными людьми, а также коворкинг как для индивидуальной, так и для групповой работы [5].

Во-вторых, развитие предпринимательской деятельности.

В Мурманской области существует возможность стать резидентом Арктической зоны, что в свою очередь дает ряд преимуществ, а именно административные и налоговые преференции [3].

Осуществляются различные меры поддержки. Например, «Губернаторский стартап» – программа, направленная на поддержку и развитие малого и среднего бизнеса в регионе.

В Кольском регионе создадут 11 тысяч новых рабочих мест резиденты территории опережающего развития «Столица Арктики» и Арктической зоны РФ финансовые вложения составят 310 млрд. рублей, часть уже инвестированы [7].

В-третьих, разнообразие досуга в виде участия в различных мероприятиях, форумах, создания различных объединений.

Сейчас она активно решается. Например, в Мурманске существует объединение молодежных центров. В данное объединение входит центр гражданско-патриотического воспитания. Его цель: создание условий, для двухосновного, интеллектуального, физического и гражданско-патриотического развития личности. В рамках данного центра реализуются следующие проекты: «Арктический Адреналин» – это спортивная атмосфера с полным погружением в атмосферу Арктики, «Лазертак» – это военно-тактическая игра, происходящая в режиме реального времени, Военно-патриотический слет молодежи г. Мурманска данное мероприятие проводится в целях историко-патриотического воспитания молодежи и формирования активной гражданской позиции, так же реализуются такие программы, как «Во славу России», «Сила и здоровье», «Красота и грация», «Вокально-эстрадная студия» и «Музыкальный олимп» [8].

Существуют различные центры, которые позволяют разнообразить досуг молодежи и помочь в их всестороннем развитии, главное желание.

Другой важной проблемой оттока молодежи из региона является узкий спектр направлений подготовки в вузах области и их доступность.

К сожалению, не по всем направлениям подготовки есть бюджетные места. Тому пример юридический факультет, уже три года подряд для абитуриентов не предусмотрены бюджетные места.

Для того чтобы решить данную проблему есть различные стипендии. В рамках конкурсного отбора именной стипендии губернатора Мурманской области одаренные дети и молодёжь региона может получить 125 стипендий по 37 тыс. каждая и 6 стипендий Олимп по 100 тыс. рублей каждая (в парных видах спорта – 50,0 тыс. рублей каждая). При чем на нее могут претендовать студенты, обучающиеся на бюджетной и внебюджетной основе [2].

Размышляя над темой данной статьи «Молодежная политика, как часть социально-экономической политики Мурманской области и отдельные проблемы ее реализации», можно с уверенностью «сказать», что проблемы Арктики имеют не только региональный уровень, но и всероссийский. Сокращение оттока населения в возрасте от 18 до 35 лет, увеличение рабочих мест – все эти вопросы стоят в повестке дня. На данный момент принято не мало нормативная-правовых актов по данным вопросам, но тем не менее важно помнить и развивать эти направления.

Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2020 № 489-ФЗ «О молодежной политике в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2021. № 1 (часть I). Ст. 28.
2. Постановление Правительства Мурманской области от 31.05.2019 № 272-ПП (ред. от 30.03.2022) «О порядке предоставления грантов в форме субсидий из областного бюджета по итогам конкурса молодежных проектов и программ» // Официальный интернет-портал правовой информации». URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 15.01.2023).
3. «Арктическая зона Российской Федерации»: Инвестиционный портал Мурманская область. URL: <https://invest.nashsever51.ru/pages/preferentsii-rezidentov-azrf> (дата обращения: 05.01.2023).
4. «Главное – люди»: Андрей Чибис представил стратегический план «На Севере – Жить! 2.0» на IV международной сессии «Сотрудничество в Арктике»: Правительство Мурманской области: URL: <https://gov-murman.ru/info/news/428498/> (дата обращения: 15.01.2023).
5. «Молодежные пространства»: Комитет молодежной политики Мурманской области: URL: https://youth.gov-murman.ru/activities/youth_spaces/ (дата обращения: 15.01.2023).
6. «Резиденты ТОР и АЗРФ Мурманской области создадут 11 тыс. рабочих мест»: ТАСС: Новостное агентство: URL: <https://tass.ru/ekonomika/16093173> (дата обращения: 15.01.2023).
7. «Центр гражданско-патриотического воспитания»: Муниципальное автономное учреждение молодежной политики «Объединение молодежных центров». URL: <http://молодежь51.пф/centr-grazhdansko-patrioticheskogo-vozpitanija> (дата обращения: 15.01.2023).

УДК 338.483.12:069(985)

ББК 79.147.1

К.Н. Коржева

ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»

г. Мурманск, Россия

АРКТИКА В КИНО И ВИРТУАЛЬНЫХ МУЗЕЯХ

Ключевые слова: Арктика, арктический музей, арктическое кино, виртуальный туризм.

K.N. Korzheva

Murmansk Arctic State University

Murmansk, Russia

THE ARCTIC IN CINEMAS AND VIRTUAL MUSEUMS

Key words: Arctic, arctic museum, Arctic cinema, virtual tourism.

В понятии современного музея, сложно не затронуть тему виртуальной реальности [2]. Пандемия 2020 г. и развитие VR-технологий наложили отпечаток на формат посещения выставочных залов [1]. Сегодня пользователям доступны в режиме «360» комбинации фото, видео и 3D-графики, содержащие коллекции Дворцового музея в Пикине, Лувра и даже Музея-театра Дали в Фигерасе [3]. Для виртуального туризма нужен лишь доступ в Сеть.

Однако количество сайтов, где возможно пройти полноценные трехмерные туры с помощью качественной базы Google Arts & Culture и Google Maps, достаточно мало в соотношении с количеством реальных музейных площадок [3]. В России также есть ряд экскурсий, позволяющих посетить Русский музей или, например, Третьяковскую галерею, обозревая экспонаты дистанционно [4]. Однако термин «экскурсия» неуместен, ведь он подразумевает познавательную прогулку с экскурсоводом. А VR-формат представляет осмотр экспозиции в полной социальной изоляции с меньшей осведомленностью о демонстрируемых культурных объектах. Так, ставится под сомнение привлекательность виртуальных экскурсий для туристов, ценящих социальный опыт, приобретение новых знаний и навыков.

Касательно музеев Арктики не приходится говорить о внедрении трехмерных экспозиций [5]. Виртуальный сегмент в категории данных тематических выставочных площадок ограничен фотографиями и видеороликами с текстовым описанием на сайте музея. Хорошим примером служит Музей художественного освоения Арктики имени Александра Борисова в Архангельске, онлайн-посещение которого в форме «фото-текст» вряд ли способно выиграть в состязании за внимание посетителей с привычной «живой» экскурсией [6]. Чтобы подтвердить сказанное, обращусь к опросу,

проведенному среди разных возрастных групп от 18 лет, проживающих в различных субъектах РФ [9].

Из 50 человек более половины респондентов посещают музеи очно независимо от удаленности. Более 70% голосов среди тех, кто посещает культурные и природные объекты офлайн, было отдано в пользу VR-туризма из-за нехватки времени на посещение «в живую». Более 90% опрошенных считают, что на виртуальных экскурсиях страдает фокус внимания экскурсанта. Лишь десятая часть респондентов уравнивает онлайн- и офлайн-туризм в плане приобретенного опыта и впечатлений. Нельзя не согласиться с тем, что для большинства людей ценен «живой» опыт.

Возникает подозрение насчет актуальности виртуального музея как формата просвещения. Нуждается ли в нем современный турист? Отвечая на вопрос, следует учитывать специфику культурных и природных площадок: климатические условия, затраченное время, инфраструктура и др. Опрос здесь выявил, что чуть более 30% респондентов готовы пожертвовать личным непосредственным опытом, отдав предпочтение виртуальному изучению труднодоступных локаций в Арктике. Остальные 70% согласны на преодоление сложностей, вытекающих из расположения интересующего места. Для примера респондентам были указаны следующие объекты: национальный парк «Русская Арктика» [7], Петроглифы Канозера, Музей мамонта в Оймяконе (Якутия) [8].

Учитывая развитие технологий, рассмотрим неочевидный перспективный путь туризма в Арктике – арктическое кино. Оно дает дистанционное и в то же время «живое» представление о северных труднодоступных территориях, дополняет уже известные формы экскурсионного дела. В опросе же лишь 8% посчитали кино-туризм бесперспективным.

Подводя итоги, отмечу, что, по мнению большинства, VR-туризм занимает второе место после путешествий и исследований в реальной жизни. Кроме того, качественный и наполненный VR-формат реализован лишь на немногих площадках. А скорость его совершенствования и распространения – существенный вопрос. И все же освоение осложненного климатом арктического туристического блока достижимо. Кино об Арктике – новая глава в арктическом туризме и в туризме в целом.

Список литературы

1. Ванюшкина Л.М., Тихомиров С.А. Музей на пересечении реального и виртуального миров // Экопоэзис: экогуманитарные теория и практика. 2021. Т. 2, № 1. С. 44–57. DOI: 10.24412/2713-1831-2021-1-44-57. EDN VJZLGH.
2. Максимова Т.Е. Виртуальные музеи vs традиционные музеи: преимущества виртуальных экспонатов // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2013. № 4-3(30). С. 109–111. EDN PWRBOZ.

3. Официальный портал о путешествиях «TiqetsBlog». URL: <https://www.tiqets.com/ru/blog/virtual-museum-tours/> (дата обращения: 25.02.2023).
4. Официальный сайт гуманитарного просветительского проекта «Культура.РФ». Статья о виртуальных музеях. URL: <https://www.culture.ru/themes/252991/virtualnyi-tur-po-muzeyam-rossii> (дата обращения: 25.02.2023).
5. Официальный сайт гуманитарного просветительского проекта «Культура.РФ». Статья об арктических музеях. URL: <https://www.culture.ru/themes/532/tam-gde-vsegda-moroz-6-muzeev-posvyashennykh-arktike> (дата обращения: 25.02.2023).
6. Официальный сайт Музея художественного освоения Арктики имени Александра Борисова. URL: <http://arhmuseum.ru/virtual/view/28> (дата обращения: 25.02.2023).
7. Официальный сайт Национального парка «Русская Арктика». URL: <http://www.rus-arc.ru/> (дата обращения: 25.02.2023).
8. Портал-энциклопедия путешественников «Тонкости Туризма». Публикация о Музее мамонтов. URL: https://tonkosti.ru/%D0%9C%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B0 (дата обращения: 25.02.2023).
9. Авторский опрос «Будущее музея: онлайн или офлайн?» в ресурсе «Google Формы». URL: <https://docs.google.com/forms/d/11n0Y09gdBBBBFX1SJctU-73Z1bnuIdx4j2h6GDfRb7Pg/edit#responses> (дата обращения: 25.02.2023).

УДК 622.248:517.928
ББК 30.820.3

Б.А. Коротаев
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

ИНВАРИАНТНОСТЬ, ПРОГНОЗ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

Ключевые слова: время, расстояние, А. Пуанкаре, инвариантность, прогноз.

В.А. Korotaev
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

INVARIANCE, PREDICTION AND TECHNOSPHERE SAFETY AS A WHOLE

Key words: time, distance, A. Poincare, invariance, forecast.

Как известно, методы прогноза и принятия решения базируются на математических методах, которые призваны обрабатывать входную информацию хотя бы в физических процессах. Для этого применяют экстраполяционные методы прогноза, статические методы, вероятностные методы, экспертные методы и теорию графов, и дерево целей (дерево отказов). Одной из разновидностей методов прогноза является выравнивание и исследование эмпирического ряда с целью выяснения свойств функции, описывающей его. Результаты обработки данных подготавливают и облегчают процесс выбора аппроксимирующей функции в задачах прогностической экстраполяции [4]. В источнике [5] приводится порядок такого исследования с помощью, так называемых дифференциальных уравнений функций роста. Первым возможно был Аристотель, затем этим вопросом занимался Галилей, Ньютон, А. Пуанкаре. Перспективно для оценки времени наступления технического осложнения наравне с методами прогнозирования и принятия решений включить метод инвариантности А. Пуанкаре. Он первым произвёл математическую постановку задачи о том, что существует связь между временем и осями координат [3]:

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} = \frac{dz}{z} = dt \quad (1)$$

Для физических процессов, происходящих при известной скорости, можно утверждать (на основании многочисленных расчетов), что следующее соотношение также верно:

$$\frac{dt}{dx} = tg\varphi = const \quad (2)$$

Но если преобразовать это выражение к скорости данного движения физического процесса, то получим

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{tg\varphi} \quad (3)$$

Откуда следует, что скорость постоянная величина, но делать такое преобразование некорректно, если нет допущения, что скорость физического процесса является постоянной величиной. Соотношение (1) было использовано для решения следующих задач: движение газа по трубе по 5 различным рельефам местности, приток газа (нефти) к забою скважин, движение частицы в центральном поле, скорость экзотермической реакции, сход бурового судна в горизонтальном направлении при бурении на акватории – эти процессы позволяют оценить время наступления осложнения. Если известна скорость при физическом движении, то соотношения А. Пуанкаре применимы.

Рассмотрим известную техническую аварию на месторождении South-Pars, в результате которой были разрушены трубопроводы на добывающей платформе в колонне регенерации МЭГ (рис. 1).



Рис. 1. Последствия аварийной ситуации

Fig. 1. Consequences of an emergency

Сформулируем вопрос, можно ли было спрогнозировать аварийную ситуацию на данном месторождении. К сожалению, методы прогнозирования и принятия решений [4] не позволяют в данном случае спрогнозировать аварийную ситуацию. И даже в источнике [5] относительный дифференциальный коэффициент, или логарифмическая производная хоть и имеют связь между временем и расстоянием, но не нашла применения для технических задач прогнозирования. Например, для решения актуальной задачи [2] в виде локализации места образования гидрата в газопроводе и обеспечения их разложения предлагается следующее решение: при появлении пе-

репада давления в газопроводах планируется выполнение работы по определению времени от момента начала заливки метанола до момента начала снижения перепада давления. «При известной скорости газа в трубопроводе это позволит определить место образования гидратов» [2]. Но решения в статье нет. Приведем пример расчета оценки времени наступления аварии. Допустим, что аварийные предпосылки существуют на забое скважины. Пусть движение конденсата будет периодическим движением как у А. Пуанкаре. Вопрос заключается в том, когда произойдет событие эквивалентное SouthPars. Рассматриваем периодическое движение: время движения в пласте: 1,5 суток с 350 м, время движения по подводному трубопроводу: 85 часов, время движения по стволу скважины: 0,7 часа и до колонны регенерации – 0,5 часа, время, через которое наступит аналогичное событие: 122,2 часа. Погрешность расчета скорости при этом составляет 0,2% при переводе $v(r)$ в $v(t)$.

Если говорить словами Э. Вигнера: «Инвариантность – основное различие, если говорить кратко, состоит в том, что новые инвариантности представляют собой инвариантности отдельных типов взаимодействий, а не всех законов природы» [1].

Сделаны следующие выводы:

1. Аристотель, Галилей, Ньютон, А. Пуанкаре не ошиблись в вопросе о линейной связи между x и t , хотя эта связь верна для движения с любой неравномерной скоростью.

2. Можно утверждать, что для движения при физических процессах, справедлива связь между x и t (3,5) для всех движений природы с какой-то погрешностью при расчетах.

Список литературы

1. Вигнер Э. Инвариантность и законы сохранения: Этюды о симметрии: пер. с англ. / под ред. Я.А. Смородинского. 2-е изд., стер. М.: Едиториал УРСС, 2002. 320 с.
2. Капыш В.В., Кулемин Н.В., Истомина В.А. Предупреждение гидратообразования в газопроводах-отводах и на газораспределительных станциях // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». 2013. № 4(15). С. 125–131.
3. Пуанкаре А. Новые методы небесной механики. Топология. Теория чисел. М.: Наука, 1972. 961 с.
4. Саркисян С.А. Методы прогнозирования и принятия решений. М.: Высшая школа, 1977. 352 с.
5. Хаустейн Г.Д. Методы прогнозирования в социалистической экономике: пер. с нем. / общ. ред. и вступ. ст.: акад. А.Н. Ефимова, А.И. Анчишкина, В. М. Савинкова; предисл. чл.-кор. АН СССР Д. М. Гвишиани. М.: Прогресс, 1971. 397 с.

УДК [614.2:004]:656.61(985)
ББК 39.4с51+51.1(2Рос),2

О.Б. Кузнецова
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПЛАВАНИИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ключевые слова: медицинское обеспечение, телемедицина, Арктическая зона Российской Федерации, Арктика.

O.B. Kuznetsova
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

DIGITALIZATION OF MEDICAL SUPPORT DURING NAVIGATION IN THE FAR NORTH

Key words: Medical support, telemedicine, Arctic zone of the Russian Federation, The Arctic.

Происходящее в настоящее время международные изменения в области медицинского обеспечения безопасности для жизни и здоровья моряков порождают ряд трудноразрешимых проблем, в том числе проблему прекращения оказания врачом квалифицированной медицинской помощи на борту морского судна. Решение этой проблемы требует серьезных инноваций.

Бурное развитие цифровых и информационных технологий, а также расширение возможностей телекоммуникационных систем позволят решить данную проблему за счет внедрения в работу судового экипажа дистанционных медицинских технологий – телемедицины.

Обеспечение судов телемедицинскими услугами, гарантирует, повышение, как экономичности, так и безопасности мореплавания.

Целью работы является анализ направлений развития медицинского обеспечения на морском судне за счет внедрения цифровых и информационных технологий.

Важнейшим направлением развития морской медицины является укрепление морского медицинского потенциала в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). С учетом развития Северного морского пути, наращивания группировки войск на Арктическом направлении, развития добычи полезных ископаемых, факторов, влияющих на состояние здоровья человека в Арктике, указанное направление является едва ли не самым актуальным в настоящее время.

Самым очевидным направлением развития отрасли является информатизация и цифровизация медицинского обеспечения – речь идет о телемедицине, как новом веянии, позволяющим решить вопросы доступности медицинских услуг.

Телемедицина – способ предоставления медицинских услуг на расстоянии с помощью современных технологий и специального оборудования. Это вспомогательное средство для проведения диагностики, лечения и профилактики заболеваний [4].

Телемедицинские технологии могут применяться во всех медицинских направлениях, в первую очередь, когда необходимо получение оперативных консультаций в чрезвычайных обстоятельствах.

Безусловно, применение телемедицинских технологий оказывает положительный эффект (как экономический, так и социальный) на всю отрасль здравоохранения.

Рынок телемедицины включает в себя IT-решения и сервисы для удаленных аудио- и видеоконсультаций между врачом и пациентом, сервисы записи к врачу, телемониторинг, телеконсилиумы.

В 2021 г. врачи в России провели порядка 4,95 млн телемедицинских консультаций, что на 9,7% больше, чем годом ранее.

Согласно проведенным исследованиям, инвестиционная активность в отрасли стала расти после принятия в 2017 г. закона о телемедицине. Так, в период с 2017 по 2019 гг. число медицинских телеконсультаций выросло почти в 6 раз, до 1,07 млн. приемов [2].

По статистике, каждое пятое судно меняет курс, чтобы доставить членов экипажа в больницу. Моряки болеют так же как и обычные люди – у них могут случиться инфаркты и инсульты, развиваться аллергии и дерматиты. Многие работают вахтовым методом и сменяют друг друга на борту судна, из-за чего возрастает вероятность заболеть вирусными или грибковыми инфекциями. Поэтому вопрос оказания медицинской помощи на морском судне стоит особенно остро [1].

Если поднимать вопрос об эффективности телемедицины в море, то это чрезвычайно выгодно, причем как по числу спасенных жизней, так и по экономическим показателям.

Эксперты подсчитали, что установить на борту телемедицинское оборудование и научить двух сотрудников оказывать помощь стоит 12 тысяч евро в год, а не использовать телемедицину и не учить сотрудников стоит около 170 тысяч евро в год на одно судно – экономия очевидна [3].

Телемедицину уже многие рассматривают как основной фактор обеспечения безопасности мореплавания. Она стала важным инструментом для безопасной и эффективной работы в море. Службы телемедицинской помощи работают 24 часа в сутки. Во многих странах помощь окажут бесплатно. Но даже если за телемедицинские услуги придется платить, это дешевле, чем отходить от курса и нарушать сроки работы. По подсчетам

исследователей, стоимость телемедицинской помощи в среднем окупается за год [3].

Список литературы

1. Бумай О.К., Лупанов А.И., Торшин Г.С., Малинина С.В. Медицинское обеспечение морских судов на Северном морском пути. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47629892> (дата обращения: 15.02.2023).
2. В 2021 г. объем рынка телемедицины в России вырос на 9,7% до 4,95 млн телеконсультаций. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/13373/?ysclid=le3u4fvhae612834411> (дата обращения: 15.02.2023).
3. Телемедицина и безопасность: Арктика помогает развивать технологии. URL: <http://medknc.ru/news/telemeditsina-i-bezopasnost-arktika-pomogaet-razvivat-tekhnologii/?ysclid=ldzg63n4e0425566519> (дата обращения: 12.02.2023).
4. Что такое телемедицина? URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d8e297f9a79478c40cd4369> (дата обращения: 12.02.2023).

УДК [528.91:004.9]:656.61(985)
ББК 39.47с51

О.Б. Кузнецова
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ В АРКТИКЕ

Ключевые слова: геоинформационные системы, ГИС, безопасность мореплавания, Арктическая зона Российской Федерации, Арктика.

O.B. Kuznetsova
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

CAPABILITIES OF GEOINFORMATION SYSTEMS TO SUPPORT THE SAFETY OF NAVIGATION IN THE ARCTIC

Key words: geoinformation systems, GIS, safety of navigation, Arctic zone of the Russian Federation, the Arctic.

За последние годы объем морских перевозок значительно вырос. Наблюдается технологическое совершенствование и диверсификация водного транспорта, а применение передовых информационных технологий помогает быстрее доставлять грузы, сделать труд более эффективным, а судоходство – не только прибыльным, но и безопасным. Когда речь заходит о территориально распределенных объектах, на помощь приходят геоинформационные системы (ГИС). Для морской отрасли – это незаменимое решение в части мониторинга и отслеживания объектов, оптимального размещения грузов, прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Целью работы является анализ возможностей применения геоинформационных систем для обеспечения безопасности мореплавания в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ).

Применение ГИС с целью обеспечения безопасности судоходства происходит по нескольким ключевым направлениям: навигационная картография; исследование морской среды; поддержка работы морских и речных портов.

Последнее десятилетие ознаменовано бурным внедрением цифровых и информационных технологий в морскую отрасль. Одним из ключевых направлений является переход на электронную картографию – создание электронных картографических навигационно-информационных систем (ЭКНИС), в основе которой лежат ГИС.

Основная задача ЭКНИС – обеспечение безопасности судоходства за счет информатизации и цифровизации деятельности штурманского состава. Благодаря ГИС-технологиям возможно нанесение и отображение любых данных на электронные навигационные карты. Система позволяет осуществлять весь цикл технологических операций – прием, обработку и отображение информации от связанных систем и баз данных, а также выдачу информации в различные системы на борту [1].

Возможности ГИС для изучения морских и речных акваторий весьма обширны. С точки зрения освоения водных акваторий применение ГИС, в первую очередь направлено на изучение, создание моделей и, как результат, постоянный мониторинг их состояния. ГИС отвечает за обработку снимков как надводной части (в первую очередь, это космические устройства), так и подводной части акваторий [2]. Неотъемлемой частью ГИС является создание моделей, в первую очередь – моделей рельефа дна, что в дальнейшем позволяет решать широчайший круг задач, т.к. такие модели могут помочь при проведении мониторинга различных процессов.

В условиях освоения Арктики, на первое место выходит мониторинг ледовой обстановки и решение вопросов морской навигации на всем протяжении Северного морского пути (СМП). Особое внимание сейчас уделяют сбору информации об уровне рек, морей и океанов, а также данным смещения уровня воды для выявления зон наибольшей навигационной опасности [2].

Одно из востребованных направлений применения ГИС – это обеспечение эффективной работы портов, т.к. они отвечают за обеспечение перевалки грузов, следующих морем. Помимо этого, они осуществляют целый ряд функций, связанных с обслуживанием морских перевозок: поддержание необходимых глубин подходных каналов и акваторий порта, техническую эксплуатацию перегрузочного оборудования, обеспечение безопасного движения судов в портовых водах и т.д.

Существует достаточное количество примеров уже реализованных ГИС-проектов для крупных международных морских портов, таких как порты Ванкувера, Хьюстона, Сан-Диего, Гамбурга, Роттердама, Лос-Анжелеса и т.п. Большинство проектов реализовано на базе ГИС ArcGIS и его корпоративного приложения PortMaps, которое уже многие считают новаторской гео-центричной платформой управления портом.

Развитые технологии ГИС предоставляют широкие возможности использования их в качестве ядра, связующей основы при разработке и реализации крупных проектов – речь идет о самом значимом на сегодняшний день проекте Росатома по созданию цифровой экосистемы СМП. Система будет в себя включать [3]:

- спутниковую навигацию и спутниковую связь;
- сбор данных и оценку экологической обстановки в акватории СМП;
- предоставление данных о местоположении спасательных и медицинских служб;

- сбор хронологической статистической информации о проходе судов, включая скоростные параметры движения по районам;
- навигационные карты и гидрографическое обеспечение проводки;
- составление подробных прогнозов погоды на конкретных участках акватории СМП;
- выработку и построение оптимальных маршрутов судов в зависимости от навигационной, гидрометеорологической информации и ледовых условий;
- компьютерное зрение – оперативное распознавание и оценку ледовой обстановки;
- контроль развития ледовой обстановки в акватории СМП от различных источников (метеослужбы, суда в акватории, ДДЗ);
- искусственный интеллект – модели глубокого анализа данных, моделирования и поддержки принятия решений.

Основным результатом работы системы станет повышение безопасности круглогодичного судоходства в акватории СМП, повышение прогнозируемости и снижение стоимости перевозок, сокращение длительности рейсов, оптимизация ледокольного обеспечения судоходства в акватории СМП в целом.

Список литературы

1. Кузнецова О.Б. Концепция построения системы управления Арктической зоной РФ на основе геоинформационных систем // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2018: материалы IX Международной научно-практической конференции (Апатиты, 24–28 сентября 2018 г.). Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2018. С. 130–131.
2. Орлов Д.А. ГИС морских акваторий. URL: <https://scienceforum.ru/2023/article/2018032850> (дата обращения: 09.02.2023).
3. «Росатом» работает над цифровой экосистемой Северного морского пути. URL: <https://strana-rosatom.ru/2022/06/15/rosatom-rabotaet-nad-cifrovoj-ekos/?ysclid=le1z10j1fd520332068> (дата обращения: 12.02.2023).

УДК 338.47:614.8(470.11)
ББК 65.37

С.Ю. Кузнецова
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Архангельск, Россия

БЕЗОПАСНОСТЬ И ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА¹

Ключевые слова: Арктическая зона РФ, транспорт, глобальные вызовы.

S.Yu. Kuznetsova
Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov
Arkhangelsk, Russia

SAFETY AND TRANSPORT ACCESSIBILITY OF LOCAL COMMUNITIES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, transport, global challenges.

Транспортная инфраструктура Архангельской области, часть территорий которых входит в Арктическую зону Российской Федерации, обуславливается размером площади региона и малочисленностью населения [2].

В Архангельской области труднодоступной считается местность, из которой отсутствует пешеходная доступность до административного центра в течение рабочего дня для всех жителей данной местности [4]. Одной из характеристик труднодоступной территории является неразвитость транспортной инфраструктуры. Так, на территории Архангельской области практически отсутствует инфраструктура для водного транспорта. 47% причалов не соответствуют требованиям безопасности. В эксплуатации находятся суда устаревших проектов [2]. Исследователи выделяют такое понятие как транспортная дискриминация населения, которое определяется недоступностью социально гарантированного минимума и снижением уровня безопасности из-за недостаточного развития транспортной системы.

Приморский район характеризуется исследователями как достаточно благоприятный с точки зрения транспортной дискриминации населения в районном центре, однако на периферии наблюдается значительное ухудшение доступности и качества грузоперевозок и пассажироперевозок [6; 8].

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-20286, <https://rscf.ru/project/22-28-20286/>.

Для исследования фактора жизнестойкости местного населения, который применяется к мерам реагирования на изменение климата с акцентом на индивидуальные и коллективные способности снижения уязвимости [1; 7], проводились полевые исследования на островах дельты реки Северная Двина и побережье Белого моря. Эти населенные пункты относятся к труднодоступным [4].

Опираясь на результаты наблюдений за жизнью местного населения и качественных полуструктурированных интервью (более 20), были выявлены следующие факторы, обуславливающие труднодоступность этих населенных пунктов.

Из-за отсутствия развитой дорожной сети и круглогодичного автомобильного сообщения выявлена высокая зависимость местного населения от водного и воздушного транспорта, которые относятся к социальным маршрутам, то есть перевозчикам возмещаются недополученные доходы в виде субсидий [4]. Это обуславливает достаточно низкие расценки. Малая авиация является единственным круглогодичным видом транспорта до побережья Белого моря. Однако водный и воздушный транспорт не может удовлетворить все потребности в перевозках грузов, так как акцент делается на пассажирских перевозках. В зимнее время связь труднодоступных территорий осуществляется с Архангельском по ледовым переправам с использованием собственных автомобилей, болотоходов, снегоходов. Летом до населенных пунктов летнего берега Белого моря можно также комбинированным маршрутом с использованием частного автомобиля, частного маломерного судна и такси. Однако этот способ дорогостоящий.

По словам респондентов, на их мобильность все сильнее влияют гидрометеорологические условия в связи с изменениями климата. В частности, в более поздние сроки происходит ледообразование, лед менее прочен [3]. В летний период шторм, туман и другие неблагоприятные гидрометеорологические условия могут стать причиной отмены рейсов теплоходов или вылетов самолетов малой авиации.

Кроме этого, короткий период ледостава значительно сокращает время доступности ледовых дорог для снегоходов и другого автомобильного транспорта в течение года. В осенне-весенний период распутица, которая длится до становления ледовых переправ и наоборот в весенний период, может растянуться до двух месяцев [7]. В некоторых случаях жители островных деревень и населенных пунктов на побережье Белого моря на период распутицы могут оказаться отрезанными от «большой земли». Местные жители начинают пересекать протоки, как только образуется какое-то подобие ледового покрова, рискуя жизнями.

Отдаленность территорий и труднодоступность приводит к депрессивности развития [5]. Наблюдается отток населения в более крупные населенные пункты и снижение уровня и безопасности жизни. Неразвитость транспортной инфраструктуры, несоответствие спросу на перевозки

различными видами наземного транспорта на отдаленных территориях приводит к замедлению их социально-экономического развития, усугубляет проблемы в социальной сфере и безопасности из-за дополнительных потерь времени в пути и ограничений на поездки. Таким образом, транспортно-логистический компонент должен быть основополагающим в стратегических, программных и плановых документах, направленных на развитие труднодоступных территорий.

Список литературы

1. Burton Ian. Deconstructing Adaptation... and Reconstructing. In *The Earthscan Reader on Adaptation to Climate Change*, edited by Schipper E., Lisa F. and Burton Ian., 11–14. London, New York: Earthscan, 2009.
2. Государственная программа Архангельской области «Развитие транспортной системы Архангельской области» // Сайт администрации Архангельской области. URL: Государственные программы (dvinaland.ru). (дата обращения: 17.01.2023).
3. Грищенко И.В. Характеристика ледовых процессов в устье р. Северной Двины и тенденции их развития в условиях изменения климата // *Вестник САФУ. Сер.: Естественные науки*. 2016. № 1. С. 5–11.
4. Закон Архангельской области от 9 сен. 2004 г. № 825 «О перечнях труднодоступных местностей на территории Архангельской Области» // Электронный фонд правовой и нормативнотехнической документации «Кодекс» [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/docu> (дата обращения: 17.01.2023).
5. Кислицына Д.С. Принципы и механизмы решения проблемы труднодоступности в региональной политике современной России. М., 2015. С. 83–90.
6. Ковалёва Е.Н. Острота транспортных проблем в Архангельской области // Проблемы развития транспортной инфраструктуры Европейского Севера России: материалы межрегиональной научно-практической конференции. Вып. 3. Котлас: ФГОУ ВПО «СПГУВК», 2008. 192 с.
7. Ненашева М.В. Феномен жизнестойкости в теории и практике адаптации арктических сообществ к экологическим вызовам // *Арктика и Север*. 2022. № 47. С. 188–205.
8. Тутьгин А.Г., Чижова Л.А., Ловдин Е.Н. Оценка социально-экономической ситуации в арктических муниципальных районах Архангельской области на основе целевой модели // *Арктика и Север*. 2022. № 46. С. 170–189.

УДК 502.51:665.61(268.45)

ББК 26.221.8+39.491.6

С.Ю. Кузнецова, М.Г. Губайдуллин
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный
университет имени М.В. Ломоносова»
г. Архангельск, Россия

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Ключевые слова: моделирование разливов нефти, оценка рисков, Баренцево море.

S.Yu. Kuznetsova, M.G. Gubaybullin
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Arkhangelsk, Russia

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF OIL TRANSPORTATION IN THE BARENTS SEA

Key words: oil spill modelling, risk assessment, Barents Sea.

Две трети мирового объема нефти доставляется потребителям с помощью морских перевозок [6]. Разливы нефти на морских акваториях считаются инцидентами с низкой вероятностью, но крайне серьезными экологическими последствиями. Перевозка нефти и нефтепродуктов в условиях арктических морей представляет собой угрозу арктическим экосистемам, поскольку в настоящее время нет проверенных эффективных технологий ликвидации разливов нефти во льдах [4].

Особенностью действующих логистических схем по круглогодичному вывозу минеральных ресурсов в западной части российской Арктики является широкое использование челночных схем вывоза углеводородного сырья, при которых продукция, доставленная танкерами высоких ледовых классов, переваливается за пределами ледовитой акватории на конвенционные суда.

Основные объемы перевозок нефти и нефтепродуктов осуществляются с помощью танкеров в составе нефтяного танкерного флота от малотоннажных танкеров (дедвейтом до 16 500 т) до крупнотоннажных танкеров (дедвейтом более 45 000 т).

Данные, полученные из базы данных об авариях Мурманского морского спасательно-координационного центра за период 2013–2019 гг., показывают, что в этот период времени произошло три аварийных случая с участием танкеров, которые можно отнести к категории ИМО «морские инциденты» в связи с тем, что, если они не будут устранены, они поставят под угрозу безопасность судна, его пассажиров или окружающую среду.

Круглогодичный вывоз нефти в Баренцевом море обеспечивают две логистические схемы, до настоящего времени вывоз продукции производился в западном направлении [2]. При аварии на танкере возможен максимальный разлив нефти в объеме 10 тыс. т – объем двух смежных танков танкера дедвейтом 70 тыс. т. Нефтепродукты, отгружаемые на экспорт через акватории Баренцева и Белого морей, представлены как темными, так и светлыми нефтепродуктами. Моделирование разлива нефти проводилось с использованием типов нефти с характеристиками, сходными с углеводородами с месторождений Баренцева моря.

Выбранное географическое место разлива нефти находится вблизи Новой Земли и в непосредственной близости от Карского пролива.

Моделирование дрейфа нефти выполнялось с помощью программы OpenDrift (версия 1.2.0), лагранжевой среды с открытым исходным кодом, разработанной на языке Python Норвежским метеорологическим институтом [1].

Для моделирования выбран наиболее неблагоприятный сценарий, при котором возможный ущерб будет наибольшим, для этого была выбрана скорость ветра 10 м/с. В меньшей степени на движение нефтяного пятна влияют течения, поэтому они моделировались упрощенно, были приняты одинаковыми на всей рассматриваемой акватории и постоянными на протяжении расчетного периода. Однако, отметим, что доля процессов выветривания была гораздо выше.

Моделирование иллюстрирует значительные перемещения по траектории и расстояния распространения разлива, иногда превышающие 1 000 км, когда частицы были обнаружены к северу от Новой Земли. Наибольший ущерб береговой линии нанесен при северном и северо-западном ветре, то есть при направлении ветра к ближайшему берегу, который относится к ключевой орнитологической территории России «Варандейская Лапта», где выявлено гнездование и линька множества видов птиц.

При северо-восточном направлении ветра значительными объемами нефти может быть загрязнено побережье Паханческой губы, где расположены водно-болотные угодья. При восточном ветре ожидается загрязнение побережья островов группы Гуляевские Кошки небольшими объемами нефти. Эти территории включены в Государственный природный заповедник «Ненецкий». Территории заповедника (полуостров Медынский Заворот и остров Большой Зеленец) могут быть умеренно загрязнены при западном ветре и значительно юго-западном ветре (остров Долгий) [5].

Также по результатам моделирования можно отметить, что средние типы нефти могут рассматриваться как более опасные для морской среды.

Расчет экологического ущерба [3] показал, что при попадании колонии птиц (например, люрика) на загрязненную береговую территорию, высока вероятность значительного ущерба популяции, срок восстановления которой может составить более 10 лет.

На основании результатов моделирования можно сделать следующие выводы и сформулировать рекомендации для ликвидации аварийных разливов нефти на море при штормовых погодных условиях:

- необходимо минимизировать время локализации разлива нефти за счет расположения ЛАРН оборудования с учетом карт уязвимости;
- даже в случае оперативного реагирования, не удастся избежать загрязнения нефтью береговой линии, включая особо охраняемые природные территории;
- в штормовых условиях наиболее эффективной может быть постановка перехватывающих и прибрежных боновых заграждений для уменьшения протяженности загрязненной береговой линии;
- при выборе способа ЛАРН необходимо принимать во внимание свойства разлитой нефти: характеристики сырой нефти и мазута дают возможность локализации нефтяного пятна и сбор с использованием механических способов, а в случае легких углеводородов применять эти способы не рекомендуется из-за высокой пожаро и взрывоопасности.

Список литературы

1. Dagestad K.F., Röhrs J., Breivik Ø., Ådlandsvik B. OpenDrift v1.0: a generic framework for trajectory modeling. 2017.
2. Григорьев М.Н., Светлова Ж., Соколова Е.Д. Локализация минерально-сырьевых центров Арктической зоны Российской Федерации // Арктические ведомости. 2021. № 1. С. 44–53.
3. Губайдуллин М.Г. Моделирование разливов нефти в западном секторе Российской Арктики: учебное пособие / под ред. д-ра геол.-минер. наук, проф. М.Г. Губайдуллина; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. Архангельск: САФУ, 2016.
4. Коробов В.Б. Эколого-географическое обоснование экспертной оценки создания нефтяной транспортной инфраструктуры севера Тимано-Печорской провинции: дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2004.
5. ООПТ России. Ненецкий. URL: <http://oopt.aari.ru/oopt/Ненецкий-0> (дата обращения: 02.02.2023).
6. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. 2-е изд. Том 1: Морской нефтегазовый комплекс: состояние, перспективы, факторы воздействия. М.: Изд-во ВНИРО, 2017.

УДК 620.9(985)
ББК 65.305.14

Н.М. Кузнецов

*Центр физико-технических проблем энергетики Севера –
филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия*

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИКИ РЕГИОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: *распределенная энергетика, распределенная генерация, управление энергоэффективностью, управление спросом.*

N.M. Kuznetsov

*Northern Energetics Research Centre –
Branch of the Federal Research Centre
“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”
Apatity, Russia*

ENERGY DEVELOPMENT IN THE REGIONS OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Key words: *distributed energy, distributed generation, energy efficiency management, demand management.*

Развитие новых технологий на возобновляемых источниках энергии, распределенной генерации, интеллектуализации является важной задачей в формировании энергетической стратегии России. Несмотря на активное развитие распределенной генерации, основу электроэнергетики будут составлять существующие системы централизованного электроснабжения, базирующиеся на традиционных электростанциях (тепловые, атомные, гидроэлектростанции) или на базе возобновляемых источников энергии, функционирующих в составе электроэнергетических систем (ветровые и солнечные электростанции). Проблема надежного и качественного электроснабжения удаленных изолированных территорий российской Арктики, которые находятся в зоне децентрализованного электроснабжения и характеризуются высокими затратами на производство энергии, является актуальной задачей. С увеличением объемов добычи полезных ископаемых в северных регионах усиливается роль распределенной энергетики для обеспечения надежности и экологической безопасности в арктических условиях. Процесс освоения российской Арктики требует соединения роста экономики с социальным и транспортно-инфраструктурным развитием арктической территории [4]. Арктические регионы снабжаются электроэнергией от источников генерации, работающих на дизельном топливе и угле и поставляемых в рамках

«северного завоза». В связи с большим транспортным плечом, ограниченными сроками доставки топлива и устареванием генерирующих источников стоимость электроэнергии на них требует бюджетных субсидий. Для снижения энергоемкости валового регионального продукта и обеспечения национальной безопасности в сфере повышения энергоэффективности предусматривается оптимизация экономических механизмов северного завоза, за счет использования возобновляемых источников энергии и атомных станций малой мощности, реконструкции и модернизации энергетических установок, внедрения энергосберегающих материалов и технологий. При этом будет создаваться новая архитектура электроэнергетических систем (архитектура Интернета энергии), обеспечивающая оптимальное энергопотребление, высокую устойчивость и безопасность систем электроснабжения. В арктических регионах формирование распределенной энергетики начинается с распределенной генерации [1]. Внедрение энергосберегающих технологий [2] приводит к снижению издержек, способствует повышению устойчивости топливно-энергетического комплекса, снижению затрат на введение дополнительных мощностей, улучшению экологической ситуации. Управление спросом потребителей электроэнергии является инструментом поддержания и регулирования баланса спроса и предложения на электроэнергетическом рынке и позволяет оперативно регулировать баланс мощности в энергосистеме, повышая системную надёжность. Одним из компонентов технологии управления спросом является механизм ценозависимого потребления электроэнергии (управление потребителями собственным спросом на электроэнергию на основе реакции на ценовые сигналы поставщиков электроэнергии с целью минимизации затрат на потребляемую электроэнергию), применяемый потребителями, технологические процессы которых позволяют управлять изменением графика электропотребления. Важными задачами развития арктических территорий Российской Федерации являются преодоление транспортных и энергетических ограничений, препятствующих повышению темпов экономического развития Арктики, стимулирование приоритетной разработки и внедрения энергосберегающих и энергоэффективных технологий [5]. Энергетическая проблематика арктических регионов в соответствии с курсом на формирование зеленой экономики и снижение потребления невозобновляемых ресурсов с объемных (количественных) показателей переключается на качественные и структурные показатели [3]. Для ускорения экономического развития арктических территорий задачами государственной политики в области топливно-энергетического комплекса являются: стимулирование разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья, повышение коэффициентов извлечения нефти и газа, глубокой переработки нефти, производства сжиженного природного газа; развитие системы энергоснабжения, модернизация объектов локальной генерации, расширение использования возобновляемых источников энергии, сжиженного газа и местного топлива.

Список литературы

1. Кузнецов Н.М. Управление энергоэффективностью в регионах Арктической зоны Российской Федерации. Апатиты: Кольский научный центр Российской академии наук, 2020. 92 с. ISBN 978-5-91137-434-1. DOI: 10.37614/978.5.91137.434.1.
2. Кузнецов Н.М., Победоносцева В.В. Эффективность внедрения наилучших доступных энергосберегающих технологий в Мурманской области // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 6. С. 143–148. DOI:10.17513/fr.41564.
3. Лаженцев В.Н. Арктика и Север в контексте пространственного развития России // *Экономика региона*. 2021. Т. 17. № 3. С. 737–754. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-3-2.
4. Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. Переосвоение российской Арктики как предмет системного исследования и государственного программно-целевого управления: вопросы методологии // *Экономика региона*. 2015. № 4(44). С. 9–20. DOI: 10.17059/2015-4-1.
5. Nalivaychenko E., Volkov A., Tishkov S. Fuel and energy complex of the Arctic zone of Russia and its transport infrastructure. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, VIII International Scientific Conference Transport of Siberia. Novosibirsk, 2020. P. 012238. DOI: 10.1088/1757-899X/918/1/012238.

УДК 551.50(985)
ББК 26.235.68

А.В. Кулюшина, Л.А. Никитина
ООО «МикроСтеп-МИС»
г. Санкт-Петербург, Россия

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ ДЛЯ БЕСПИЛОТНИКОВ И ВЕРТОДРОМОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ МЕТЕОИНФОРМАЦИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Ключевые слова: прогноз погоды, беспилотные воздушные средства, вертодромы, вертолетные площадки, метеорология, опасные явления погоды.

A.V. Kulyushina, L.A. Nikitina
MicroStep-MIS LLC
Saint-Petersburg, Russia

WEATHER FORECAST FOR DRONES AND HELIPORTS IN CONDITIONS OF LIMITED METEOROLOGICAL INFORMATION IN THE ARCTIC ZONE

Key words: weather forecast, unmanned aerial vehicles, heliports, helipads, meteorology, dangerous weather phenomena.

Арктика – один из наиболее сложных районов, отличающийся экстремальными природными и погодно-климатическими условиями, значительно осложняющими работу авиации, в том числе беспилотной авиации, а также метеорологического обеспечения полетов. Зимой здесь высока повторяемость циклонов, которые несут частые сильные ветры, обильные осадки и облачность. Неустойчивость метеорологической обстановки выражается в резких изменениях направления и скорости ветра, понижении высоты облачности, быстром натекании тумана с моря на побережье, что вызвано влиянием больших водных пространств, близостью теплых и холодных течений [1]. Серьезную проблему для качественного авиаметеообеспечения в Арктике представляет и малонаселенность территорий, где наземная информация о текущей погоде практически отсутствует. Недостаточны и альтернативные средства и методы наблюдений за погодой, в том числе данные со спутников и радаров. При этом интенсивность полетов в Арктике в последние годы значительно увеличивается, что повышает роль авиационного метеорологического обеспечения.

Прогноз погоды для беспилотников. Размер, форма и путевая скорость беспилотных воздушных средств (БВС) делают их более восприимчивыми к определенным погодным условиям в отличие от малой и большой

авиации. Опасные явления погоды могут как затруднять полеты и получение информации с дронов, так и приводить к потере судна. К примеру, влияние грозы может распространяться на БВС более чем на 150 км от кучево-дождевого облака, создавая внезапные смены направления и силы ветра. Для сравнения, большой самолет облетает грозу на расстоянии 50 км.

Для повышения безопасности полетов в условиях недостаточной освещенности метеорологической информацией в зоне Арктики компанией МикроСтеп-МИС разработан прогностический сервис с REST-API для внешней коммуникации. Сервис представляет собой автоматическое обеспечение беспилотных аппаратов комплексом прогностических данных в различных географических точках по протоколам HTTP или HTTPS. Прогноз основан на данных глобальной открытой численной модели GFS с пространственным шагом сетки $0,25^\circ$. Оперативная прогностическая информация доступна с временным шагом в 1 час в любой интересующей точке на территории России и прилегающих зонах, включая Арктическую. Заблаговременность прогноза – от одного часа до 8 дней.

Особенностью сервиса является прогноз параметров не только у земли, но и на высотах в слое от 20 до 1 500 м. Среди прогнозируемых элементов у земли и на высотах: вероятность возникновения и интенсивность обледенения, скорость и направление ветра, а также его порывы, температура и влажность воздуха, количество облачности на разных высотах и нижняя граница облачности. Прогнозы интерпретируются в виде пороговых значений, настраиваемых для каждой модели беспилотника: аппараты имеют разные характеристики, соответственно и критерии опасных явлений для них также разные. Загрузка данных прогностической модели происходит 4 раза в сутки и хранится на сервере. При обращении пользователя к сервису выполняется трехмерная интерполяция итоговых прогностических полей для БВС в нужную точку.

В перспективе сервис сможет подключать к расчету данные других численных моделей, включая локальные модели, использовать данные наблюдений для уточнений прогноза, внедрять данные наблюдений в препроцессинг (нейросетевые алгоритмы DataMining и ModelOutputStatistic, разработанные в МикроСтеп-МИС), что повысит качество получаемого прогноза.

Прогноз погоды для вертодромов и посадочных площадок. Резкая изменчивость погоды в районах посадочных площадок Арктики, а также такие явления, как сильный ветер у земли, низкая облачность, плохая видимость в тумане, снеге, метели, затрудняют выполнение полетов и в особенности взлет и посадку. Дополнительным риском является то, что временные аэродромы и посадочные площадки в Арктике имеют минимальную оснащенность аэродромного оборудования, на них почти или полностью отсутствует метеорологическое обеспечение, нет статистических данных об особенностях погоды. Проблема обслуживания посадочных площадок

заключается в нехватке или невозможности постоянного проживания в районе площадки обслуживающего персонала [1].

Для эффективного и безопасного использования авиации в Арктическом регионе необходима автоматизация процессов получения, обработки и доведения до экипажей данных о метеорологической обстановке в районе вертодромов и посадочных площадок. На основе продукта для БВС предлагается решение для обеспечения взлетов и посадок вертолетов и малой авиации в условиях отсутствия метеонаблюдений в малонаселенных и пустынных районах Арктики.

Известно, что задача определения метеорологических условий и распределения параметров атмосферы в районах, мало освещенных метеоданными, должна решаться в основном путем применения синоптико-статистических методов прогнозирования [2]. В отсутствии метеонаблюдений актуальная оперативная метеоинформация с достаточным временным (1 час) и пространственным (до 30 км) разрешением – анализ фактической информации и прогноз на 1–2 часа – может получаться путем пост-процессинга численной модели атмосферы. Информация представляется в виде прогностических метеограмм (ветер, давление, температура и влажность воздуха, видимость и высота нижней границы облаков) в любых выбранных точках (например, на посадочной площадке, в месте взлета и посадки) для анализа метеорологической ситуации и погодных рисков, и принятия решений на вылет. Экипажи воздушных судов, получая дополнительную метеоинформацию, повышают ситуационную осведомленность. Таким образом, оперативное предоставление метеоинформации в автоматическом режиме позволит повысить безопасность совершения взлетно-посадочных операций в Арктической зоне.

Список литературы

1. Кораблев Ю.Н. Оперативное информирование экипажей воздушных судов об опасных метеоявлениях в районах арктических посадочных площадок // Научный Вестник МГТУ ГА. 2018. № 5. С. 137–149.
2. Моисеева Н.О., Ременсон В.А., Румянцева Е.А. Применение методов синоптической климатологии в автоматизированных системах статистической интерпретации выходной продукции прогностических гидродинамических моделей атмосферы // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2016. № 44. С. 157–165.

УДК 504:598.2(985)
ББК 20.17

*Ю.А. Леднова, М.Б. Шилин,
Е.А. Румянцева, М.Ю. Меньшакова, А.В. Абрашкина*
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРНИТОФАУНЫ КАК ИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АРКТИЧЕСКОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА¹

Ключевые слова: Мурманская область, орнитофауна, инфраструктурный объект, индикаторная система.

*Yu.A. Lednova, M.B. Shilin,
E.A. Rumiantceva, M.Yu. Menshakova, A.V. Abrashkina*
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

AVIFAUNA AS INDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL STABILITY STATE OF ARCTIC TERRITORIAL OBJECT

Key words: Murmansk region, avifauna, infrastructure object, indicator system.

Мурманская область – один из самых освоенных регионов Арктической зоны Российской Федерации, развитие которого интенсифицируется в настоящее время, что естественным образом приводит к увеличению антропогенного присутствия в регионе. По состоянию на 2021 г. в Мурманске и Мурманской области в прибрежной зоне реализуется и планируется развитие промышленной, транспортной и логистической инфраструктуры, объектов жилищно-коммунального хозяйства и энергетики, рыболовства и рыбобоводства и других объектов [3].

Любой объект строительства, особенно крупные инфраструктурные проекты, имеет различный пространственно-временной масштаб воздействия на окружающую среду, снижение негативного воздействия на которую является условием стабильного и безопасного развития региона. Одним из наиболее удобных объектов-индикаторов мониторинга и оценки состояния природной среды в условиях значительного антропогенного давления

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-20109, <https://rscf.ru/project/22-27-20109/> и при финансовой поддержке Министерства образования и науки Мурманской области в рамках Соглашения № 111.

для любых объектов техносферы, в том числе – для обеспечения ее безопасности с учетом природной составляющей, является орнитофауна [4].

В проведенных исследованиях был выполнен анализ российского и международного опыта влияния строительства и эксплуатации крупных объектов береговой инфраструктуры на орнитофауну с целью дальнейшей разработки принципов и технологии мониторинга и прогноза влияния различных инфраструктурных объектов на природно-экологическую устойчивость береговых зон Мурманской области на основе показателей состояния орнитофауны.

Развитие крупных инфраструктурных объектов может быть рассмотрено с позиции положительного антропогенного воздействия на орнитофауну в прибрежной зоне. В результате анализа российской и международной практики отмечаются следующие объекты инфраструктуры, для которых выявлено положительное влияние на орнитофауну [1; 2; 5]:

- развитие городов и городских агломераций;
- портовые комплексы и паромные переправы;
- объекты нефтедобывающей промышленности;
- дороги и сопутствующая инфраструктура;
- железные дороги и сопутствующая инфраструктура;
- линии электропередач и сопутствующая инфраструктура;
- мосты, виадуки, тоннели;
- сельское хозяйство;
- объекты рекреации;
- сопутствующая инфраструктура: придорожная растительность, ветрозащитные полосы вдоль дорог и объектов инфраструктуры, озеленение территории объектов инфраструктуры; заборы и ограждения; вывески, дорожные знаки и указатели и иные объекты.

В результате проведенной работы отмечены следующие наиболее важные условия положительного влияния антропогенных структур на орнитофауну:

- наличие и высота древостоя;
- наличие разнообразной растительности;
- сложность формируемого биотопа в условия безлесья или ограниченного количества деревьев;
- степень антропогенной нагрузки;
- наличие приливно-отливной зоны и/или зоны мелководья;
- наличие зарослей прибрежных макрофитов;
- наличие кормовых ресурсов.

В концепции разработки индикаторов для оценки воздействия различных типов инфраструктурных объектов на береговые системы, могут использоваться следующие параметры:

- индекс изменения площади, занятой древостоем и иными зелеными объектами;

- индекс изменения высоты ландшафта;
- индекс видового разнообразия, например, Шеннона-Уивера;
- индекс антропогенной нагрузки;
- индикатор наличия береговой зоны;
- индикатор нарушенности береговой зоны;
- индикатор изменения зарослей макрофитов;
- индекс кормовых ресурсов.

Таким образом, возможности оценки позитивного и нейтрального взаимодействия между объектами инфраструктуры и орнитофауной имеют значительный потенциал для развития как возможности расширения ареала обитания орнитофауны, так сохранности и поддержания функционирования техногенных объектов для минимизации негативных последствий как на биологическую, так и техногенную составляющие.

Список литературы

1. Богуш А.И., Мамаева М.А., Шилин М.Б. Анализ, типизация и оценка эффективности компенсационных мероприятий для снижения негативного воздействия на прибрежно-морскую зону при строительстве и функционировании объектов портовой инфраструктуры // Экологическая деятельность и экологическое просвещение: региональный аспект: мат-лы Всеросс. науч. конф. 16.12.2020. СПб.: Лен. гос. ун-т им. А.С. Пушкина, 2020. С. 251–254.
2. Жигульский В.А., Шилин М.Б., Коузов С.А., Царькова Н.С., Маркелов М.И. Птицы района порта Сабетта. СПб.: Реноме, 2017. 136 с.
3. План создания инвестиционных объектов и объектов инфраструктуры Мурманской области (по состоянию на 30.03.2021). 2021. URL: <https://invest.nashsever51.ru> (дата обращения: 01.12.2022).
4. Mancini P.L., Reis-Neto A., Fischer L.G., Silveira L.F., Schaeffer-Novelli Ya. Differences in diversity and habitat use of avifauna in distinct mangrove areas in São Sebastião, São Paulo, Brazil // *Ocean & Coastal Management*. 2018. Vol. 164, Issue 1. P. 79–91. DOI: 10.1016/j.ocescoaman.2018.02.002.
5. Meixell B.W., Flint P.L. Effects of industrial and investigator disturbance on Arctic-nesting geese // *Journal of Wildlife Management*. 2017. Vol. 81, Issue 8. P. 1372–1385. DOI: 10.1002/jwmg.21312.

УДК 614.8.084

ББК 38.482

А.Н. Леонова, Е.М. Леонова

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОПОВЕЩЕНИЯ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ключевые слова: система оповещения населения, чрезвычайные ситуации, технические средства оповещения, монтаж, эксплуатация.

A.N. Leonova, E.M. Leonova

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

FEATURES OF INSTALLATION AND OPERATION OF TECHNICAL MEANS OF WARNING IN THE REGIONS OF THE FAR NORTH

Key words: public warning system, emergencies, technical means of warning, installation, operation.

В комплексе мероприятий, выполняемых органами государственной власти субъектов Российской Федерации, местного самоуправления и организациями, одной из основных задач является задача по созданию и поддержанию в постоянной готовности систем оповещения населения [1; 2].

Особенности монтажа и эксплуатации технических средств оповещения в районах Крайнего Севера определяются особенностями территорий Крайнего Севера: экстремальными природно-климатическими условиями, очаговым характером промышленно-хозяйственного освоения территорий, низкой плотностью населения, удаленностью населенных пунктов от основных промышленных центров, низкой обеспеченностью по сравнению с другими регионами России услугами связи.

На территории районов Крайнего Севера находится несколько тысяч потенциально опасных объектов, которые могут стать источниками техногенных чрезвычайных ситуаций. Это объекты нефте- и газодобычи, ядерной энергетики, захоронения контейнеров с отходами, производственные предприятия.

Учитывая географические и климатические условия районов Крайнего Севера, радиорелейная, волоконно-оптическая и спутниковая связь являются основными и наиболее востребованными видами связи. Сегодня реализация наиболее эффективной экономической модели лежит в развитии

транспортной инфраструктуры связи, активном продвижении широкополосного доступа в Интернет и других новациях. Связь и телекоммуникационные услуги наиболее востребованы персоналом добывающих предприятий, оленеводами, геологами, коренным населением и населением отдаленных населенных пунктов районов Крайнего Севера. Все это делает возможным на базе и с использованием современных телекоммуникационных технологий разрабатывать проектные решения по созданию систем оповещения населения для различных уровней РСЧС и ГО от региональных до локальных систем оповещения, обеспечивающих требуемые нормативными документами [3–5] функциональные характеристики систем оповещения.

Проектирования – это только первый этап, фундамент для создания системы оповещения. Самый важный этап – монтажные работы, которые в условиях Крайнего Севера существенно отличаются производительностью труда и бытовыми условиями.

При проведении монтажных работ важно все: от подбора экипировки и инструмента для монтажников, обеспечения горячим питанием до правильной организации выполнения работ. Так, например, технические средства оповещения и дополнительное оборудование:

- должно тестироваться на работоспособность перед каждой погрузкой, ибо транспортировать его до конечной точки монтажа приходится различными транспортными средствами, а отправка его в случае неработоспособности при невозможности устранения неполадок – вещь дорогостоящая;
- перед началом монтажа их необходимо до последнего момента выдерживать в тепле и выносить на открытый воздух в определенной последовательности непосредственно перед монтажом для избежание его заиневаания.

Малая продолжительность светового дня зимой – это тоже проблема для проведения монтажных работ в районах Крайнего Севера. Помимо оборудования, материалов необходимо иметь мощные источники освещения – от них зависит качество монтажных работ.

Важен вопрос транспортной логистики. С учетом низкой плотности автодорог необходимость составления графика монтажа системы одновременно с определением маршрутов, учитывающих сезонность работы дорог, климатические условия, тип транспортных средств, а также запасов топлива и возможности их пополнения по мере продвижения по маршруту. Перед отправкой на каждую точку монтажа необходимо правильно выбрать транспорт с учетом большого количества груза, в том числе оборудования, которое надо довести до места в исправном состоянии.

Теперь о комплектации запасного оборудования, инструментов, принадлежностей (ЗИП). Известно, что его количество определяется в соответствии с [6] в эксплуатационной документации на любую технику. Для оперативного восстановления работоспособности предусмотрено комплектование

ЗИП, однако с учётом высокой территориальной удаленности объектов от места хранения групповых комплектов ЗИП в районах Крайнего Севера целесообразно предусматривать усиленный комплект и дополнительные места хранения ЗИП. Вместе с тем применение данного способа требует дополнительных финансовых затрат.

Монтаж оборудования и пуско-наладочные работы выполняются в соответствии с рабочими чертежами проекта, отраслевыми, межотраслевыми и межведомственными нормами [7–8] с соблюдением требований документации заводов-изготовителей оборудования и приборов, соответствующих правил безопасности, охраны труда и пожарной безопасности, а также с соблюдением правил ПУЭ.

Организация оперативного доступа к состоянию действующих средств оповещения при проведении тестирования вновь смонтированного оборудования задача также сложная. Дело заключается в том, что техническая проверка системы (мониторинг работоспособности) должен проходить в комплексе с работой всей системы оповещения в целом, т.е. необходима разработка специальных графиков и их согласование с различными органами власти, операторами связи и организациями.

Влияние экстремальных природно-климатических условий Крайнего Севера на создание и эксплуатацию систем оповещения населения, естественно, проявляется в увеличении их стоимости. Тем не менее, у населения городов и поселков, расположенных на Крайнем Севере, появилась возможность быть своевременно предупрежденным о надвигающейся чрезвычайной ситуации, что крайне необходимо и актуально по мере увеличения количества разрабатываемых месторождений, увеличения персонала производственных объектов и роста привлекаемого населения в районах Крайнего Севера.

Список литературы

1. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций».
3. Положение о системах оповещения населения.
4. ГОСТ Р 22.7.04-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Региональные автоматизированные системы централизованного оповещения.
5. ГОСТ Р 22.7.05-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Локальные системы оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов.
6. ГОСТ 27.507–2015 Надежность в технике связи Запасные части, инструменты и принадлежности. Оценка запасов.
7. ГОСТ 2.601–2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.
8. ГОСТ 12.1.030–81: ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление.

УДК 614.8.084(470.21)
ББК 68.903

Е.М. Леонова, А.Н. Леонова
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия

ИТОГИ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: система оповещения населения, региональная система оповещения, технические средства оповещения, муниципальная система оповещения, комплекс технических средств оповещения.

Е.М. Leonova, A.N. Leonova
All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia

RESULTS OF CREATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE WARNING SYSTEM FOR THE POPULATION OF THE URMANSK REGION

Key words: public warning system, regional warning system, technical means of warning, municipality, municipal warning system.

Истории региональной системы оповещения населения (далее – РСО) Мурманской области началась в 1987 г., когда она была официально принята в эксплуатацию и поставлена на дежурство приказом Начальника штаба ГО Мурманской области от 29.01.1987 № 5 [1]. Создание систем централизованного оповещения ГО началось в СССР в 1964 г. [2]. В те времена РСО Мурманской области функционировала на базе аналоговой аппаратуры оповещения П-160, АДУ-ЦВ. В качестве окончательных средств оповещения использовались электросирены С-40, телевизионные и радиоприемники, а также абонентские радиотрансляционные приемники.

В 2014 г. была начата модернизация РСО Мурманской области с переоснащением на современные комплексы технических средств оповещения (далее КТСО), использующие цифровые методы передачи сигналов и информации оповещения. Так, в период с 2014 по 2018 гг. на региональном уровне установлен КТСО П-166М, введенный в эксплуатацию в 2015 г., на муниципальном уровне введены в эксплуатацию муниципальные системы оповещения (далее – МСО) в 17 муниципальных образованиях Мурманской области: городах Мурманск, Оленегорск, Апатиты, Кировск, Мончегорск,

Полярные Зори, ЗАТО г. Североморск, ЗАТО г. Островной, ЗАТО г. Островной, ЗАТО п. Видяево, Терский, Печенегский, Ловозерский, Кандалакшский и Кольский районы. При этом использовались следующие КТСО:

- на региональном уровне – П-166М, КПАСО-Р «Марс-Арсенал»;
- на муниципальном уровне – П-166М, КТСО-Р, КПАСО-Р «Марс-Арсенал», П-160;
- на объектовом уровне: П-166, П-166Ц, П-166М, П-166ВАУ, СГС-22М-2000, СГС-22М, КПТС АСО, КТСО-Р, КПАСО-Р «Марс-Арсенал».

Большое количество КТСО, не имеющих полнофункционального взаимного сопряжения, в том числе на региональном уровне, в соответствии с требованиями [3; 4] приводит к потере оперативности задействования систем оповещения всех уровней, а также повышению расходов на эксплуатационно-техническое обслуживание систем оповещения. Более того, в Положении я о системах оповещения Мурманской области [5] отсутствует данное требование.

Отдельно следует отметить, что на территории Мурманской области в ряде муниципальных образований действует аппаратура П-160, превышение эксплуатационного ресурса которой составляет 24 года [1].

В настоящее время в соответствии с данными паспорта РСО в зоне действия ТСО проживает 84,8% населения Мурманской области [1].

Крупные комплексы и предприятия по добыче полезных ископаемых, нефтегазодобывающие комплексы и магистральные трубопроводы имеют жизненно важное значение для экономики Мурманской области, поэтому и вопрос обеспечения этих объектов и населенных пунктов в районах их размещения надежными средствами оповещения имеет стратегическое значение. С этой целью создаются локальные системы оповещения.

Основными видами связи, используемыми в Мурманской области, являются: радиорелейная, волоконно-оптическая и спутниковая связь, которые являются резервными друг для друга, на них и базируется РСО Мурманской области.

Учитывая высокие темпы развития и сменяемости информационных технологий операторы связи предоставляют комплексные информационно-сервисные услуги на базе широкополосного доступа в Интернет, а также другие новации, которые востребованы персоналом добывающих предприятий, оленеводами, геологами и населением отдаленных населенных пунктов районов Мурманской области. Это являются эффективным направлением развития информационно-телекоммуникационной инфраструктуры в рамках устранения «цифрового неравенства», а также возможностью повышения гарантированности оповещения населения, поскольку современное поколение не представляет себя в повседневной жизни без различных гаджетов, sms сообщений, электронной почты, веб-сайтов и социальных сетей.

Так, оповещение в социальных сетях предоставляет возможность увеличить количество оповещаемого населения в дополнение к оповещаемым по

электронным средствам массовой информации, они должны стать одним из способов оповещения при ЧС, а их мониторинг позволит отслеживать реакцию населения на передачу сигналов оповещения и экстренной информации.

Оповещение населения с использованием так называемых «приложений» в сети Интернет и мобильных устройств типа смартфон, планшет, часы может стать популярным способом доведения экстренной информации особенно для маломобильных групп. Преимущества: большой охват населения и возможность персонализированного (индивидуального) оповещения.

В декабре 2020 г. было принято постановление Правительства Российской Федерации о порядке взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления с операторами связи и редакциями средств массовой информации в целях оповещения населения о возникающих опасностях [6]. В этом случае эффективность оповещения зависит от совместимости мультимодальных систем и координации разнородных способов оповещения и информирования в зависимости от характера, сложности и масштаба ЧС. Современные системы оповещения населения, созданные на базе компьютерной техники, новейших средств телекоммуникации и программного обеспечения, решают задачи своевременного и гарантированного оповещения населения в различных условиях ЧС и позволяют существенно повысить своевременность и эффективность оповещения населения за счет максимального использования имеющихся информационных ресурсов операторов связи.

Список литературы

1. Паспорт региональной системы оповещения населения Мурманской области. Мурманск, 2022. 11 с.
2. Леонова Е.М., Леонова А.Н., Папков С.В. Системы оповещения гражданской обороны. История становления, «Технологии гражданской безопасности». Том 19. 2022.
3. Положение о системах оповещения населения.
4. ГОСТ Р 42.3.01-2021 Гражданская оборона Технические средства оповещения Классификация Общие требования.
5. Постановление Правительства Мурманской области от 20 апреля 2021 года № 209-ПП «Об утверждении Положения о системах оповещения Мурманской области».
6. Постановление Правительства РФ от 28.12.2020 № 2322 «О порядке взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления с операторами связи и редакциями средств массовой информации в целях оповещения населения о возникающих опасностях».

УДК 338.48
ББК 65.433

Ю.Д. Лобатюк
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

ПУТЕВОДИТЕЛЬ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ТУРИСТСКИЙ ПРОДУКТ

Ключевые слова: путеводитель, туризм, открытка.

Yu.D. Lobatyuk
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

GUIDEBOOK AS AN INDEPENDENT TOURIST PRODUCT

Key words: guidebook, tourism, postcard.

Окружающий нас мир непрерывно меняется, и вместе с ним меняется и туризм. Современные туристы все чаще путешествуют самостоятельно, не прибегая к услугам туроператоров и турагентов. Эту задачу упрощают различные сервисы бронирования, покупки билетов, каршеринга и др.

Особую популярность у туристов приобретают такие форматы изучения территории как городские квесты, авторские и тематические экскурсии, а также знакомство с неочевидными локальными аттракциями, которые могут быть известны только местными жителям. Можно сделать вывод, что туризм постепенно уходит от массовой формы и плавно перетекает в индивидуальный формат. Это явление стало особенно заметно после пандемии covid-19, и его необходимо учитывать при разработке новых туристских продуктов [1].

Одним из возможных решений повышения спроса на услуги турфирм может стать разработка туристского продукта, максимально удовлетворяющего потребности и интересы самостоятельного туриста. Взяв за основу запрос на независимый формат путешествия, а также на удобство и компактность путеводителя, возможно создать гибридный продукт, сочетающий в себе преимущества различных форматов – тематический путеводитель в виде набора почтовых открыток. Данный продукт имеет небольшой размер и вес, множество возможных тематик, а также возможность создания дополнительных интерактивных элементов, реализуемых через QR-код, например, аудиогид или дополненная реальность. Немаловажным преимуществом является сувенирная ценность продукта, реализуемая за счет возможности отправки открыток по почте. Это является дополнительным преимуществом, так как заметен тренд на возрождение ретро-коммуникаций.

В ходе исследования был проведен опрос, в котором участвовало 60 респондентов. Опрос включал в себя 14 вопросов и был направлен на выявление важных критериев, предъявляемых потенциальными покупателями к путеводителю в формате открыток. Рассмотрим некоторые из них [2]. Так как данный формат представлен на рынке в единичных экземплярах, оригинальность формата была оценена достаточно высоко – среднее значение 8 баллов из 10 (рис. 1).

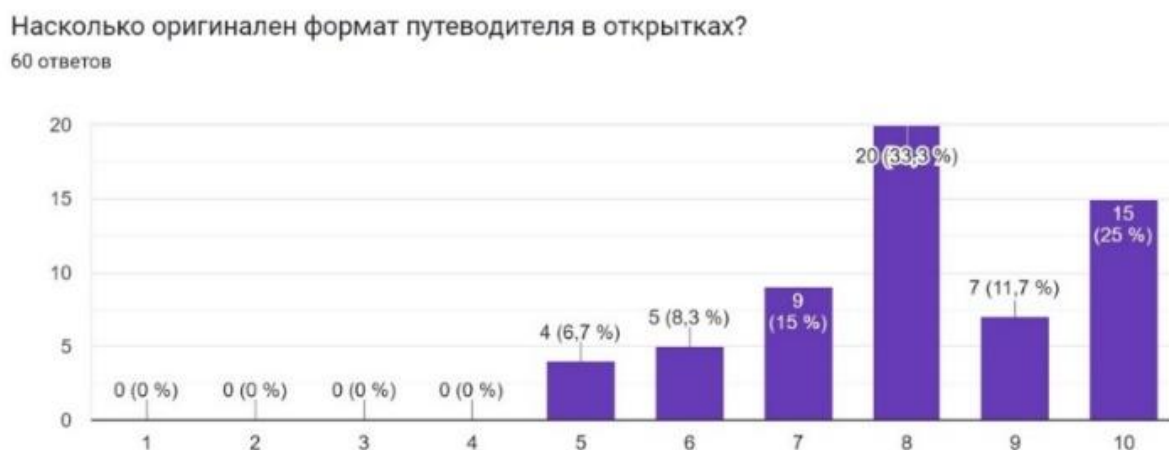


Рис. 1. Вопрос об оригинальности формата путеводителя
Fig. 1. The question of the originality of the guidebook format

Большинство респондентов оценили удобство использования путеводителя на 10, 8 и 7 баллов из 10, что является достаточно хорошим показателем (рис. 2).

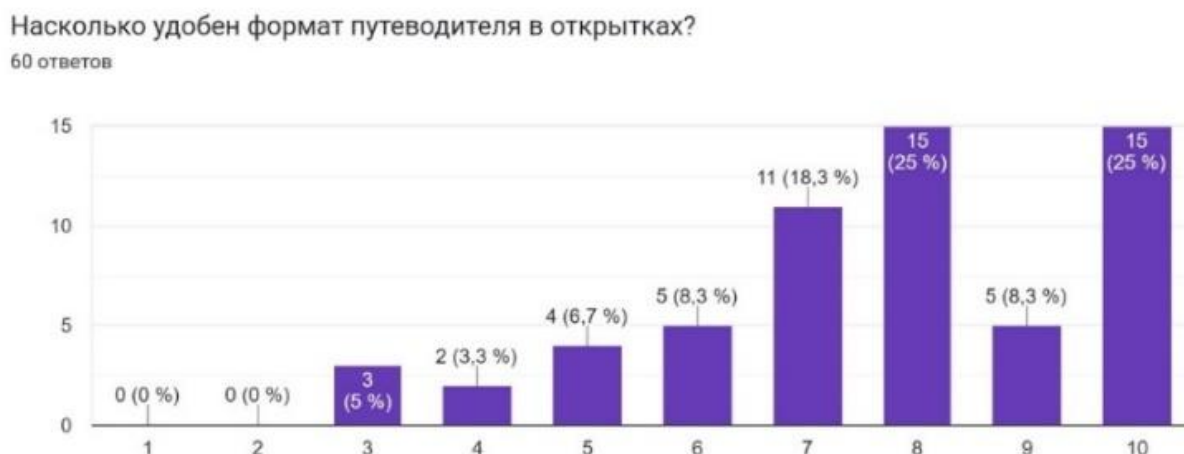


Рис. 2. Вопрос об удобстве формата путеводителя
Fig. 2. The question of the convenience of the guidebook format.

Важность визуальной составляющей была в большинстве оценена на 10 баллов, что важно учитывать при разработке дизайна продукта (рис. 3).

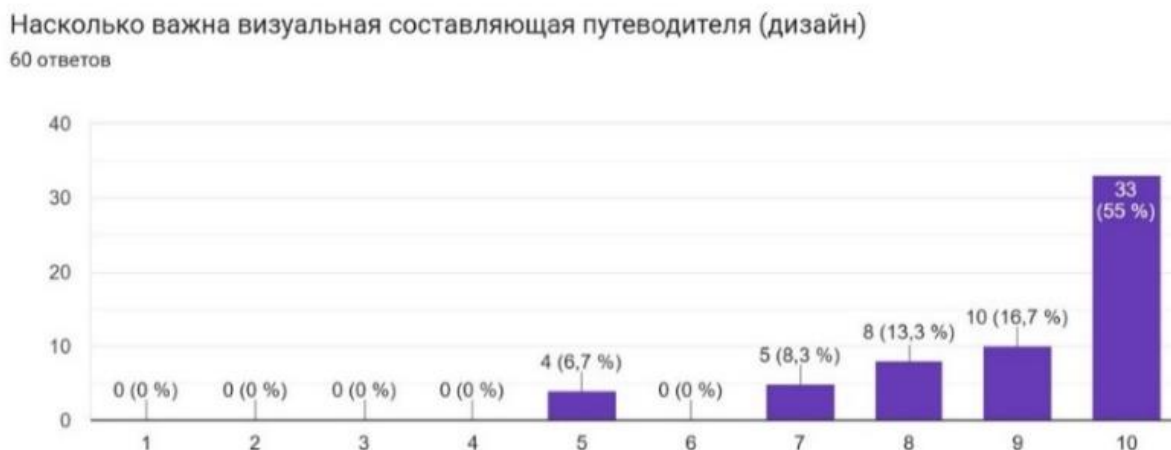


Рис. 3. Вопрос о важности визуальной составляющей

Fig. 3. The question of the importance of the visual component

Важность интерактивной составляющей также была оценена высоко, поэтому есть необходимость использования подобных элементов в путеводителе (рис. 4).

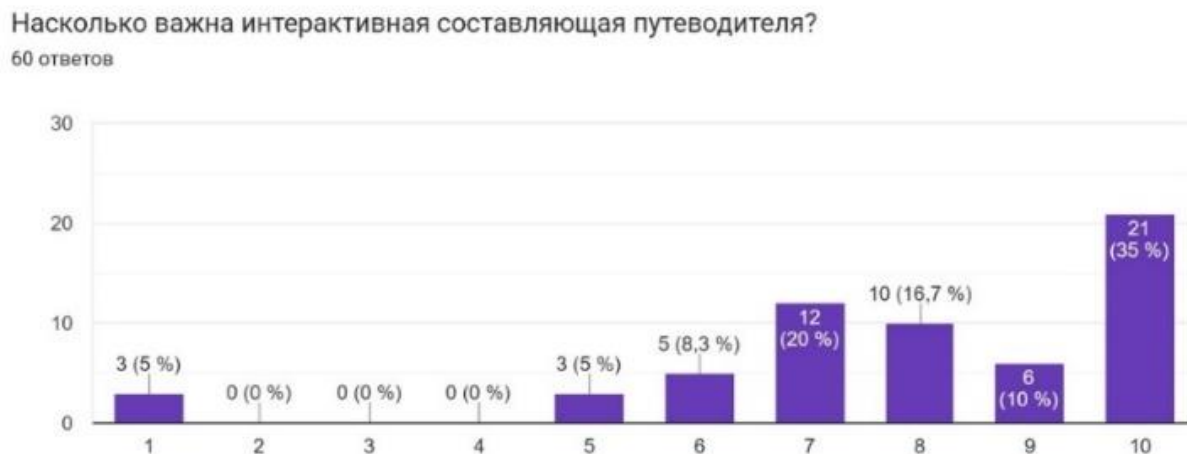


Рис. 4. Вопрос о важности интерактивной составляющей

Fig. 4. The question of the importance of the interactive component

Наиболее желаемыми вариантами интерактивных возможностей стали: дополнительная текстовая информация, аудиогид, дополненная реальность (рис. 5).

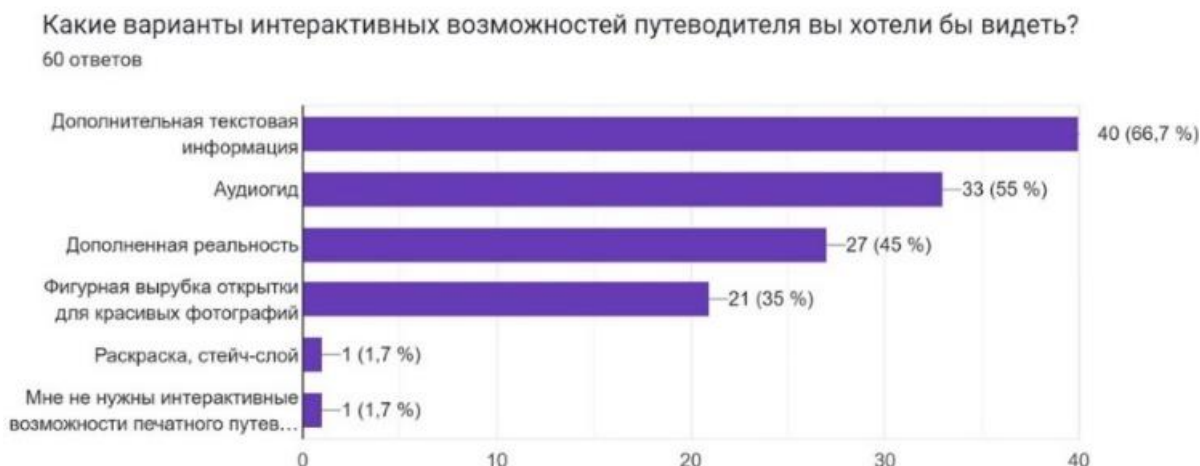


Рис. 5. Вопрос об интерактивных возможностях путеводителя

Fig. 5. Question about the interactive features of the guidebook

Также большинство респондентов ответили, что готовы приобрести путеводитель в формате открыток, что говорит об интересе к данному продукту.

По результатам опроса видно, что потенциальный продукт получил высокие отзывы по своей уникальности, свойствам и интерактивным возможностям. Потребители готовы приобрести новый по формату продукт, так как он достаточно оригинален и удобен в использовании.

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости разработки полноценного функционального путеводителя в формате набора открыток, включающего в себя различные возможности интерактивных элементов.

Список литературы

1. Внутренний туризм: как меняются взгляды россиян на поездки по стране // Сайт интернет-журнала «Деловой мир». URL: <https://delovoymir.biz/vnutrenniy-turizm-kak-menyayutsya-vzglyady-rossiyan-na-poezdki-po-strane.html> (дата обращения: 27.02.2023).
2. Проектирование путеводителя в формате открыток // Опрос на платформе Google формы. URL: <https://docs.google.com/forms/d/1pZ5v9YQOVlxe275DOv9KS63NbJZx61Zs6MZbIqr4DEw/edit> (дата обращения: 27.02.2023).

УДК 620.92:624.139
ББК 26.361.7

**Е.Ю. Локтионов^{1,2}, Е.С. Шараторова^{2,3},
А.В. Клоков^{1,2}, А.С. Тутунин²**

¹ ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Россия;

² ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
г. Москва, Россия;

³ Федеральная политехническая школа (EPFL)
г. Лозанна, Швейцария

АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ¹

Ключевые слова: термостабилизация грунтов, тепловые насосы, солнечные батареи, грунтовые зонды.

**E.Yu. Loktionov^{1,2}, E.S. Sharatorova^{2,3},
A.V. Klokov^{1,2}, A.S. Tutunin²**

¹ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Arkhangelsk, Russia;

² Bauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia;

³ Ecole Polytechnique Federale de Lausanne
Lausanne, Switzerland

ACTIVE SYSTEMS FOR PERMAFROST THERMAL STABILISATION USING RENEWABLE ENERGY

Key words: soil thermal stabilization, heat pumps, solar panels, ground probes.

Различные сценарии изменения климата предполагают достаточно значительный разброс температур. Эффект арктического усиления может сделать этот разброс еще больше. При строительстве новых и реконструкции объектов в криолитозоне необходимо принимать во внимание изменение климата как минимум в 30-летней перспективе при разработке мер по термостабилизации грунтов в основании зданий и сооружений.

¹ Работа выполнена при поддержке РНФ и Архангельской области (грант №22-19-20026). Авторы благодарят ООО НТЦ Симмэйкерс за предоставление бесплатной академической лицензии на программный комплекс для геотехнических расчетов Frost 3D.

В настоящее время известно множество примеров того, как работающие на нерасчетных вследствие глобального потепления режимах системы термостабилизации перестают справляться со своей задачей. Низкое качество изысканий, проектирования и выполнения строительно-монтажных работ только усугубляет проблемы с термостабилизацией, расчет которой ведется чаще всего без учета уже очевидных климатических изменений, не отраженных в строительных нормах.

Пассивные системы, использующие теплоизоляцию поверхности или солнцезащитные козырьки, при наличии положительного тренда температуры воздуха не смогут предотвратить возникновение такого же тренда температуры грунта в долгосрочной перспективе. Наиболее распространенные сейчас СОУ для компенсации возрастающей тепловой нагрузки необходимо устанавливать в большем количестве, что на начальном этапе может привести к избыточному пучению грунта. Все чаще на аварийных и особо опасных объектах начинают использовать холодильные машины, затраты на эксплуатацию которых все равно меньше возможного ущерба, как наглядно показала катастрофа в Норильске 29 мая 2020 г.

Основной вклад в растепление грунтов вносит солнечное излучение. Как напрямую поглощаемое поверхностью, так и при теплопередаче конвекцией от нагреваемого им же воздуха. При этом солнечная энергия могла бы быть использована для холодильных машин, охлаждающих грунт [3]. Она также может быть использована для привода механизма сезонного перемещения теплоизоляции [2]. Известны опасения относительно использования солнечной энергетики вообще и в Арктике в частности: полярная ночь, низкая инсоляция на горизонтальной поверхности, нестабильность генерации, суровые климатические условия. Такой системе не надо работать полярной ночью, поскольку достаточно естественного холода. На почти вертикальную поверхность инсоляция в теплое время года, когда и нужна энергия, значительная, заодно такое расположение позволяет эффективно использовать двухсторонние солнечные панели. Грунт является огромным и бесплатным накопителем энергии, сглаживающим любую нестабильность генерации. В суровых климатических условиях Тазовского п-ова на ок. 100 объектах управления телемеханикой скважин ООО Газпром добыча Ямбург с 2005 г. не было ни одного отказа солнечных батарей!

С использованием программного комплекса для моделирования теплового состояния грунтов Frost 3D провели расчеты эффекта предлагаемой системы при охлаждении грунта горизонтальными зондами мелкого залегания (создание запирающего проникновение тепла вглубь слоя) на примере автозимников (принципиально, их можно сделать таким образом круглогодичными – рис. 1а); вертикальными зондами на всю глубину многолетнемерзлых пород для предотвращения слияния ореолов протаивания между нефте-газодобывающими скважинами (можно уменьшить расстояние между ними хоть до 5 м – рис. 1в [1]); мерзлотников (ледников) при охлаждении

воздуха внутри них (заодно способствует лучшей сохранности продуктов – рис. 1б); комбинированных грунтовых зондов для термостабилизации береговых обрывов (рис. 1г). Была также проведена экспериментальная проверка предлагаемого подхода [4] не только с точки зрения термостабилизации грунта, но и утилизации отводимого из него тепла (в Архангельской области получен удвоенный урожай огурцов и помидоров).

Применимость предлагаемого способа показана для всей криолитозоны. Стоимость его реализации сопоставима с существующими способами, но в отличие от них, возможна окупаемость за счет реализации электрической и тепловой энергии.

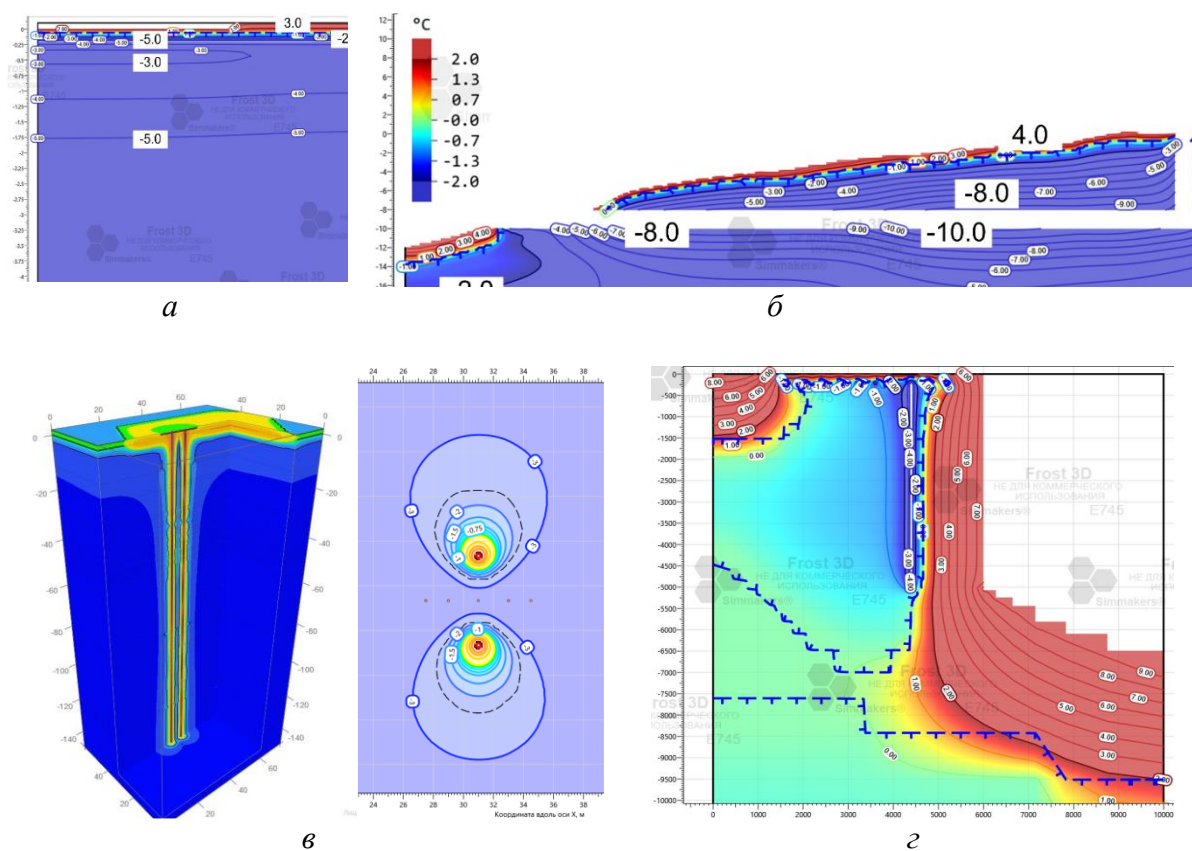


Рис. 1. Примеры реализации предлагаемого способа термостабилизации для: а – автозимника, б – мерзлотника, в – грунта между эксплуатационными скважинами, г – берегового обрыва

Fig. 1. Examples of the implementation of the proposed method of thermal stabilization for: a – autozymnic, b – permafrost, c – soil between production wells, d – coastal cliff

Список литературы

1. Локтионов Е.Ю. Способ предотвращения слияния ореолов протаивания вокруг скважин в многолетнемерзлых породах // Патент РФ № 2 789 556 – 2022 – приоритет от 28.07.2022.

2. Шараторова Е.С., Локтионов Е.Ю. Способ термостабилизации грунта за счет круглогодичного регулирования теплопередачи // Патент РФ № 2 779 706 – 2022 – приоритет от 14.03.2022.
3. Loktionov E.Y., Sharaborova E.S., Shepitko T.V. A Sustainable Concept for Permafrost Thermal Stabilization // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2022. Vol. 52. P. 102003.
4. Sharaborova E.S., Shepitko T.V., Loktionov E.Y. Experimental Proof of a Solar-Powered Heat Pump System for Soil Thermal Stabilization // Energies. 2022. Vol. 15, № 6. P. 2118.

УДК 620.92
ББК 31.28+31.6

**Е.Ю. Локтионов^{1,2}, А.В. Клоков^{1,2},
А.С. Тутунин², Е.С. Шараборова^{2,3}**

¹ ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Россия;

² ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
г. Москва, Россия;

³ Федеральная политехническая школа (EPFL)
г. Лозанна, Швейцария

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОНОМНЫХ ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Ключевые слова: автономные энергосистемы, нетрадиционные источники энергии, солнечная энергетика, ветроэнергетика.

**E.Yu. Loktionov^{1,2}, A.V. Klovov^{1,2},
A.S. Tutunin², E.S. Sharaborova^{2,3}**

¹ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Arkhangelsk, Russia;

² Bauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia;

³ Ecole Polytechnique Federale de Lausanne
Lausanne, Switzerland

APPROACHES FOR DESIGN OF OFF-GRID HYBRID ENERGY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES TO PROVIDE THE MAXIMUM ECONOMIC EFFECT

Key words: stand-alone energy systems, alternative energy sources, solar energy, wind energy.

Автономные гибридные (состоящие из нескольких источников энергии) энергетические системы для энергоизолированных районов необходимо проектировать, исходя из экономических параметров. Зачастую, под гибридными энергосистемами подразумевают системы, включающие в себя возобновляемые источники энергии (ВИЭ), аккумуляторные батареи (АБ) и дизель-генераторные установки (ДГУ). ДГУ и АБ решают проблему с нестабильностью генерации ВИЭ и способствуют снижению стоимости вырабатываемой энергии, несмотря на техническое усложнение подобных

систем с традиционными ДГУ. В данном докладе представлены подходы к оценке экономических и энергетических параметров представленных систем.

При проектировании энергосистем на основе ВИЭ, с целью достижения максимального экономического эффекта, оказывается трудно определить оптимальный уровень установленной мощности. И при классическом подходе к оценке экономических показателей таких проектов подразумевается, что недоиспользованная установленная мощность ВИЭ является убытком. Однако в действительности она несет за собой не убытки, а увеличение стоимости энергии. Примечательно, что при этом использование энергии (генерируемой ВИЭ) с повышенной стоимостью в любом случае может оставаться более оправданным, чем энергии из АБ или от ДГУ. Этот факт хорошо описывается используемым в зарубежной литературе термином «скрытый накопитель». Яркой иллюстрацией разницы в подходах является то, что при анализе энергосистемы с учетом представленного термина, коэффициенты замещения дизельного топлива находятся на уровне 60% для солнечных батарей и 80% для ветрогенераторов, а без учета – 25% и 40%, соответственно.

Для точной оценки стоимости энергии, генерируемой ВИЭ и получаемой из накопителей энергии, входящих в гибридную систему, важно знать графики выработки и потребления с высоким временным разрешением (не хуже 1 часа) [1]. Тем не менее традиционный метод проектирования энергосистем с ВИЭ основан на использовании осредненных климатических данных при анализе вырабатываемой мощности. Стоит отметить, что в случае проектировании сетевых генерирующих станций на основе ВИЭ, когда необходимо предугадать среднюю выработку энергии на годы вперед, использование многолетних осредненных климатических данных дает наиболее надежные результаты. Однако данный подход неприменим при анализе работоспособности автономных энергосистем: климатические данные исключают минимальную или нулевую выработку, в отличие от реальных условий при неблагоприятной погоде.

Использование осредненных данных делает невозможным анализ вклада накопителей энергии в работу автономной системы в целом, что значительно усложняет оценку экономического эффекта от их использования и заставляет прибегать к внедрению ДГУ в систему. Также на стоимость энергии из АБ значительное влияние оказывает их фактический срок службы, который зависит от режимов циклирования процессов заряда/разряда. В свою очередь, климатические данные не допускают проведения детального анализа циклирования АБ на расчетном промежутке времени. Данные проблемы призван решить учет метеорологических данных высокого временного разрешения, которые позволяют моделировать действительные режимы работы автономных гибридных энергосистем.

В случае, если окончательный потребитель обладает высоким уровнем энергетической инерции, то проблема нестабильности генерации ВИЭ

может считаться решенной. Классическим примером подобной системы может являться система термостабилизации грунтов [2]. Следовательно, в некоторых случаях оказывается возможным полный отказ от использования резервной ДГУ и накопителей энергии в системе в явном виде. Подобное решение несет в себе не только очевидные экономические преимущества, но и технические в виде упрощения конфигурации гибридной системы. Особое значение в таких системах принимает использование адаптивных нагрузок, мощность которых может быть увеличена в часы с высокой выработкой дешевой энергии и уменьшена, когда стоимость энергии повышается. Таким образом, организуется нетривиальный режим работы автономной системы, в котором нагрузка следует за нестабильной выработкой энергии от ВИЭ. Представленный принцип регулирования также может быть эффективно использован для снижения стоимости и повышения качества энергоснабжения нагрузки пороговой мощности.

Иным подходом к проектированию автономных систем с нагрузкой пороговой мощности является принцип снижения пороговой мощности путем использования нескольких потребителей меньшей мощности (агрегатов) взамен одного. Данный подход называется методом агрегатирования. Распределение нагрузки по агрегатам на этапе проектирования способствует снижению установленной мощности ВИЭ, при сохранении требуемого качества работы потребителя энергии и уменьшению стоимости генерации. Надежность системы потребителя энергии также значительно повышается за счет увеличения количества потребляющих энергию агрегатов. Критерий надежности является ключевым при проектировании автономных систем.

Системный подход к анализу стоимости энергии от различных источников при различных конфигурациях автономных гибридных энергосистем позволяет значительно улучшить экономические показатели по сравнению с традиционным подходом. Проектный учет данных высокого временного разрешения о вырабатываемой энергии и ее стоимости, а также использование адаптивной нагрузки способствуют увеличению надежности автономных гибридных энергосистем и уменьшению стоимости генерации ВИЭ.

Список литературы

1. Klokov A. and Loktionov E. Temporal resolution of input weather data strongly affects an off-grid PV system layout and reliability // *Solar*. 2023. Vol. 3. Pp. 49–61. Doi: doi.org/10.3390/solar301000.
2. Loktionov E., Sharaborova E. and Shepitko T. A sustainable concept for permafrost thermal stabilization // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022. Vol. 52. P. 102003, 2022, Doi: <https://doi.org/10.1016/J.SETA.2022.102003>.

УДК 004.94:614.8
ББК 26.191

В.В. Лямин, О.И. Ляш, И.М. Лазарева
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ¹

Ключевые слова: геоинформационная система, пространственные данные, модульный подход, моделирование чрезвычайных ситуаций.

V.V. Lyamin, O.I. Lyash, I.M. Lazareva
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

DEVELOPMENT OF A MODULAR GEOINFORMATION SYSTEM FOR DISPLAYING THE RESULTS OF MODELING EMERGENCY SITUATIONS

Key words: geographic information system, spatial data, modular approach, modeling of emergency situations.

На сегодняшний день всё большую роль приобретают пространственные данные, то есть данные, содержащие помимо атрибутивной информации, информацию о географическом местоположении и форме объекта, а также различные информационные системы, позволяющие обрабатывать и предоставлять такие данные заинтересованным пользователям [1]. Одной из важнейших и перспективных сфер применения алгоритмов обработки пространственных данных является моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций.

В большинстве случаев специалисты, реализующие алгоритмы обработки пространственных данных, не являются достаточно компетентными в сфере создания информационных систем. Поэтому встает проблема предоставления конечным пользователям интерфейса для работы с данными алгоритмами.

Существующие решения либо предлагают слишком высокий уровень абстракции [3], либо, наоборот, требуют погружения в специфику веб-ГИС и существующих протоколов [4].

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

В данной работе рассматривается разработка модульной ГИС с использованием веб-фреймворка Django [2], целью которой является упрощение публикации алгоритмов обработки геоинформационных данных.

Для данной ГИС в целом и для устанавливаемых модулей были определены следующие функциональные требования.

Модуль должен позволять:

- определять список слоев на карте для отображения;
- задавать схему хранимых данных, как пространственных, так и обычных;
- определить алгоритмы обработки данных и необходимые данные для их выполнения;
- запланировать периодическое выполнение действий.

В свою очередь, ГИС система должна:

- позволять разработчикам модуля через веб-интерфейс устанавливать, просматривать и удалять собственные модули;
- отображать интерактивную карту, на которой можно:
 - выбрать используемый модуль;
 - просмотреть пространственные данные на каждом из слоев в виде наложения на основную карту;
 - делать различные выборки этих данных, выполнять предоставляемые модулем команды.

Текущими результатами работы является создание главного приложения `geoportal_core`, которое позволяет устанавливать модули, а также предоставляет REST API для взаимодействия с ними.

`Geoportal_core` определяет следующие модели данных:

- `GISModule` – информация о модулях;
- `Area` – именованная прямоугольная область на карте, предназначена для указания мест на карте, с которыми работает данный модуль. В клиентском веб-приложении при выборе области из списка будет реализован переход к ней на карте;
- `Layer` – слой с векторными или растровыми данными. В случае растровых данных, их модель задается в устанавливаемом модуле его разработчиком. Для растровых данных используется модель `RasterFeature`. В ней хранится путь к файлу формата GeoTIFF.

Также был разработан шаблон устанавливаемого модуля. Разработчик модуля должен определить модели для хранимых векторных геопространственных данных. Кроме этого, он может задать различные команды, или алгоритмы, которые будут доступны для запуска через REST API. Результатом выполнения команды является структура данных, определенная в общем модуле `common`. Она содержит три поля: список измененных слоев в результате выполнения команды, список новых геопространственных объектов и словарь с произвольной информацией. Для создания команды необ-

ходимо определить сериализатор, отвечающий за валидацию данных, передающихся в запросе на выполнение команды, а также сам алгоритм обработки этих данных.

Разработчик модуля должен создать конфигурацию для его установки. В конфигурации он указывает список команд, а также схему данных: список областей, слоев, для векторных слоев – связанную с ним модель данных. После этого модуль может быть установлен.

Построенная серверная часть геопортала позволяет подключать и использовать возможности программных модулей, решающих задачи мониторинга возникновения различных чрезвычайных ситуаций, а также прогноза возможного ущерба их последствий.

Список литературы

1. Шокин Ю.И., Потапов В.П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // ЖВТ. 2015. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-segodnya-sostoyanie-perspektivy-resheniya> (дата обращения: 01.03.2023).
2. Документация Django. URL: <https://docs.djangoproject.com/en/4.1/> (дата обращения: 01.12.2022).
3. Документация GeoNode. URL: <https://docs.geonode.org/en/master/> (дата обращения: 26.11.2022).
4. Документация PyWPS: URL: <https://pywps.org/> (дата обращения: 20.02.2023).

УДК 574.632
ББК 28.082.05-67

С.В. Малавенда, А.А. Шавыкин
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

МЕТОД ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ МОРСКИХ ДОННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ОТ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Ключевые слова: водоросли, фукус, ламинария, картирование, устойчивость.

S.V. Malavenda, A.A. Shavykin
Murmansk Marine Biological Institute Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

METHOD FOR ASSESSING THE VULNERABILITY OF MARINE BOTTOM PHYTOCENOSES FROM OIL SPILLS

Key words: algae, fucus, kelp, mapping, stability.

В районах нефтедобычи и нефтеперевалки проводятся работы по оценке воздействия на экосистемы как штатной работы хозяйственных объектов, так и аварийных ситуаций. Разработана и внедрена система требований к подобного рода изысканиям, и она успешно работает [6]. Однако, новые данные о нефтеокисляющих бактериях и их симбиозе с макроводорослями, вынуждает предположить о недооценки роли фитоценозов в устойчивости прибрежных экосистем. Экспериментально показана способность макроводорослей и обитающих на их поверхности бактерий активно снижать концентрацию нефтепродуктов в морской воде. Заросли крупных водорослей кроме того существенно изменяют условия обитания для беспозвоночных, создавая под своим пологом более благоприятные условия, удерживая влагу во время отлива, снижая воздействие прибоя и увеличивая турбулентность, обогащая воду кислородом в своем ближайшем жизненном пространстве. С учетом роли макрофитобентоса как важнейшего поставщика органики в прибрежные экосистемы, важность оценки динамики биомассы макрофитобентоса становится неоспоримой. О необходимости составления карт растительности при оценке уязвимости экосистем к разливам нефти указано в ряде нормативных документов, но низкая разработанность методики тормозит проведение подобных работ. Для решения проблемы был предложен ряд простых в использовании формул расчета уязвимости фитобентоса в морских прибрежных экосистемах.

Предлагаемый нами подход к оценке уязвимости донных фитоценозов к разливам нефти и нефтепродуктов был разработан с учетом имеющихся предложений и обширного, хотя и далеко не исчерпывающего экспериментального изучения устойчивости водорослей к нефтепродуктам и сырой нефти. За основу оценивания предлагаем брать четыре составляющих: карты сообществ донных водорослей, карты грунтов, данные о биомассе водорослей и их запасах, данные по устойчивости к нефти и нефтепродуктам отдельных видов. По этим данным оцениваются чувствительности (S) к нефти и нефтепродуктам, восстанавливаемости популяции вида (R), и потенциальное воздействие (E) разлива на вид.

Сведения по устойчивости водорослей или по токсичности нефти и продуктов ее переработки были взяты из литературных источников. В большинстве работ в экспериментах проверяли токсичность эмульсии нефти, реже – воздействие пленки, возможность развития адаптации у взрослого растения, дополнительные (не физиологические) механизмы защиты, снижение фотосинтеза и нарушение развития при концентрации эмульсии нефти или нефтепродуктов более 5–10 ppm. В опытах с эмульсией нефти было определено, что у прорастающих зигот и гамет чувствительность гораздо выше, чем у взрослых талломов [1; 7; 9]. Но недавно было показано, что нефтеокисляющие бактерии могут увеличивать устойчивость водорослей к нефтепродуктам [2].

Оценку восстанавливаемости популяций производили на основании имеющихся сведений по биологии видов на Мурманском побережье. Были предложены критерии оценки восстанавливаемости популяции: а) плотность популяции вида (его биомассу и встречаемость в заливе); б) репродуктивные возможности вида (число генераций за год, обычно за лето, длительность жизни) и в) встречаемость в пионерных сообществах. Высокая плотность популяции видов и широкое его распространение обеспечит более быстрое заселение пострадавшего участка берега, а редкие виды могут быть полностью уничтожены на обширной территории после разлива. Предполагаем, что многолетние виды скорее восстанавливаются, поскольку взрослые растения могут пережить наиболее неблагоприятный период и приступить к размножению на следующий год. Экспериментально скорость восстановления зарослей была определена для фукусовых сообществ литорали Мурманского берега и составила 4 года [3].

Уязвимость к нефтяному загрязнению видов-доминантов на конкретных участках берега предложено рассчитывать по формуле:

$$V_g = (E \times S) / R.$$

Для оценки уязвимости к нефтяному загрязнению фитоценозов в целом предложено учитывать биомассу макрофитов ($\text{кг}/\text{м}^2$), видовую насыщенность в фитоценозе (число видов/ м^2) и уязвимость видов-доминантов.

Методика была апробирована для Кольского залива Баренцева моря [8; 4; 5]. По результатам исследований, проведенных в ходе специального научного рейса были подготовлены карты сообществ водорослей, распределения биомассы и рассчитана уязвимость литоральных и сублиторальных фитоценозов.

Список литературы

1. Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г., Быков О.Д., Маслова Т.Г., Шерстнева О.А., Усов А.И. Об устойчивости морских макрофитов к нефтяному загрязнению // ДАН. 2004. Т. 397. № 6. С. 842–844.
2. Воскобойников Г.М., Пуговкин Д.В. О возможной роли *Fucusvesiculosus* в очистке прибрежных акваторий от нефтяного загрязнения // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15. № 4. С. 716–721.
3. Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М. Восстановление зарослей фукусовых водорослей на литорали Баренцева моря // Труды ВНИРО. 2007. Т. 147. С. 376–380.
4. Малавенда С.В., Шавыкин А.А., Ващенко П.С. Биомасса макрофитобентоса и районы его наибольшей уязвимости от разливов нефти в Кольском заливе // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 12. С. 5–12.
5. Малавенда С.В., Шавыкин А.А., Ващенко П.С. Оценка видового разнообразия макрофитобентоса для карт уязвимости Кольского залива от разливов нефти // Защита окруж. среды в нефтегазовом комплексе. 2017. № 1. С. 7–14.
6. Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. М.: Изд. ВНИРО, 2008. 508 с.
7. Степаньян О.В., Воскобойников Г.М. Влияние нефти и нефтепродуктов на морфофункциональные особенности морских макроводорослей // Биология моря. 2006. Т. 32. № 4. С. 241–248.
8. Шавыкин А.А., Малавенда С.В. Уязвимость макрофитобентоса Кольского залива от разливов нефти // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 10. С. 12–18.
9. Steele R.L. Sensitivity of some brown algal reproductive stages to oil pollution // J. Phycol. 1977. Vol. 13, № 2. P. 776–780.

УДК 004.94:614.84

ББК 43.488

Д.М. Мальков^{1,2}, Д.В. Казаков¹, А.И. Карпов¹

¹ *Физико-математический институт*

ФГБУН Федерального исследовательского центра

«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»;

² *ГБУ РК «Территориальный фонд информации Республики Коми»*

г. Сыктывкар, Россия

РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА В УСЛОВИЯХ ТАКСАЦИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

Ключевые слова: программное обеспечение, лесные пожары моделирование лесных пожаров, прогнозирование последствий лесных пожаров.

D.M. Malkov^{1,2}, D.V. Kazakov¹, A.I. Karpov¹

¹ *Institute of Physics and Mathematics of Komi Scientific Center*

Ural Branch Russian Academy of Science;

² *Territorial Information Repository of the Komi Republic*

Syktывkar, Russia

DEVELOPMENT OF A FOREST FIRE PROPAGATION MODEL IN THE CONDITIONS OF TAXATION OF THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION

Key words: software, forest fires, forest fire modeling, forecasting the aftermath of forest fires.

На сегодняшний день в мире существует несколько программно-аналитических комплексов для прогнозирования лесных пожаров и проектирования противопожарных мероприятий. Используемые в них аналитические, экспериментально-аналитические и экспериментально-статистические модели разрабатывались с учетом природно-климатических и лесорастительных условий США, Канады, Австралии, а потому плохо адаптированы к описанию динамики лесных пожаров на территории Российской Федерации.

Основная цель работы заключается в совершенствовании и уточнении эмпирических параметров существующих физических моделей и математических алгоритмов, заложенных в отечественные и зарубежные методики, с учётом лесорастительных условий на территории Российской Федерации и, в частности, Республики Коми.

На основе модели Ротермела низового пожара [3] и существующей методики прогноза развития пожаров ВНИИ ГОЧС «Методика оценки последствий лесных пожаров» [2] предложена модель прогноза распространения огня и дыма. В рамках данной модели, сравнением результатов численного моделирования распространения кромки огня с данными о пожарах,

произошедших на территории Республики Коми, выполнена адаптация лесотаксационных характеристик растительности, выступающей в качестве топлива. Полученная модель прогноза распространения огня и дыма интегрирована в клиент-серверную геоинформационную систему [1].

Разработанный комплекс выполняет в режиме реального времени прогноз поражения населённых пунктов и промышленных объектов огнём и продуктами горения, информирует о количестве населения в зоне опасности, рассчитывает область распространения токсичных выбросов в атмосфере таких, как угарный и углекислый газ, оксид азота, озон и ультрадисперсные частицы, а также оценивает ущерб лесным насаждениям, выраженный в объеме пораженного древостоя и денежном эквиваленте.

Список литературы

1. Мальков Д.М. Программа для математического моделирования прогноза распространения лесного пожара. URL: [https://itarctica.ru/sites/default/files/magazine-file-2020-08/00_номер с обложкой.pdf](https://itarctica.ru/sites/default/files/magazine-file-2020-08/00_номер%20с%20обложкой.pdf).
2. Нехорошев С.И., Рыжиков В.С., Рощина В.В., Шевченко А. С. Методика оценки последствий лесных пожаров // ВНИИ ГОЧС: [сайт]. URL: <https://standartgost14293767469?ysclid=lguh3fp7yv688237629>.
3. Финни М.А. FARSITE Симулятор Территории Пожара. Развитие модели и оценка. URL: https://www.fs.usda.gov/rm/pubs/rmrs_rp004.pdf.

УДК 666.76:699.812.2
ББК 30.371

Н.К. Манакова, О.В. Суворова, С.В. Бастрыгина
*Институт химии и технологии редких элементов
и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение
ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия*

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, ОГНЕ- И ЖАРОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: кремнезёмсодержащее сырьё, неорганические теплоизоляционные материалы, огнезащитные вермикулитсодержащие материалы.

N.K. Manakova, O.V. Suvorova, S.V. Bastrygina
*Tananaev Institute of Chemistry –
Subdivision of the Federal Research Centre
“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”
Apatity, Russia*

HEAT-INSULATING, FIRE- AND HEAT-RESISTANT MATERIALS FROM MINERAL AND MAN-MADE RAW MATERIALS OF THE MURMANSK REGION

Key words: silica-containing raw materials, inorganic thermal insulation materials, fire retardant vermiculite-containing materials.

Создание эффективных огнезащитных изделий и неорганических теплоизоляционных материалов (пеностекло, стекловидных вспененных материалов и др.) с целью перенаправления строительной отрасли на замену горючих утеплителей является актуальной задачей современных исследователей.

С использованием стеклоотходов и мелкодисперсной, наиболее экологически опасной части хвостов обогащения апатито-нефелиновых руд порошковым методом получен пеностеклокристаллический материал.

Состав шихты подбирался с учётом того, что при температурах не превышающих 900 ± 5 °С происходит её полное плавление, а вязкость силикатного расплава достаточна для препятствия коалесценции газовых пузырей и их прорыву.

Синтезированный материал обладает высокой огнестойкостью, долговечностью, имеет относительно высокую прочность (1,3–1,9 МПа) и низкую величину водопоглощения (1,75–2,95%). Это обеспечивает стабильность коэффициента теплопроводности (0,07–0,13 Вт/м·К) и в сухих, и во влажных условиях эксплуатации.

Предложен теоретический и экспериментальный подход к процессу низкотемпературного синтеза пеносиликатов из аморфного микрокремнезёма и щелочного компонента.

На основе кремнезёмистых побочных продуктов переработки нефелинового концентрата и эвдиалитовых руд с добавлением минеральных и техногенных наполнителей (нефелиновые отходы, доломит, сунгулит) и модифицирующих добавок (мел, гипс) синтезированы блочные пористые материалы теплоизоляционного назначения, устойчивые к перепадам температур, биологически и химически стойкие.

Технические свойства разработанных материалов: плотность 0,35–0,52 г/см³, теплопроводность 0,058–0,062 Вт/м·К, прочность 1,9–3,10 МПа. Введение модифицирующих добавок в состав шихты позволяет синтезировать образцы с закрыто-ячеистой пористостью (рис. 1), чем можно объяснить достижение пониженного значения водопоглощения 10–12%.

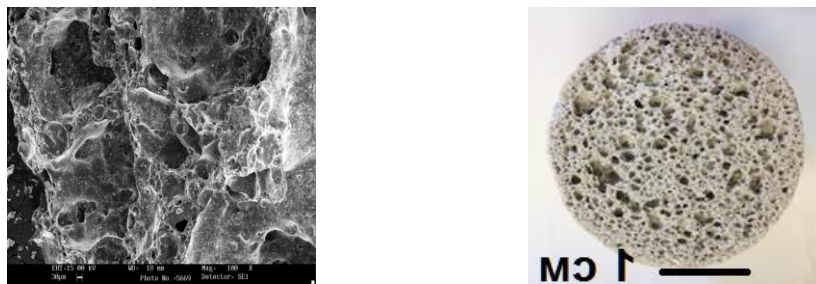


Рис. 1. Микро- и макроструктура блочного пеносиликата
Fig. 1. Micro- and macrostructure of block foam silicate

На основе кремнезёмистого продукта из нефелинового концентрата синтезирован гранулированный пеноматериал, соответствующий нормативным требованиям, предъявляемым к теплоизоляционным материалам (рис. 2).



Рис. 2. Гранулированный пеносиликат и его структура
Fig. 2. Granular foam silicate and its structure

Техническая характеристика гранулята: коэффициент теплопроводности 0,075–0,100 Вт/м·К, прочность при сдавливании в цилиндре 1,3–2,7 МПа, средняя плотность 0,21–0,30 г/см³, насыпная плотность 0,15–0,24 г/см³, водопоглощение 5–8%.

Разработанные энергоэффективные пеностекольные, пеносиликатные материалы, отличающиеся полным отсутствием органики в составе, обладают классом горючести «НГ» (негорючий) и при продолжительном воздействии высокой температуры не выделяют токсичных элементов. Их можно рекомендовать для использования в качестве облицовочных и сыпучих теплоизоляционных материалов как при строительстве, так и при реконструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Одной из причин пожаров, приводящих к огромным материальным потерям и человеческим жертвам, является возгорание электрических кабелей, по которым пламя может достаточно быстро распространиться из одного помещения в другие. Для предотвращения распространения пламени по кабельным коммуникациям в Отделе технологии силикатных материалов ИХТРЕМС КНЦ РАН разработана огнезащитная вермикулитсодержащая подушка (ПОВ-4), обеспечивающая самоуплотнение заделки за счёт использования вспучивающегося под действием высокой температуры вермикулитового концентрата (рис. 3). Наружный чехол подушек выполнен из кремнезёмной ткани типа КТ, которая не разрушается при действии температуры «стандартного пожара». Все заполняющие подушки материалы негорючи, отсутствуют органические вещества. При пожаре сохраняется целостность наружного чехла, что позволяет отказаться от использования органических веществ для связывания сыпучих составляющих подушек. Также отпадает необходимость в дополнительном нанесении огнезащитных составов на поверхность заделки.



Рис. 3. Огнезащитная вермикулитсодержащая подушка

Fig. 3. Flame-retardant vermiculite-containing pillow

Предел огнестойкости заделки как основная характеристика противопожарных подушек определялся на специально изготовленной модельной установке по режиму, предусмотренному методикой ВНИИ противопожарной обороны. Стендовые испытания во ВНИИПО заделок из разработанных вермикулитсодержащих подушек подтвердили высокую эффективность их применения: предел огнестойкости не менее 1,5 ч. Разработка защищена патентом РФ № 2037022.

Другим важным направлением предотвращения распространения огня по кабельным проходкам через строительные конструкции является

разработка противопожарных вермикулитсодержащих смесей, из которых возможно устройство монолитной изоляции кабельных проходок и противопожарных поясов, а также изготовление формованных унифицированных изделий по бетонной технологии (рис. 4).



Рис. 4. Вермикулитсодержащие формованные изделия

Fig. 4. Vermiculite-containing molded products

Для получения смесей в качестве заполнителя использовали вспученный вермикулит фракции менее 1,2 мм, в качестве вяжущего – портландцемент. Тугоплавкой добавкой может служить золошлаковая смесь Апатитской ТЭЦ.

Испытания образцов-блочков размером 300×170×90 мм из вермикулитсодержащих растворов с находящимся внутри отрезком кабеля на модельной установке показали возможность получения формованных изделий, обеспечивающих трёхчасовой предел огнестойкости заделки. Введение в практику разработанных вермикулитсодержащих подушек, смесей и формованных изделий позволило бы повысить качество и надежность выполнения заделок кабельных проходок.

УДК 504.056:551.462.32(985)

ББК 33.361.44+39.491.6

С.В. Маценко¹, Я.Ю. Блиновская²

¹ АО «Южный морской научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
имени Адмирала Флота Советского Союза И.С. Исакова»
г. Новороссийск, Россия;

² ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
г. Владивосток, Россия

ОРГАНИЗАЦИОННО-АДМИНИСТРАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ

Ключевые слова: планирование мероприятий по ликвидации разливов нефти, арктический шельф, показатели эффективности.

S.V. Matsenko¹, Ya.Yu. Blinovskaya²

¹ Southern Research and Design Institute of Marine Sea Fleet
Novorossiysk, Russia;

² Far Eastern Federal University
Vladivostok, Russia

ORGANIZATIONAL, ADMINISTRATIVE AND TECHNICAL EFFICIENCY INDICATORS FOR OIL SPILL RESPONSE ACTIVITIES PLANNING ON THE ARCTIC SHELF

Key words: oil spill response planning, arctic shelf, efficiency indicators.

Освоение арктического шельфа является одним из важных направлений развития российской экономики. Ежегодно отмечается все более оживленное судоходство по Северному морскому пути. Планируется развитие производства по добыче полезных ископаемых, в частности нефти. Ведется активная рыбопромысловая деятельность. Все это обуславливает высокую степень риска разливов нефти и нефтепродуктов. В этой связи актуальной становится задача обеспечения готовности к чрезвычайным ситуациям и разработка превентивных мер по обеспечению безопасности. Основная задача мероприятий по планированию ликвидации разливов нефти заключается в разработке алгоритмов реагирования. Опыт показывает, что используемые критерии недостаточны для оценки эффективности управленческих мер и решений [2]. Для получения оптимального результата необходимо формирование серии сценариев проведения операций, учитывающего экологические, экономические и технологические аспекты для основных типов

условий зоны риска, что требует разработки системы оценки, включающей не только существующие критерии, но и порядок расчета, сравнения и сопоставления полученных результатов.

В качестве оценочного показателя устанавливается соотношение между достигнутыми показателями ликвидационных мероприятий и максимально достижимыми, установленными, исходя из имеющихся возможностей и ресурсов.

Административные показатели включают работу координационного центра ЛРН и структурного подразделения предприятия, ответственного за безопасность на производстве, выполняющего функции постоянно действующего органа в соответствии с требованиями системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Организационные показатели определяют порядок взаимодействия всех участников ликвидационных работ. Среди наиболее значимых административных мероприятий выделяются мониторинг возможности возникновения аварийной ситуации, соответствие плана предупреждения и ликвидации разливов нефти нормативным требованиям, а также поддержание непрерывного взаимодействия с государственными органами и компетентными организациями в области ведения аварийно-спасательных работ.

К числу значимых организационных показателей относятся мониторинг и прогнозирование распространения нефтяного загрязнения, соответствие качественного состава и технических характеристик предусмотренного оборудования природно-климатическим и навигационным характеристикам зоны потенциального риска, а также адекватность технологий, применяемых в ходе ликвидационных операций.

Оценка эффективности организационно-административной составляющей производится путем суммирования каждого мероприятия, реализованного в ходе проведения аварийно-спасательных работ. В случае, если составляющие организационно-административных мероприятий были выполнены не в полном объеме или не выполнены вообще, доля их в общей структуре отчета снижается пропорционально выполненной части.

В состав технических показателей включены качество сбора нефти после завершения аварийно-спасательных работ, время реагирования и мероприятия по защите уязвимых/чувствительных объектов окружающей среды [3; 4]. Под качеством сбора нефти понимается ее объемная доля в общей собранной смеси. Чем выше значение данного параметра, тем более качественное оборудование было использовано при ликвидации аварийной ситуации и тем более совершенные стратегии реагирования применялись.

Время реагирования подразумевает сумму трех рубежных периодов аварийного реагирования: начало работ с момента свершения инцидента, время разворачивания запланированных сил и средств, участвующих в ликвидации, и время сбора, требуемое для сбора основной массы нефти.

Эффективность защиты уязвимых/чувствительных участков включает выбор приоритетов реагирования с целью недопущения/минимизации попадания нефти и нефтепродуктов в районы, представляющие наибольшую экологическую или промысловую значимость. Особенно это актуально при разливах на акваториях и угрозах достижения нефтяным пятном побережья [1]. При этом, ориентируясь на индекс чувствительности береговой черты определяется технология перенаправления нефти к берегу, характеризующемуся меньшим индексом.

Таким образом, данный подход позволит формализовать процедуру оценки эффективности ликвидационных мероприятий с целью оперативного поиска наилучших решений и стратегий реагирования, в том числе на арктическом шельфе.

Список литературы

1. Блиновская Я.Ю. Информационное обеспечение экологической безопасности при разработке нефтяных месторождений на шельфе. Владивосток: Морской гос. ун-т, 2006. 207 с.
2. Ваганов М.А., Белозеров И.П., Пустова Е.Ю. Повышение эффективности мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на арктическом шельфе // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2019. № 5(290). С. 11–14. DOI 10.33285/2411-7013-2019-5(290)-11-14.
3. Волкова Т.А., Маценко С.В. Определение границы зоны чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефти или нефтепродуктов // Эксплуатация морского транспорта. 2010. № 4(62). С. 56–60.
4. Маценко С.В. Расчетно-аналитические методы определения количественного и качественного состава сил и средств для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в морских портах и на морских акваториях. Новороссийск: ЮжНИИМФ, 2017. 476 с.

УДК 621.391.6(985)
ББК 32.884.161

*В.И. Милкин¹, С.Д. Березенко¹,
А.Н. Миличенко², А.Е. Шульженко¹*
*¹ ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»;*
*² ФГБУН «Полярный геофизический институт»
г. Мурманск, Россия*

ФРАГМЕНТ ГАРАНТИРОВАННОЙ ДАЛЬНЕЙ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Ключевые слова: радиосвязь в Арктической зоне, СЧ-ВЧ диапазон.

*V.I. Milkin¹, S.D. Berezenko¹,
A.N. Milichenko², A.E. Shulzhenco¹*
¹ Murmansk State Technical University;
*² Polar Geophysical Institute
Murmansk, Russia*

FRAGMENT OF GUARANTEED LONG-RANGE MOBILE RADIO COMMUNICATION IN THE ARCTIC ZONE

Key words: radio communication in the Arctic zone, MF-HF range.

В нынешнее время приверженности самым крутым инновациям, под дальней мобильной радиосвязью, чтобы не быть причисленным к неосведомлённым, все подразумевают высокотехнологичную космическую радиосвязь, подобно прелюдии СВО, когда надежда базировалась на умные ракеты, а не на примитивные мультикоптеры, хотя и танки не сбрасывали со счетов.

Из самой свежей информации по перспективам спутниковых систем связи, из которой за основу можно взять материалы XV Федеральной конференции «SatelliteRussia», что проходила в Москве 16 февраля этого года, следует:

- динамика роста количества активных спутников в космосе показывает необычайную интенсивность в последние годы;
- только в системе Starlink запущено 3 930 спутников, из которых 3 634 находятся на орбитах, из которых 3 170 эксплуатируются с текущей миссией запусков в 4,3 дня;
- текущее состояние и перспективы развития космической связи в России подтверждают мировые тенденции использования систем спутниковой связи;
- таким образом, к 50-м годам нынешнего века не только плотность аппаратов, но и космический мусор на низких орбитах не исключают

осложнений физического применения спутников, не без учёта электромагнитной совместимости средств на космических орбитах.

В большей степени из этого, вероятно, заслуживает внимания спутниковая система «Гонец» (1 500 км) – орбитальная группировка которой обеспечивает передачу данных и предоставление услуг связи мобильным и стационарным абонентам, обмен сообщениями и мониторинг инфраструктуры и объектов, где отсутствует покрытие наземными сетями связи (GSM, 3G, LTE). Абонентское оборудование системы «Гонец» включает стандартные терминалы, судовые станции, малые судовые станции и антенны, о которых все хорошо знают, кто знаком с эксплуатацией этого оборудования!!! Госкорпорация «Роскосмос», оператор системы «Гонец», предлагает ряд известных сервисов, таких, как: «Гонец – Трек» – для удаленного контроля перемещения грузов, «Гонец – Кит» – для мониторинга морского и речного транспорта, «Гонец – ЭРА – ГЛОНАСС» – для экстренной передачи информации о дорожно-транспортных и иных происшествиях на автомобильных дорогах в оперативные службы, «Гонец – ПАК – Кедр» – для мониторинг техники, стационарного оборудования и промышленных объектов, «Гонец – ТСК» – для цифрового мониторинга добычи и транспортировки нефти и газа, «Гонец – Эколог» – для цифрового мониторинга жидких сред, «Гонец – ГИДРОМЕТ» – для метеорологического и гидрологического мониторинга, «Гонец-Импульс» – для мониторинга инфраструктуры электрических сетей и «Гонец-Кейс» – для защищенной экстренной связи. В перспективе новая линейка оборудования, в виде терминалов «Гонец» в едином конструктиве и персонального комплекса связи «Гонец – Мобильный» [1; 2].

В свою очередь в распоряжении Правительства РФ от 01.08.2022 № 2115-р «Об утверждении Плана развития Северного морского пути на период до 2035 года» есть пункт 5.2.3. Разработка проекта интегрированной информационной системы координатно-временного обеспечения на основе длинноволновой радионавигационной системы нового поколения для определения места судна при отсутствии сигналов ГЛОНАСС/GPS (до декабря 2023 г.). И пункт 5.2.4 о предложениях по внедрению проекта с представлением к февралю 2024 г. (19 000/20 200 км). То есть возвращение к «танкам» (Распоряжение правительства РФ № 2115-р, 2022).

Попутно следует заметить, что ни кто иной, как структуры МЧС, осуществляли исследования средневолнового диапазона радиоволн с использованием радиостанции «Нозма СВ» для связи мобильных групп спасателей в Арктической зоне Российской Федерации. Это осуществлялось на базе Воркутинского арктического комплексного аварийно-спасательного центра МЧС России и Арктического спасательного УНЦ «Вытегра». По результатам натурных испытаний были сделаны далеко ведущие выводы, что в Арктической зоне Российской Федерации задача организации радиосвязи на радиотрассах средней дальности, может быть решена за счет радиосвязи в средневолновом диапазоне поверхностной волной.

Уместно заметить и то, что этот способ связи имеет и двойное назначение, так как радиосвязь в виде командного резервного управления при использовании средневолнового диапазона не просто подавить. Для эффективного излучения мощных помех необходимы антенны существенных размеров. Как бы это пригодились в СВО!

Как прогрессируют события в направлении освоения мобильной радиосвязи в средневолновом диапазоне констатировать сложно, так как парадной информации нет, а незначительные успехи не всегда уместны для планируемого развития. Но что обращает внимание: во-первых, это «неудобства» применения антенных устройств, при использовании упомянутых радиостанций. Как уже отмечалось, для эффективной работы радиопередающих устройств таких радиостанций нужны антенны, несравнимые в размерах с привычно эксплуатируемыми; во-вторых, на первый взгляд, раз в десять завышенная стоимость радиостанций!

И если от «танков» перейти к примитивным мультикоптерам, то именно самые примитивные и дешёвые, в виде винтокрыла с соосным расположением винтов с балансиром, вместо систем стабилизации, смогут обеспечить подъём антенного канатика, то есть развёртывание полноценной радиопередающей антенны. Причём радиопередача используется эпизодически. В свою очередь постоянный (дежурный) приём может осуществляться на простые магнитные антенны, исторически известные по широко-вещательным радиоприёмникам, которые имелись практически в каждой советской семье.

Предлагаемое техническое решение имеет особое предназначение для использования на подвижных объектах гражданского и военного назначения, МЧС, в том числе, на морских и речных судах, автотранспорте, а также в экспедиционном, подготовительном и временном развёртывании сил и средств на удалённых участках местностей и удалённых водных акваториях без инфраструктурного оборудования. Мобильный вариант существенен для полевых научных и геологических экспедиций, оленеводческой и рыболовной отраслей.

Список литературы

1. Васильев В. Ключевые тренды автотранспортного комплекса // Автотранспортные дороги. 2022. № 8. С. 66–69.
2. Vasiliev V. Key trends of the motor transport complex // Motor roads. 2022. № 8. Pp. 66–69.

УДК 550.38(985)
ББК 26.213.28

В.Т. Минлигарев¹, А.С. Калишин²

¹ ФГБУ «Институт прикладной геофизики
имени академика Е.К. Федорова»
г. Москва, Россия;

² ФГБУ «Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт»
г. Санкт-Петербург, Россия

МОНИТОРИНГ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: космическая погода, высокие широты, ионосфера, магнитные возмущения, распространение радиоволн.

V.T. Minligareev¹, A.S. Kalishin²

¹ Fedorov Institute of Applied Geophysics
Moscow, Russia;

² Arctic and Antarctic Research Institute
Saint-Petersburg, Russia

MONITORING GEOPHYSICAL CONDITION IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIAN FEDERATION

Key words: space weather, high latitude, ionosphere, magnetospheric perturbations, radio waves propagation.

Современный высокотехнологический рост электроники, микросистемотехники и энергетики поставил ещё одну угрозу функционирования современных технических средств и систем – это воздействие космической погоды (КП) или опасные гелиогеофизические явления [1].

Под термином «космическая погода» понимается совокупность гелиогеофизических явлений и процессов на Солнце, в межпланетном и околоземном космическом пространстве, магнитосфере, ионосфере и верхней атмосфере Земли, влияющих на функционирование технических средств и систем (навигации, связи, электроэнергетики, радиационной безопасности при авиаперелетах, эксплуатации трубопроводов, аэромагнитной съемки, бурения скважин и пр.) и имеющих биомедицинские последствия.

Начиная с события Керрингтона 1859 г. идет отсчет КП на технические средства и системы. Солнечный супершторм вылился в огромный двойной выброс корональных масс и достиг Земли 1 сентября того же года. В результате чего отказала вся телеграфная система в Северной Америке и в Европе.

Произожди ситуация с такой интенсивностью в наши дни, то последствия были бы куда плачевнее не только в сфере чрезвычайных ситуаций, но и в целом в мировой экономике: сбой радиосвязи, континентальные отключения электроэнергии, проблемы с радионавигацией планетарного значения, переоблучение экипажей воздушных судов.

Проблема КП оказывается тесно связанной с широким кругом задач хозяйственного и оборонного значения в Арктической зоне, наиболее подверженной воздействию магнитных бурь и других последствий солнечной активности. В Российской Федерации создана система мониторинга геофизической обстановки, которая входит в наблюдательную сеть Росгидромета. Геофизическая информация с наблюдательных платформ передается в аналитические центры ФГБУ «ИПГ» и ФГБУ «ААНИИ»:

- с наземного сегмента – ионосферные станции, магнитные обсерватории, ГНСС-приемники, солнечные и радиотелескопы;
- с космических аппаратов – от бортовых гелиогеофизических комплексов, установленных на КА серий «Метеор-М», «Электро-Л» «Арктика-М», а также с перспективного геофизического КА «Ионосфера»;
- с международных каналов обмена гелиогеофизической информацией.

В Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) функционирует наземная сеть мониторинга геофизической обстановки. Сеть включает в себя 11 станций Росгидромета и ФГБУ «ААНИИ» (рис. 1).



Рис. 1. Сеть станций мониторинга геофизической обстановки в Арктике

Fig. 1. Network for monitoring a geophysical condition in the Arctic

На сети установлены пункты вертикального и наклонного зондирования ионосферы [2], аппаратура мониторинга поглощения радиоволн в нижней ионосфере. Мониторинг состояния ионосферы различными техниче-

скими средствами позволят контролировать условия распространения радиоволн, рассчитывать «оптимальные» каналы для различных типов радиосвязи и оперативно реагировать на изменчивые условия высокоширотной КП.

Для мониторинга магнитных возмущений в АЗРФ развёрнута сеть пунктов наблюдений, где проводится непрерывная регистрация геомагнитных вариаций. На станциях установлены новые магнитные павильоны и феррозондовые магнитометры.

В ФГБУ «ААНИИ» действует Полярный геофизический центр (ПГЦ) по сбору и хранению результатов мониторинга на арктической сети, а также передаче результатов в Федеральный информационно-аналитический центр (ФИАЦ) ФГБУ «ИПГ». ФИАЦ аккумулирует в себе всю геофизическую информацию на территории РФ. Обработанная информация о КП в режиме квазиреально времени поставляется заинтересованным организациям исполнительной власти, в том числе и в МЧС, что позволяет предупредить и минимизировать техногенные последствия опасных гелиогеофизических явлений.

Функционирование различных технических средств и систем радиосвязи в АЗРФ подвержено факторам космической погоды. Ионосферные и магнитосферные возмущения оказывают определенное воздействие на условия распространения радиоволн различных диапазонов, делая, порой, невозможной проведение радиосвязи без оперативного мониторинга геофизических условий. Также, обеспечение бесперебойного функционирования систем с протяженными линиями требует непрерывного мониторинга геомагнитной обстановки с целью предотвращения разрушающего воздействия геоиндуцированных токов.

Развернутая в АЗРФ сеть Росгидромета способна проводить круглосуточный непрерывный мониторинг геофизической обстановки и своевременно предупреждать об опасных гелиогеофизических явлениях, способных оказать критическое воздействие на различные технические средства и системы.

Список литературы

1. Минлигареев В.Т., Репин А.Ю., Хотенко Е.Н. и др. Влияние космической погоды на технические средства и системы // XI Всероссийская научно-техническая конференция «Метрология в радиоэлектронике»: материалы конференции. Менделеево 19–21 июня 2018 г.». Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2018. Т. 1. С. 44–46.
2. Рогов Д.Д., Выставной В.М., Благовещенская Н.Ф., Барышев П.Е., Калишин А.С. Российская высокоширотная сеть наклонного зондирования ионосферы // Метеорология и гидрология. 2021. № 4. С. 5–13.

УДК 504.5:628.4.047(470.117)
ББК 26.222.88

А.Ю. Мирошников¹, Л.С. Радун²

¹ ФГБУН «Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской академии наук»
г. Москва, Россия;

² Российско-Сербский гуманитарный центр
г. Ниш, Республика Сербия

ПОКРОВНЫЙ ЛЕДНИК АРХИПЕЛАГА НОВАЯ ЗЕМЛЯ – НОВЫЙ ИСТОЧНИК РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АРКТИКЕ

Ключевые слова: Новая Земля, Карское море, ледник, покровное оледенение, криоконит, радиоактивное загрязнение, ядерные испытания.

A.Yu. Miroshnikov¹, L.S. Radun²

¹ Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography,
Mineralogy and Geochemistry
of the Russian Academy of Sciences;

² Russian-Serbian Humanitarian Center
Nis, Republic of Serbia

ICE CAP OF THE NOVAYA ZEMLYA ARCHIPELAGO IS A NEW SOURCE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION IN THE ARCTIC

Key words: Novaya Zemlya, Kara Sea, glacier, ice cap, cryoconite, radioactive contamination, nuclear tests.

В целях проведения испытаний ядерного оружия мегатонного класса 31.07.1954 закрытым постановлением ЦК КПСС и СМ СССР на островах архипелага Новая Земля был образован испытательный полигон (рис. 1). В период 1957–1962 гг. на площадке «Сухой Нос» было проведено 88 атмосферных ядерных испытаний суммарной мощностью более 250 Мт [3]. При проведении взрывов предусматривались различные меры экологической безопасности, в том числе выбирались такие направления ветров, которые ограничивали бы выпадение радиоактивных осадков вне полигона и вероятно, что существенная их доля попала на территорию Северного острова [3; 2]. После взрывов часть радиоактивных выпадений осаждалась в зоне питания покровного ледникового комплекса и формировала в нем радиационно-загрязненный слой льда [9], суммарная накопленная радиоактивность которого пока остается неизвестной.

В настоящее время этот слой достиг зоны абляции, а радионуклиды, освобождаясь из ледяного плена в летний период, мигрируют с талыми водами, попадая в так называемые криоконитовые лунки (рис. 2).

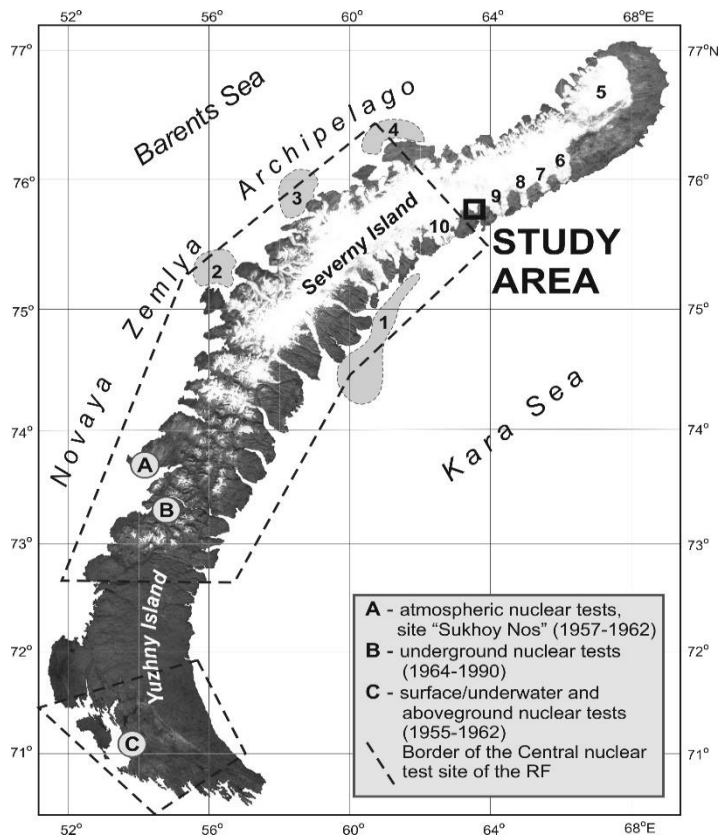


Рис. 1. Расположение участка отбора проб на леднике Налли (черный прямоугольник). Зоны повышенной активности ^{137}Cs в донных отложениях: 1 – по [8]; 2 – по [6]; 3 и 4 – [1]. Ледники: 5 – Северный Ледниковый Купол; 6 – Розе, 7 – Средний, 8 – Рождественского, 9 – Вершинского, 10 – Мощный.

Fig. 1. Location of the sampling site on Nalli Glacier (black box). Zones of high ^{137}Cs activity in bottom sediments: 1 – by [8]; 2 – by [6]; 3 and 4 – by [1]. Glaciers: 5 – northern icecap; 6 – Roze, 7 – Sredny, 8 – Rozhdestvensky, 9 – Vershinsky, and 10 – Moshchny.

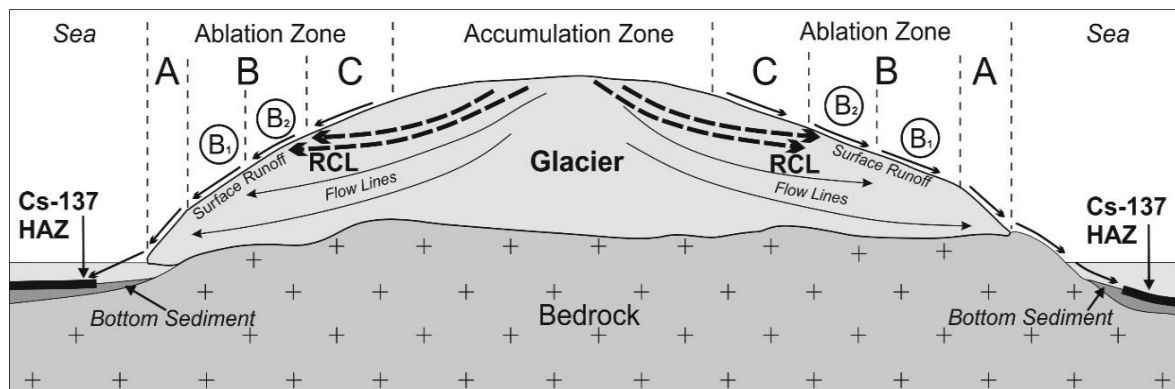


Рис. 2. Модель формирования зональности криоконитов на поверхности покровного оледенения Новой Земли. RCL – радиоактивно загрязненный слой; А – активность ^{137}Cs ниже глобального уровня (58–440 Бк/кг); В – средняя часть зоны абляции: В₁ – зона с активностью ^{137}Cs на уровне глобальных выпадений (2 700–4 700 Бк/кг), В₂ – зона с рекордно высокой активностью ^{137}Cs в криоконите (5 700–17 000 Бк/кг); С – верхняя часть зоны абляции, расположенная выше выхода на поверхность РЗС; Cs-137 HAZ – зоны повышенной активности радиоцезия в донных отложениях

Fig. 2. Model of the zonation of cryoconite composition on the surface of the Novaya Zemlya ice cap. RCL – radioactivity-contaminated layer; А – ^{137}Cs activity in cryoconite is below the global fallout level (58–440 Bq kg⁻¹); В – middle part of the ablation zone: В₁ – zone with ^{137}Cs activity at the global fallout level (2 700–4 700 Bq kg⁻¹), В₂ – zone with record-high ^{137}Cs activity in cryoconite (5 700–17 000 Bq kg⁻¹); С – top part of the ablation zone is believed to be an ice cap surface lying above the outcrop of the RCL; Cs-137 HAZ – high activity zones of radiocesium in bottom sediments

Криоконит представляет собой специфический тонкозернистый органо-минеральный осадок темного цвета, являющийся уникальным природным «инструментом» при проведении радиационно-экологических исследований. Он формируется на дне небольших углублений (лунок) за счет ветрового переноса пылевых частиц и обладает высокими сорбционными показателями по отношению к различным загрязнителям [5; 4; 7; 9; 10]. Наши радиационно-геохимические исследования на леднике Налли опираются на изучение особенностей распределения антропогенных (^{137}Cs , ^{241}Am , ^{207}Bi) и природных (^{210}Pb , ^7Be) радионуклидов, а также 52 стабильных изотопов и $S_{\text{орг}}$ в 55 пробах криоконита, отобранных в интервале высот 130–460 м н.у.м. Основной их результат заключается в том, что в зоне В₂ (рис. 2) с активностью ^{137}Cs от 5 700 до 17 000 Бк/кг мы уверенно фиксируем превышение уровня глобальных выпадений практически на порядок, что свидетельствует о его поступлении из РЗС, а ледник, таким образом, является по сути своей вторичным, но новым, современным и действующим источником радиоактивного загрязнения в Арктике.

Список литературы

1. Иванов Г.И. Методология и результаты экогеохимических исследований Баренцева моря. СПб.: ВНИИОкеанология, 2002. 153 с.
2. Сыч Ю.Г. и др. Радиоэкологическая обстановка на архипелаге Новая Земля // Арктика: экология и экономика. 2012. № 1(5). С. 48–59.
3. Ядерные взрывы в СССР. Вып. 1: Северный испытательный полигон. Справочная информация. М., 1992.
4. Vaccolo G. et al. Cryoconite as an efficient monitor for the deposition of radioactive fallout in glacial environments // The Cryosphere. 2020. №14. P. 657–672.
5. Cook J. et al. Cryoconite: The dark biological secret of the cryosphere // Prog Phys Geogr. 2016. № 40(1). P. 66–111.
6. Crane K., et al. Northern Ocean inventories of radionuclide contamination: GIS efforts to determine the past and present state of the environment in and adjacent to the Arctic // Mar. Pollut. Bull. 2000. № 40(10). P. 853–868.
7. Łokas E. et al. Airborne radionuclides and heavy metals in high Arctic terrestrial environment as the indicators of sources and transfers of contamination // The Cryosphere. 2019. № 13. P. 2075–2086.
8. Miroshnikov A. Yu. Radiocaesium distribution in the bottom sediments of the Kara Sea // Water Resources. 2013. № 40. P. 723–732.
9. Miroshnikov A. et al. Radioecological and geochemical peculiarities of cryoconite on Novaya Zemlya glaciers // Sci Rep. 2021. V. 11, № 1. 23103.
10. Pittino F. et al. Impact of anthropogenic contamination on glacier surface biota // Current Opinion in Biotechnology. 2023. V. 80. 102900.

УДК 349.6:629.76
ББК 67.407

*С.М. Мочалова, И.В. Агапов,
И.Р. Возова, В.В. Королев, Я.Т. Шатров*
АО «Центральный научно-исследовательский
институт машиностроения»
г. Королёв, Россия

**АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ
И НОРМАТИВНЫХ АКТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ ТРАСС
ПУСКОВ И РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ
ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ**

Ключевые слова: экологическое законодательство, космическая деятельность, оценка воздействия на окружающую среду, районы падения отделяющихся частей ракет-носителей, экологическое сопровождение пусков.

*S.M. Mochalova, I.V. Agarov,
I.R. Vozhova, V.V. Korolev, Y.T. Shatrov*
Central Research Institute of Mechanical Engineering
Korolev, Russia

**THE ANALYSIS OF REQUIREMENTS LEGISLATIVE
AND REGULATORY ACTS TO ENSURE THE ENVIRONMENTAL
SAFETY WHEN CHOOSING LAUNCH ROUTES AND AREAS
OF FALLING OF SEPARATING PARTS OF LAUNCH VEHICLES**

Key words: environmental legislation, space activity, environmental impact assessment, the areas of falling of separating parts of launch vehicles, environmental support of launches.

В общей структуре законодательных и нормативных актов Российской Федерации (РФ) в настоящее время представлено целое «дерево» документов, содержащих требования к обеспечению экологической безопасности, которые предъявляются к конкретному виду хозяйственной и/или иной деятельности [1].

Так, Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» регулирует общие вопросы, связанные с обеспечением экологической безопасности окружающей среды (ОС), Федеральный закон № 5663-1 от 20.08.1993 «О космической деятельности» среди прочих принципов космической деятельности (КД) также определяет обеспечение безопасности КД и охраны ОС, Федеральный закон «Об экологической экспертизе» обязывает разработчиков новой техники (и документации к ней)

проходить Государственную экологическую экспертизу, которая и подтверждает определенную в проектной документации степень воздействия намечаемой деятельности на ОС, Постановление Правительства Российской Федерации № 536 от 31 мая 1995 г. «О порядке и условиях эпизодического использования районов падения отделяющихся частей ракет» устанавливает правила эксплуатации территорий, отводимых под район падения (РП) отделяющихся частей (ОЧ) ракет-носителей (РН). Также, в «Земельном кодексе Российской Федерации» от 25.10.2001 № 136-ФЗ определено понятие земель для обеспечения космической деятельности и условия передачи земель под районы падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Кроме того, в целях осуществления КД, Госкорпорация «Роскосмос» заключает договора с органами исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых находятся РП. Этими договорами предусмотрено при каждом пуске РН осуществлять мероприятия по экологическому сопровождению пусков, включая проведение предпусковых и послепусковых работ и расследование возможных инцидентов и нештатных ситуаций.

В обеспечение выполнения требований законодательства и нормативных актов Российской Федерации (РФ) в целях осуществления космической деятельности проводятся следующие мероприятия:

- открытие новых трасс пусков ракет космического назначения с проведением оценок безопасности на притрассовых территориях и отведение территорий под РП ОЧ РН (в том числе, проведение расчетов, рекогносцировочные работы, оценка возможного воздействия на окружающую среду, выдача рекомендаций по необходимым изменениям по результатам аналитических и расчетных работ и др.);
- эксплуатация районов падения (в том числе, обеспечение безопасности в РП, проведение предпусковых и послепусковых обследований, поиск и эвакуация ОЧ РН и др.) [2].

Список литературы

1. Шатров Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: монография: в 3 кн. Королёв: ЦНИИмаш, 2010.
2. Авдошкин В.В., Аверкиев Н.Ф., Ардашов А.А., Арсеньев В.Н., Богачёв С.А., Болдырев К.Б., Булекбаев Д.А., Грибакин В.А., Дмитриев О.Ю., Елисейкин С.А., Пирогов, С.Ю., Карчин А.Ю., Кубасов И.Ю., Кулешов Ю.В., Марков А.Б., Пирогов С.Ю., Подрезов В.А., Полуаршинов А.М., Салов В.В., Силантьев С.Б., Типаев В.В. Проблемные вопросы использования трасс запусков космических аппаратов и районов падения отделяющихся частей ракет космического назначения: монография. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016.

УДК 574.522:621.039

ББК 28.082.01+31.47

И.А. Мухин^{1,2}, М.Д. Петухова^{1,2}, Т.Н. Осинцева²

¹ ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»
г. Вологда, Россия;

² ООО Научно-производственное объединение «Гидротехпроект»
г. Санкт-Петербург, Россия

РАЗВИТИЕ МШАНОК КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОМЕХ СИСТЕМАМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ НАГРЕВА ВОДЫ

Ключевые слова: мшанка, биологические помехи, система технического водоснабжения, атомная электростанция.

I.A. Mukhin^{1,2}, M.D. Petukhova^{1,2}, T.N. Osintseva²

¹ Vologda State University
Vologda, Russia;

² Research and Production Association "Gidrotekhproekt"
Saint-Petersburg, Russia

THE GROWTH OF BRYOZOANS AS BIOLOGICAL INTERFERENCE OF NUCLEAR POWER STATION WATER SUPPLY SYSTEMS UNDER WATER HEATING CONDITIONS

Key words: bryozoan, biological interference, water supply system, nuclear power plant.

Мшанки – широко распространенная в морских и пресных водах группа колониальных организмов. Подавляющее большинство видов ведут прикрепленный образ жизни, формируя на поверхности погруженных в воду предметов разнообразные по форме и размеру колонии. По характеру питания мшанки являются фильтраторами, потребляя различные источники пищи, встречающиеся в водной толще – органические частицы и микроскопических организмов.

Прикрепленный образ жизни определяет зависимость мшанки от течения воды, которое приносит ей пищу, поэтому благоприятными для неё являются местообитания, обеспечивающие приток свежей воды, богатой питательными веществами и кислородом. Такими свойствами обладают и системы технического водоснабжения, в которых циркулирует вода из открытых водоемов, богатых органическим веществом. Следствием развития колоний мшанки в трубопроводе является уменьшение внутреннего диаметра трубы, падение водопротуска, снижение теплообменных свойств и засорение нижележащего оборудования фрагментами колоний, сносимыми со стенок.

Именно популяции мшанок являются одними из ключевых источников биологических помех – наносов и засоров в системах технического водоснабжения. Развитие колонии сопровождается усложнением её структуры, которая у некоторых видов может образовывать объёмные многослойные образования, сложенные множеством ветвей. Получившиеся структуры эффективно задерживают влекомые водой органические и неорганические частицы, формируя тело наноса и способствуя, таким образом, развитию системного эффекта. Отрыв наносов, сформированных колонией мшанки, может привести к поломке и остановке оборудования. Такие остановки в СТВ АЭС могут привести к экономическим потерям и спровоцировать возникновение чрезвычайной ситуации.

Мшанки широко распространены в арктической зоне и активно развиваются в условиях подогрева воды при эксплуатации АЭС, что хорошо известно для станций, находящихся в центральных и южных регионах России. Подогрев воды в результате деятельности АЭС приводит к изменению жизненного цикла мшанок, что касается и развития расселительных стадий.

Для уточнения особенностей жизнедеятельности мшанок проводили отбор проб планктона в старице реки Дон, в которую в ходе водообмена сбрасывается вода из СТВ Нововоронежской АЭС. Пробы зоопланктона отбирались и обрабатывались по общепринятым методикам, сбор проб зоопланктона проводился с использованием количественной сети Джели. Статобласты мшанок, обнаруженные в планктоне, определяли до вида. На реке Дон пробы отбирали в створе выше впадения старицы.

В пробах из р. Дон и её старицы выявлены расселительные стадии одного вида мшанок – *Plumatella Emarginata*, число которых отличалось в изученных водных объектах. Для старицы р. Дон была характерна большая численность статобластов на протяжении всего периода наблюдений с апреля по сентябрь. Самый высокий показатель был зафиксирован в июне (от 1 217 до 1 307 экз/м³), наименьший – в сентябре (от 144 до 155 экз/м³). В среднем, количество статобластов в старице было в 5 раз выше, чем в реке (540 и 112 экз/м³ соответственно). Высокое число статобластов в воде старицы р. Дон может быть связано с несколькими факторами, среди которых в порядке уменьшения значимости: (1) низкая скорость течения и водообмена; (2) большое количество прибрежной погруженной растительности, служащей субстратом для мшанки; (3) сброс в старицу воды из СТВ АЭС, также содержащей статобласты.

Значение сброса статобластов с обменными водами станции можно оценить, проанализировав сезонную динамику численности статобластов (рис. 1). Очевидно, что апрельский максимум численности не связан с естественным развитием мшанкового сообщества а приурочен к периоду водообмена, который проводится на АЭС в этом месяце. Июньский максимум также не соответствует максимальной численности, регистрируемой в естественном водоеме – в июле.

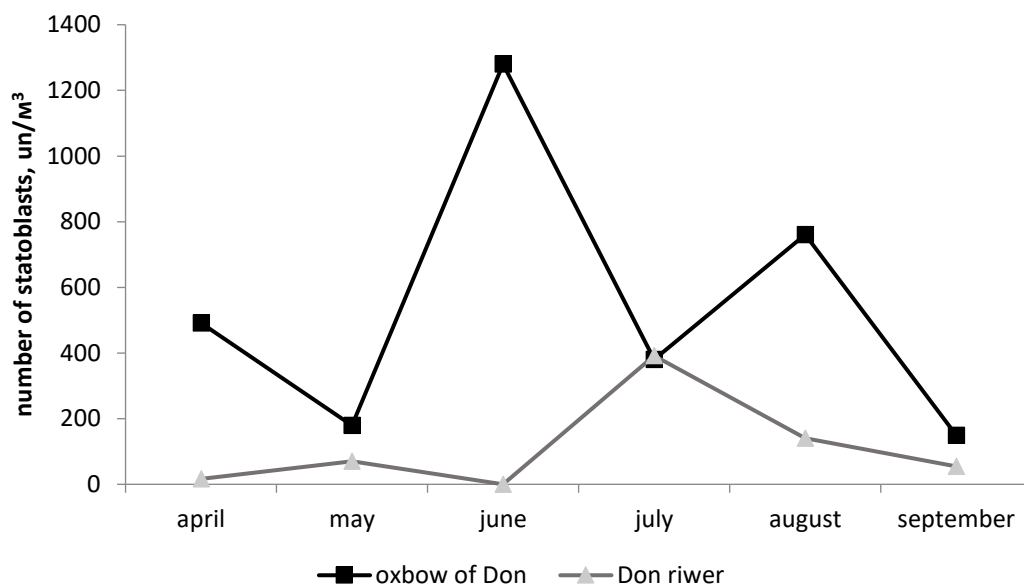


Рис. 1. Динамика числа статобластов в реке Дон и её старице, принимающей воды НВ АЭС в период водообмена

Fig. 1. The number of statoblasts of in the Don River and its oxbow river, which receives water from the NV NPP during the water exchange period

Функционирование сообществ старицы р. Дон, в которую происходит сброс подогретых вод в процессе водообмена во многом определяется измененным (по сравнению с климатической нормой) температурным режимом водной массы. Это влияние особенно выражено в связи с большим объемом сбрасываемой воды (относительно объема водного объекта) и интенсивным воздействием в короткое время.

Большое число статобластов мшанки в старице, в которую сбрасываются продувочные воды, может говорить о положительной динамике развития обрастания мшанки в СТВ НВ АЭС и изменении её жизненного цикла в условиях техноэкосистемы. Если исходить из оценки апрельских проб, взятых в период сброса вод из пруда-охладителя НВ АЭС, то, с учетом оценки расхода воды, предполагая, что вынос статобластов в старицу идёт с теплой водой, можно оценить продуктивность колоний мшанок СТВ в этот период как 129 млн статобластов/сутки. Разумеется, это примерная оценка, но она говорит о массе колоний мшанки в СТВ порядка ста тонн, что представляет собой большую величину. Активное освоение арктических водоемов приведет к аналогичным изменениям в жизненном цикле пресноводных мшанок, что требует проведения тщательного мониторинга развития этих организмов в водных объектах, используемых для нужд энергетики.

УДК 504.5:502.521(470.21)
ББК 20.173+38.9

В.А. Мязин

*Институт проблем промышленной экологии Севера –
обособленное подразделение
ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия*

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ АРКТИКИ: СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕР Г. МУРМАНСКА

Ключевые слова: городские почвы, донные отложения, углеводороды, урбанизированные территории, Арктика.

V.A. Myazin

*Institute of North Industrial Ecology Problems –
Subdivision of the Federal Research Centre
“Kola Science Centre of Russian Academy of Science”
Apatity, Russia*

THE ARCTIC URBAN ENVIRONMENT POLLUTION: THE CONTENT OF HYDROCARBONS IN SOIL AND LAKE SEDIMENTS IN MURMANSK

Key words: urban soils, lake sediments, hydrocarbon pollution, Arctic.

Введение. Природные компоненты городской среды испытывают высокую степень антропогенной и техногенной нагрузки. Одними из приоритетных загрязняющих веществ в городских условиях являются нефть и продукты ее переработки как следствие функционирования транспорта и промышленных предприятий, осуществления строительных работ и сжигания ископаемого топлива. В результате в почвах городских территорий накапливаются углеводороды всевозможных классов. Водоемы, расположенные в черте города, также подвержены сильному антропогенному воздействию. Находясь в естественных понижениях местности, они принимают в себя стоки с прилегающих территорий. Зачастую в них осуществляются постоянные или регулярные сбросы с предприятий, а по берегам возникают стихийные свалки.

Исследование городской среды Кольской Арктики требует особого внимания, так как от состояния городских почв и водных объектов зависит здоровье, безопасность и благополучие местного населения.

Объекты и методы. Объектами исследования стали почвы селитебной и рекреационной зон в разных районах города и донные отложения шести городских озер Мурманска. Для исследования отбирали верхний слой

почвы до глубины 5–7 см, преимущественно органогенный. Пробы донных отложений отбирали дночерпателем Экмана-Берджа из поверхностного слоя 0–10 см.

Анализ проб на содержание нефтяных углеводородов проводили методом ИК-спектрометрии, основанным на измерении интегральной интенсивности поглощения C–H-связей различных классов органических соединений с использованием анализатор АН-2 согласно методики ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.

Результаты исследования. Содержание углеводородов в почве различных функциональных зон г. Мурманска составляло от 57 до 2 287 мг/кг (в селитебной зоне – 538 ± 95 мг/кг, в рекреационной зоне – 185 ± 50 мг/кг. Максимальное содержание углеводородов отмечено вблизи дорог с интенсивным движением. Минимальное содержание углеводородов характерно для селитебной зоны Ленинского округа (256 ± 32 мг/кг), максимальное – для Октябрьского и Первомайского округов (661 ± 195 и 605 ± 200 мг/кг, соответственно), что обусловлено как более интенсивным движением транспорта, так и наличием объектов теплоэнергетики в данных районах города.

Полученные данные согласуются с результатами исследований городских почв в других регионах России [3; 2; 4; 1; 5].

В отсутствии утвержденного норматива содержания углеводородов в почве Мурманской области в качестве критерия оценки уровня загрязнения использовали процентное соотношение количества нефтепродуктов к количеству органического вещества почвы (С_{нп}/С_{орг}*100). В условно фоновой почве на участке в лесотундре это соотношение составляет 0,12–0,27, а в городских почвах достигает 6,62. Опираясь на данный критерий, 60% исследованных образцов городских почв можно отнести к незагрязненным (С_{нп}/С_{орг} – 0–0,3) или слабозагрязненным (0,3–1), а 40% – к загрязненным (1–3) и сильнозагрязненным (более 3).

Содержание углеводородов в пробах донных отложений составляло от 646 до 22 174 мг/кг. Максимальное содержание отмечено в донных отложениях оз. Ледовое, Северное, Семеновское и Южное, которые находятся вблизи крупных автомобильных дорог и испытывают антропогенную нагрузку. В донных отложениях оз. Среднее и Окунево, которые находятся на удалении от потенциальных источников загрязнения, содержание углеводородов не превышало 1 251 мг/кг. Количество углеводородов в донных отложениях озер Мурманска сравнимо с их содержанием в отложениях Кольского залива [6], за исключением оз. Ледовое, которое отличается экстремально высокими значениями.

Нормативы содержания углеводородов в донных отложениях для Мурманской области на сегодняшний день отсутствуют, однако данные нормативы существуют для некоторых регионов РФ. Согласно Региональному нормативу «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» (22.07.1996) донные

отложения озер Мурманска относятся к слабозагрязненным (оз. Среднее, Окунево, Южное), умеренно загрязненным (оз. Семеновское, Северное) и опасно загрязненным (оз. Ледовое).

Заключение. Городские почвы и водные объекты Мурманска находятся под постоянным воздействием предприятий и транспорта. По содержанию углеводов 60% исследованных образцов городских почв Мурманска можно отнести к незагрязненным или слабозагрязненным, а 40% – к загрязненным и сильнозагрязненным, донные отложения большинства исследованных озер можно отнести к слабозагрязненным и умеренно-загрязненным, а озера Ледовое – к опасно загрязненным. Наличие участков с высокой степенью загрязнения обусловлено утечкой нефтепродуктов, выбросами углеводов при сжигании топлива, оседанием твердых частиц, частиц асфальта и резины с дорожного полотна.

Результаты данной работы могут быть использованы при разработке стратегии развития городской территории, которая должна быть направлена на создание комфортной и безопасной городской среды в Арктике.

Список литературы

1. Вишнева Ю.С., Попова Л.Ф., Попов С.С. Пространственно-временная динамика содержания углеводов нефтепродуктов в почвах селитебного ландшафта г. Архангельска // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2016. Т. 59. Вып. 10. С. 88–94.
2. Воробьева К.Ю., Прохорова Н.В. Бенз(а)пирен и нефтепродукты в почвенном покрове населенных пунктов разного статуса в Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19, № 2(2). С. 239–243.
3. Ерофеева В.В., Аникина Е.В. Оценка загрязнения почв урбанизированных экосистем (на примере г. Москвы) // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 4(106). Часть 2. С. 53–57.
4. Кошельков А.М., Матюшкина Л.А. Оценка химического загрязнения почв водоохранных зон малых рек города Хабаровска // Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 2. С. 76–85.
5. Шарафутдинов Р.А., Митев А.Р., Романов А.А., Борисова И.В. Содержание нефтепродуктов в почвенном покрове г. Красноярска // Вестник КрасГАУ. Биологические науки. 2018. № 6. С. 289–293.
6. Шахвердов В.А., Шахвердова М.В. Оценка современного геоэкологического состояния Кольского залива по геохимическим данным // Арктика: экология и экономика. 2016. № 4(24). С. 22–31.

УДК 627.2:699.8
ББК 38.7-03

Д.В. Назаров^{1,2}

¹ Научно-образовательный центр «Композиты России»

МГТУ им. Н.Э. Баумана;

² ООО «МОСБАЗАЛТ»

г. Москва, Россия

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОДБОРЕ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРИМОРСКОГО ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ПОРТОВ И МАРИН

Ключевые слова: устойчивость, система материалов, СНТИ, снижение энергетических потерь, энергоэффективность, атмосферостойкость, гидроизоляция.

D.V. Nazarov^{1,2}

¹ Scientific and Educational Center “Composites of Russia”

of Bauman Moscow State Technical University;

² MOSBASALT LLC

Moscow, Russia

COMPLEX APPROACH IN THE SELECTION OF FINISHING MATERIALS FOR THE OBJECTS OF SEASIDE CIVIL CONSTRUCTION, PORTS AND MARINAS

Key words: sustainability, material system, ETICS, reduction of energy losses, energy efficiency, weather resistance, waterproofing.

При проектировании нового строительства и ремонта объектов приморского гражданского, рекреационного назначения и береговой портовой инфраструктуры залогом высокого качества и повышенного срока службы является комплексный подход к выбору отделочных, строительных материалов и технологических решений. Естественно, данный подход в строительстве применяется с незапамятных времен. Современные требования по энергоэффективности, изменению климата, зелёной повестки предписывают руководствоваться новыми подходами и применять более эффективные технологии.

В данном докладе приведено несколько систем (наборов материалов) таких как система наружной теплоизоляции с декоративным финишным слоем и клинкерной плиткой, система для устройства напольных покрытий для внутреннего и внешнего применения, система устройства гидроизоляции и ремонта. Данные материалы и системы специально разработаны с повышенной атмосферостойкостью и устойчивостью к экстремальным климатическим условиям. Приведены результаты исследований и разработок в этой области и рекомендации по их применению.

УДК 656.61-049.5(985)
ББК 65.37

Е.С. Никифорова, М.В. Васеха, А.А. Гребенец
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ТРАНСПОРТНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Ключевые слова: транспортная безопасность, Арктика, грузопоток, ледокольный флот, экологический аспект.

E.S. Nikiforova, M.V. Vasekha, A.A. Grebenets
Murmansk State Technical University
Murmansk, Russia

ANALYSIS OF THE IMPACT OF GEOPOLITICAL EVENTS ON THE TRANSPORT SECURITY OF THE NORTHERN SEA ROUTE

Key words: transport safety, Arctic, cargo traffic, icebreaking fleet, ecological aspect.

В связи с событиями, сложившимися в последнее время: пандемия COVID-19, введение санкционных ограничений в отношении Российской Федерации транспортно-логистическая отрасль России претерпевает большие изменения. С одной стороны – это дало толчок в развитии российским компаниям, были реализованы крупные проекты по импортозамещению, что говорит о том, что 2022 г. выдался продуктивным. А с другой – обнащило существующие проблемы, которые требуют незамедлительного решения.

Цель работы – проанализировать текущую ситуацию с трафиком на СМП, оценить влияние санкционных ограничений на транспортную сферу РФ и выявить существующие проблемы, оценить перспективы дальнейшего развития СМП.

СМП включает в себя более 50 портов: порт Мурманск, порт Архангельск, порт Нарьян-Мар, порт Варандей, порт Саббетта, порт Дудинка, порт Диксон, порт Тикси и др., многие из которых требуют срочной реконструкции.

За 2022 г. грузопоток по СМП был увеличен на 966 тыс. тонн, достигнуто это было за счет перевозок СПГ, нефти и нефтепродуктов, угля, рудоконцентратов [1]. Крупными, обеспечивающими рост грузопотока, проектами на данный момент являются проекты «Восток Ойл» (ПАО «НК «Роснефть»), ООО «Северная звезда» (корпорация АЕОН), ООО «ГДК «Баймская», ООО «Арктик СПГ-2» (ПАО «Новатэк»). Благодаря финансовой

поддержке правительства развитие проектов, связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых, получило новый импульс. Вместе с этим, пребывая на стадии проектной разработки, обустройства месторождений, остается вопрос вывоза готовой продукции.

Постепенное наращивание мощностей ледокольного флота, который предположительно должен обеспечить бесперебойную навигацию в арктических морях, все же не закрывает вопрос грузового флота. На данный момент сдача первого газовоза ледокольного класса Arc7 для проекта «Арктик СПГ-2» сдвигается на один год, соответственно, ожидаются задержки строительства последующих 20 танкеров. Это обусловлено сложностями, связанными с закупкой судового оборудования, а также с приостановкой сотрудничества с партнерами, в частности южнокорейскими. Тем не менее, в июле 2023 г. уже планируется отправка основания гравитационного типа с ЦСКМС г. Мурманска к месту строящегося СПГ завода – Салмановскому (Утреннее) месторождению. Обеспечение строящегося СПГ завода также испытывает трудности, связанные с санкционным давлением. Среди некоторых проблем подрывающую своевременную реализацию проекта можно обозначить постепенную отмену большинства судоходных компаний судовых заходов в порты РФ, кроме некоторых из них, которые ограничили номенклатуру перевозимых в/из РФ грузов до продуктов питания, фармацевтических товаров и гуманитарной помощи. Следствием этой проблемы стала другая – выбор перевозчиков резко сократился, как результат стоимость перевозки значительно выросла.

Продолжая финансовый вопрос: российские банки практически все попали под санкции. Сразу возникли сложности с получением оплат от клиентов и проведением платежей контрагентам. Новые маршруты, привлечение новых контрагентов или рост ставок у прежних контрагентов, огромное количество ограничений привели к росту ставок. В связи с постепенно вводимыми санкциями, отгрузка ряда товаров от европейских поставщиков для предприятий нефтегазовой отрасли стала с определенного момента невозможной (даже для не санкционных грузов). Некоторые компании приняли решение завезти груз на накопительные базы в Китае и Турции, для последующей отправки в Россию. В этой связи кажется очевидным изготовление всех необходимых материалов и конструкций силами российских компаний. Однако, вопрос технологий и мощностей остается открытым. Так, например, прежде у России не было опыта строительства танкеров-газовозов своими силами. Более того, в будущем, встанет не только вопрос вывоза СПГ с арктических месторождений. Компания «Северная Звезда» реализует проект по строительству акватории грузового причала и канала морского угольного терминала на базе Сырадасайского месторождения. В октябре 2022 г. уголь Сырадасайского месторождения впервые отгрузили. В будущем в этой акватории появится не только угольный разрез, но и обогатительная фабрика, вахтовый посёлок и морской терминал «Енисей». Сейчас,

проект находится на начальном этапе развития и не вышел на максимальные мощности, однако, как только это настанет, встанет тот же вопрос, что и у «Арктик СПГ-2» – транспортировка добытых ресурсов. Сейчас в России нет балкерного флота, способного работать в арктических широтах, его появление – очередной вызов для отечественного кораблестроения. Как следствие, возникает вопрос: готовы ли наши судоверфи к таким задачам и таким объемам строительства? Нынешний флот, работающий для таких проектов как «Приразломная», «Варандейский терминал», в ближайшие годы уже потребует модернизации, которая, по всей видимости, из-за геополитической обстановки ляжет на плечи российских верфей.

Следует отметить, что российские арктические проекты текущие и развивающиеся уделяют большое внимание вопросам экологии. Так, при разработке Сырадасайского угольного месторождения, на всех этапах строительства объектов, при добыче, переработке и транспортировке продукции будут использоваться новейшие технологии. Компания примет участие в экологическом проекте «Чистая Арктика». Проект подразумевает очистку территории Арктики от накопленного экологического ущерба. После запуска основных объектов месторождения и перехода к активной добыче и переработке угля главной задачей по минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух станут мероприятия по предупреждению образования угольной пыли. После запуска основных объектов месторождения и перехода к активной добыче и переработке угля главной задачей по минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух станут мероприятия по предупреждению образования угольной пыли. Также в районе строительства завода Ямал СПГ ученые благоприятно описывают экологическую обстановку. Тем не менее, никогда нельзя исключить возможность аварийных разливов продукции при морской перевозке.

Арктика имеет особое стратегическое значение для многих стран, поэтому важно уделять особое внимание решению всех возникающих проблем для развития и укрепления транспортно-логистического потенциала Северного морского пути. Цифровизация, обновление логистики, создание мощного ледокольного флота, обеспечение мультимодальности на многих портах позволит сделать судоходство по СМП более комфортным для всех.

Список литературы

1. Департамент коммуникаций Госкорпорации «Росатом». URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/obem-perevezennykh-gruzov-po-severno-mu-morskomu-puti-v-2022-godu-sostavil-34-034-mln-tonn/>.

УДК 551.4.038:551.467(985)

ББК 26.823.5

С.А. Огородов, Д.М. Богатова, С.В. Бадина, Н.Н. Шабанова

*ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»*

г. Москва, Россия

ОЦЕНКА АБРАЗИОННОЙ И ЛЕДОВО-ЭКЗАРАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ В ПРИБРЕЖНО-ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ¹

Ключевые слова: термоабразия, ледовая экзарация, аварийные ситуации.

S.A. Ogorodov, D.M. Bogatova, S.V. Badina, N.N. Shabanova

Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russia

COASTAL EROSION AND ICE-GOUGING HAZARDS ASSESSMENT AT THE SHELF ZONE OF THE RUSSIAN ARCTIC SEAS

Key words: coastal thermal erosion, ice gouging, emergency situations.

XXI век ознаменовался началом нового этапа освоения отдаленных месторождений на побережье и шельфе арктических морей Российской Арктики. Суровость природных условий арктических морей России является важнейшим фактором, лимитирующим применение промышленных технологий, используемых в условиях умеренного климата. Строительство инженерных сооружений диктует необходимость полноценного учета природных факторов, во многом определяющих геотехническую безопасность как самих объектов, так экологическую прилегающих к ним территорий и акваторий во избежание аварий и природно-техногенных катастроф. Природные процессы и явления, переходят в категорию опасных, если способны существенно осложнить условия строительства и эксплуатации различных сооружений как на берегах, так и на шельфе: терминалов, платформ, трубопроводов, портов, других объектов инфраструктуры. Наряду с опасными гидрометеорологическими явлениями отдельную группу образуют опасные рельефообразующие процессы: береговые и ледово-экзарационные.

Абразия – процесс разрушения берегов и подводного склона в процессе механического воздействия волн [1]. В Российской Арктике, где большая часть побережья расположена в зоне вечной мерзлоты (криолитозоне), а морские берега сложены мерзлыми льдистыми грунтами, помимо механической волновой абразии, также выделяют термическую, развивающуюся в

¹ Статья подготовлена при поддержке РНФ, проект № 22-17-00097.

процессе оттаивания грунтов в результате контакта с водой и воздухом. За динамически активный период года, когда акватория освобождается ото льда, такие берега могут разрушаться со скоростью от 1 до 3 м в год. В последние десятилетия на фоне потепления климата и снижения ледовитости эти скорости увеличились местами до 2–5 м/год [2].

Ледовая эскаррация – выдавливание и выпахивание грунта в процессе механического воздействия ледяного покрова (торосов и айсбергов) на берега и подводный склон [3]. В результате образуются борозды ледового выпахивания, глубиной в первые метры, шириной – десятки метров, и длиной – до нескольких километров. В морях Российского Арктики торосы могут царапать дно до глубины моря 20–50 м, айсберги – до 100–150 м. Навалы морских льдов на береговые уступы могут достигать 20-метровых отметок, а надвиги на пологий низменный берег продвигаться на несколько сотен метров в глубь суши.

Берега арктических морей России сложены льдистыми дисперсными грунтами, а акватория 8–10 месяцев в году покрыта морским льдом. Именно эти два фактора, с которыми связано развитие термоабразии и эскаррации, в значительной мере определяют условия строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений. Наиболее уязвимыми являются подводные трубопроводы и кабели связи, пересекающие береговую черту. Так, оголившись в процессе термоабразии подводные трубопроводы могут подвергнуться прямым динамическим воздействиям морских льдов, имеющим место в процессе эскаррации берегов и дна ледяными торосистыми образованиями.

Оценка абразионной и ледово-эскаррационной опасности выполнена для всех морей Российской Арктики в обзорном масштабе, а для ключевых участков нефтегазового освоения Печорско-Карского региона в более детальном (рис. 1).

Типизация берегов Российской Арктики по абразионной опасности включает геоморфологическую (тип берега) и динамическую (скорость отступания/проградации береговой линии) составляющие. Морфология и генезис показаны линейным знаком по длине соответствующего сегмента береговой линии, скорость разрушения берега показана цветом. Используя принцип МЧС удалось показать интенсивность процесса и степень опасности для гидротехнических сооружений: зеленый – динамически стабильный берег, наиболее безопасный; желтый – разрушающийся; красный – разрушающийся с высокой скоростью, т.е. наиболее опасный для человеческой деятельности.

Интенсивность воздействий ледяных торосистых образований на берега и дно, отражающая ледово-эскаррационную опасность, определена на основе методики районирования прибрежно-шельфовой зоны по видам ледяных образований и механизму их воздействия на грунтовое основание [3].

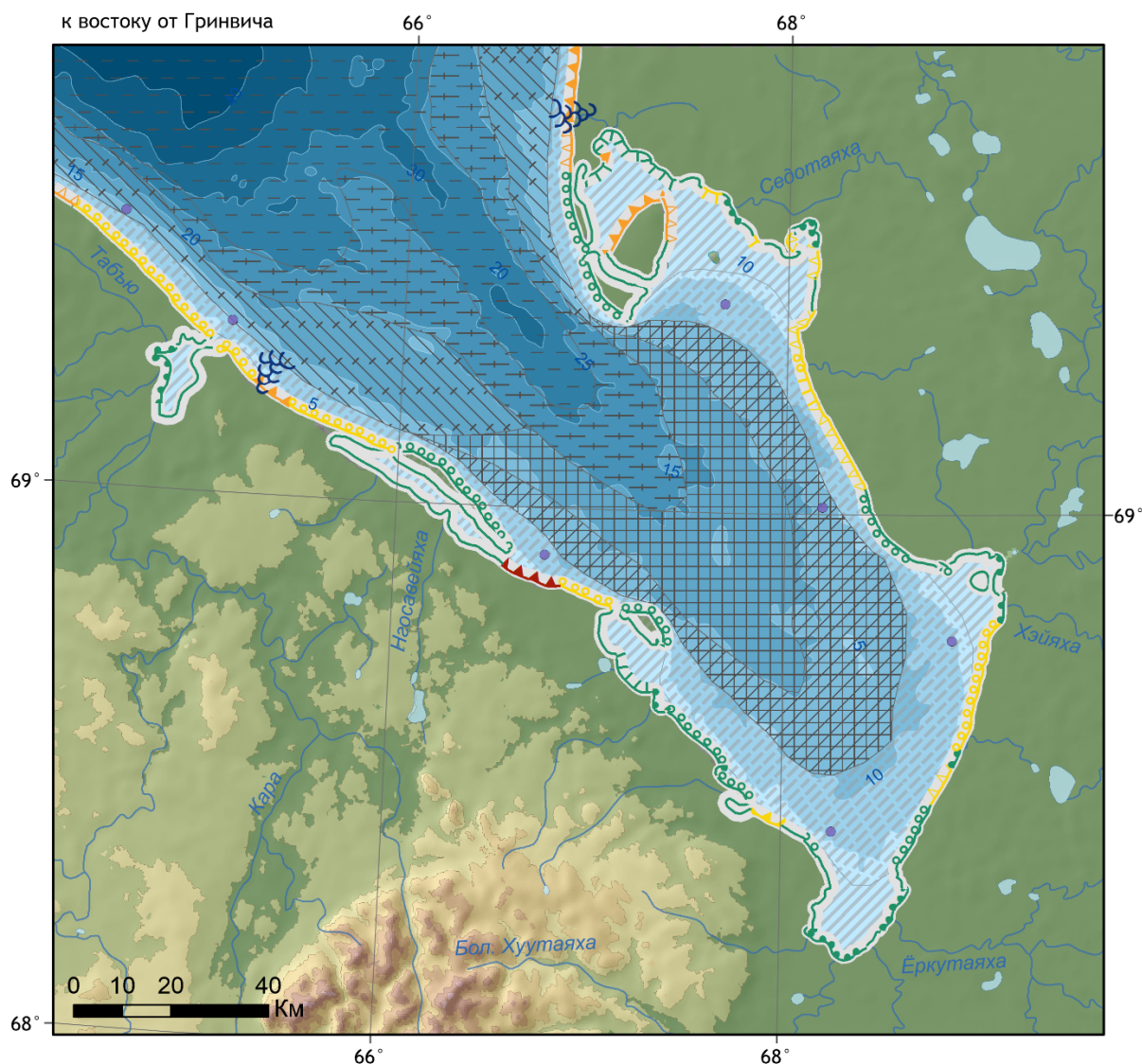


Рис. 1. Пример оформления карты абразионной и ледово-экзарационной опасности Байдарацкой губы Карского моря (<https://arcticcoast.ru/>)

Fig. 1. An example of the design of a map of the coastal erosion and ice-gouging hazards of Baydaratskaya Bay by the Kara Sea (<https://arcticcoast.ru/>)

Карты востребованы для принятия стратегических решений по освоению береговой зоны и обеспечения геотехнической безопасности.

Список литературы

1. Морская геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / науч. ред. В.П. Зенковича и Б.А. Попова. М.: Мысль, 1980, 280 с.
2. Ogorodov S., Aleksyutina D., Baranskaya A., Shabanova N. and Shilova O. Coastal erosion of the Russian arctic: An overview, *Journal of Coastal Research*, 2020, 95, 599–604. URL: <https://doi.org/10.2112/SI95-117.1>.
3. Огородов С.А. Роль морских льдов в динамике рельефа береговой зоны. М.: Изд-во Московского университета, 2011. 173 с.

УДК 629.78
ББК 39.62-082

Е.А. Павлова, В.А. Воропаев, М.В. Захваткин, А.И. Стрельцов
ФГУ «Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша
Российской академии наук»
г. Москва, Россия

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ
ВЫСОКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Ключевые слова: контроль космического пространства, баллистика, космический мусор, управление космическим движением, оптические телескопы.

Е.А. Pavlova, V.A. Voropaev, M.V. Zakhvatkin, A.I. Streltsov
Federal Research Center
M.V. Keldysh Institute of Applied Mathematics
of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

**ENSURING THE FLIGHT SAFETY OF HEO SATELLITES DESIGNED
FOR MONITORING THE ARCTIC ZONE
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Key words: space situation awareness, ballistics, space debris, space traffic management, optical telescopes.

В 2021 г. в Российской Федерации успешно запущен первый космический аппарат типа «Арктика-М», предназначенный для решения задач оперативной космической метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды Земли в арктическом регионе.

Во время выведения и в период нахождения космического аппарата на целевой высокоэллиптической орбите специалистами Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН осуществляется ежесуточный оптический мониторинг объекта с целью контроля состояния и уточнения его орбитальных параметров.

Успешное решение данных задач стало возможным благодаря Международной сети оптических телескопов (МСОТ ИПМ), располагающей более чем двумя десятками телескопов, расположенных в обоих полушариях Земли, а также наличием развитого программно-математического аппарата для баллистико-навигационного обеспечения космических полетов.

В качестве головной научной организации Российской академии наук по тематике изучения техногенной засоренности космоса Институт прикладной математики более полутора десятилетий занимается вопросами развития ситуационной осведомленности об объектах и событиях в околоземном космическом пространстве в интересах государственных организаций и зарубежных партнеров.

Полученные данные лежат в основе обеспечения безопасности космических полетов высокоорбитальных аппаратов российской орбитальной группировки и включают в себя выявление и прогнозированию опасных ситуаций, сопровождение падающих объектов (в том числе, недавнее событие неконтролируемого возвращения в атмосферу верхней ступени ракеты-носителя «Молния-М»), изучению популяции и уточнению модели распределения малоразмерной фракции космического мусора.

Отдельное внимание уделяется получению, обработке и анализу некоординатной (фотометрической) информации, позволяющей проводить оценку состояния как функционирующих аппаратов, так и неуправляемых объектов в околоземном космическом пространстве.

Перспективными направлениями исследований специалистов Института являются вопросы предупреждения астероидно-кометной опасности, классификации космических угроз и управления космическим движением.

Доклад проиллюстрирован уникальными фотографиями событий в околоземном космосе, полученными оптическими телескопами Международной сети.

УДК 556.535.5(985)
ББК 26.222.535

А.И. Петрученко

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАТОРНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА РЕКАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ключевые слова: *ледовые заторы, методы ослабления льда, средства борьбы с заторами, чрезвычайные ситуации, Крайний Север Российской Федерации.*

A.I. Petruchenko

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

PREVENTIVE METHODS OF RIVER ICE CONGESTION ON FAR NORTH TERRITORY

Key words: *ice congestion, preventive methods of river ice congestion, emergency situations, far north territory in Russian Federation.*

Затор льда – является наиболее характерным явлением на реках Крайнего Севера. Сочетание суровости климата и последовательности вскрытия рек приводит к тому, что заторные явления имеют ежегодную повторяемость. Часто именно заторные уровни воды значительно превосходят уровни весеннего половодья и паводков и, соответственно, являются источниками чрезвычайных ситуаций, связанных сподтоплением пониженных участков местности, низководных мостов, подмывом дорог, поэтому вопросы мониторинга, прогнозирования, предотвращения и оценки риска наводнений, вызванных заторами, для снижения их негативных последствий являются актуальными [1].

Затороопасные участки – это участки рек, где силы водного потока недостаточно для разрушения и переноса льда. На образование заторов влияют морфологические условия русла, такие как сужение, изменение уклона реки, островные участки, крутые повороты, места слияния рек. При этом забивается живое сечение реки и, как следствие, формируется затор [2].

Существуют противозаторные мероприятия разовые и долгосрочные. В данной работе будут рассмотрены основные проблемы разовых противозаторных мероприятий. Предупредительные противозаторные мероприя-

тия – это комплекс превентивных мер по недопущению скопления льда в устье реки, в него входят следующие методы.

Основной и серьезной проблемой чернения льда (его осуществляют угольной крошкой, пылью, землей, при этом ускоряется таяние, происходит смягчение льда и снимается напряжение на ледовых полях) является то, что для получения положительного результата необходима большая заблаговременность и ясная погода, в пасмурную погоду результат незначителен.

Химический метод основан на распределении реагентов по поверхности льда с целью снижения температуры его плавления. Основной проблемой данного метода является отрицательное влияние на экологическую обстановку в регионе использования.

Как и метод чернения, химический метод нуждается в довольно продолжительном периоде времени для применения, а для эффективного использования необходимо большое количество реагентного материала, поэтому данный метод считается скорее вспомогательным [4].

Ледорезные машины технически не применимы на тонком льду, так как ледовый покров должен обладать прочностью и толщиной, выдерживающей ледорезную технику. Работы по разрезанию льда производятся вплоть до перехода дневных температур воздуха через 0°C.

Взрывные работы, которые направлены на разрушение ледового покрова в точках скопления, негативно влияют на рыбный промысел и имеют довольно ограниченный район действия в связи с необходимостью в получении разрешения для каждого объекта инфраструктуры поблизости.

Наиболее эффективными являются ледокольные работы. Данный метод позволил значительно снизить количество заторных явлений в устье Северной Двины. Эффективность мероприятий в первую очередь зависит от водности реки [3].

К сожалению, все вышеописанные мероприятия объединяет один существенный недостаток – дороговизна их применения, что во многом объясняет ежегодные продолжающиеся затопления территорий и инфраструктуры вследствие заторных процессов на реках.

Список литературы

1. Агафонова С.А., Банщикова Л.С. Заторы и зажоры на реках арктической зоны России // Современные проблемы водохранилищ и их водосбросов: труды VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том 1. Пермь, 2009.
2. Банщикова Л.С. Наводнения на реках, вызванные заторами льда, методика их мониторинга и оценки риска: автореф. дис. ... канд. географ. наук. СПб.: РГГМУ, 2009.
3. Бузин В.А. Зажоры и заторы льда на реках России. ГГИ. СПб.: Эс Пэ Ха, 2015. 240 с.

4. Шахраманьян М.А., Векслер А.Б., Пчелкин В.И., Трегуб Г.Б. и др. Методические рекомендации по предотвращению образования ледовых заторов на реках Российской Федерации и борьбе с ними. М.: ФЦ ВНИИ ГОЧС, 2004. 234 с., с ил.
5. Agafonova S.A., Banshchikova L.S. River ice jams and hanging ice dams within the arctic zone of Russia // Modern problems of reservoirs and their catchments: proceedings of the VII All-Russian scientific-practical conference with international participation. Volume 1. Perm, 2009.
6. Banshchikova L.S. Floods on rivers caused by ice jams, methods of their monitoring and risk assessment, abstract of the dissertation. RSHU, 2009.
7. Shakhramanyan M.A., Veksler A.B., Pchelkin V.I., Tregub G.B. and others. Methodological recommendations for preventing the formation of ice jams on the rivers of the Russian Federation and combating them, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, 2004. 234 p., with illustrations.

УДК 528.854:551.462.32(985)

ББК 26.823.5+26.113.4

*Е.И. Пижанкова¹, А.В. Гаврилов¹,
А.А. Кучейко², Е.А. Балдина¹, В.Ю. Ширинова³*

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

² ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет);

³ АО «Российские космические системы»

г. Москва, Россия

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА БЕРЕГАХ, МЕЛКОВОДЬЯХ И МАЛЫХ ОСТРОВАХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования, термоабразия берегов, аккумулятивные формы рельефа, ледовитость, новообразование островов.

*Е.И. Pizhankova¹, A.V. Gavrilov¹,
A.A. Kucheiko², E.A. Baldina¹, V.Yu. Shirshova³*

¹ Lomonosov Moscow State University;

² Moscow Aviation Institute (National Research University);

³ JSC "Russian Space Systems"

Moscow, Russia

AEROSPACE METHODS IN THE STUDY OF EXOGENOUS GEOLOGICAL PROCESSES ON COASTS, SHALLOWS AND SMALL ISLANDS OF THE ARCTIC SHELF OF RUSSIA

Key words: remote sensing data, ice coverage, thermal abrasion of coasts, accumulative landforms, new formation of islands.

Актуальность исследований на шельфе и береговой зоне арктических морей связана с необходимостью обеспечения безопасности функционирования Северного морского пути и разработки шельфовых месторождений, включая создание инфраструктуры. Анализ разновременных аэрокосмических данных является эффективным методом изучения геологических процессов, развитых на мелководьях, берегах и островах арктического шельфа России, что обусловлено увеличением их доступности на интернет-сайтах. С другой стороны, эти районы для полевых исследований чрезвычайно труднодоступны, а экстраполяция данных, полученных на локальных участках, без использования аэрокосмических методов невозможна.

Работы по изучению динамики берегов путем сравнения положения береговых линий на космоснимках (КС) Landsat-7 (2000 г.) и архивных аэрофотоснимках (АФС, 1951–1952 гг.) были осуществлены для о. Новая Сибирь и продолжены для о-вов Бол. и Мал. Ляховские и южного берега пролива Дм. Лаптева (берег Ойогосский Яр). В результате этих исследований определены длина отступающих и нарастающих берегов, размытая за 50 лет площадь и скорость отступления на всем протяжении побережья. Оценен объем разрушенных пород. Выявлены основные природные факторы, влияющие на динамику берегов и выраженные через измеренные количественные параметры. Охарактеризованы прибрежные ландшафты, проведена типизация побережий и охарактеризованы типы разрушения берегов, составлена карта-схема величин отступления берега. Сравнение с более поздними КС (Landsat-8, 2013) показало увеличение скорости отступления берегов, обусловленное падением ледовитости арктических морей в XXI в. Средние скорости термоабразии, установленные для берегов о. Бол. Ляховский и Ойогосского Яра общей протяженностью более 250 км, увеличились в 1,3–2,9 раза и достигли 9,9–11,6 м/год. Скорости термоденудационного разрушения берегов, сложенных с поверхности ледовым комплексом, выросли в 1,7–1,9 раза, достигнув 7 м/год.

На шельфе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского распространены мелководья, возникшие на месте размытых в историческое время островов-реликтов ледового комплекса позднего неоплейстоцена. Донная термоабразия этих мелководий вследствие сокращения ледовитости в XXI в. сменилась осадконакоплением с образованием малых островов и банок. Об этом свидетельствуют КС Terra/MODIS, Landsat, Sentinel, на которых в летнее время при сгонных процессах фиксируются буруны на отмелях, а в зимнее время – стамухи. Таковы малые острова и отмели к западу и востоку от дельты р. Лены (о. Лейкина, банка Опасная, о. Затопляемый, о. Яя, Семеновское мелководье и др.). Часть из этих отмелей не отражена на навигационных картах. Для более крупных островов (о. Наносный) по разновременным КС Landsat, зафиксирована динамика берегов. Так, с 2000 по 2014 гг. отступление полуторакилометрового участка западного берега о. Наносный составило в среднем 55 м при максимальном 86 м, при этом было размыто 0.21 км² западного берега, а прирост площади на южной и северной оконечностях острова составил 0.36 км².

В Карском море исследовалась динамика берегов и экзогенные процессы островов Ушакова, Визе, Свердруп, Уединения, Воронина, Русский (арх. Норденшельда), Большой (о-ва Арктического Института), Тройной (о-ва Известий ЦИК), Халанго и др. с помощью данных космических съемок разного вида, времени съемки, пространственного разрешения и спектральных диапазонов: Terra, Landsat 1973–2021 гг. и Sentinel-1,-2 за 2016–2021 гг. Для детального изучения экзогенных процессов островов использовано глобальное покрытие WorldImagery созданное по снимкам GeoEye, WorldView-

2, 4 за последние годы (2010–2020 гг.). Процесс размыва берегов прослежен и оценён для островов Визе, Уединения, Свердруп, Воронина. В XXI веке отступление выступающих участков берега острова Визе достигало 150–300 м за 20-летний период, а скорости – 7 м/год. Ледниковая шапка о. Ушакова сокращается равномерно по периметру, причем скорость уменьшения его площади существенно увеличилась с начала 2000-х гг. Отступление кромки ледяного уступа за 1986–2002 гг. составляло 2 м/год, а за 2002–2021 гг. – 42 м/год (из них ~ 57 м/год за последние 5 лет).

В условиях падения ледовитости процесс наращивания берегов также активизировался. Этот процесс фиксировался для островов Визе, Уединения, Воронина. Устьевые участки водотоков, часто перегороженные барями и пересыпями, представляют собой расширения типа эстуариев. Они формируются за счет того, что морские припайные льды препятствуют стоку талых снеговых вод. Такие эстуарии дешифрируются в береговой зоне Таймыра и притаймырских островов (о. Русский, о-ва Комсомольской правды, о. Малый Таймыр и др.).

Многовременные композиты с когерентностью, составленные из радиолокационных данных (Sentinel-1), позволяют вне зависимости от погодных условий охарактеризовать изменения в состоянии поверхности островов, выделить участки с наличием растительного покрова, определить периоды ледостава на внутренних водоемах, площадь припайных льдов, фиксирующих береговую отмель, а также время наиболее активного воздействия морских льдов на берега.

Новые острова образуются при отступании выводных ледников и обнажении подледного рельефа. Оно было зафиксировано для ледников Новой Земли и Земли Франца-Иосифа. Общие потери площади ледника Вилькицкий (Южный) в 2020 г. составили около 1 км², а с 2013 по 2020 гг. – 3,5 км². Всего за 49 лет (1952–2020 гг.) площадь ледника Вилькицкого уменьшилась на 40,6 км². Потеря площади ледника Розе в 2020 году составила 0,6 км², а за последние семь лет (2013–2020 гг.) – 2,2 км². В результате быстрого отступления фронта ледников Вилькицкого (Южного) и Розе образовались два малых острова. Сокращение ледниковых куполов островов-ледяных шапок (о-ва Ушакова, Шмидта, Ева-Лив) может приводить к отчленению мысов и превращению их в острова. Это остров Месяцева, ранее являвшийся мысом о-ва Ева-Лив и мыс Земляной острова Шмидта.

УДК 629.78
ББК 39.62

А.А. Позин, Ю.А. Щукин
ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”»
г. Обнинск, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЧС

Ключевые слова: малые космические аппараты, ракетно-космическая техника, ракета-носитель сверхлёгкого класса.

А.А. Pozin, Yu.A. Shchukin
Scientific and Production Association “Typhoon”
Obninsk, Russia

APPLICATION OF SPACE TECHNOLOGIES FOR MES PROBLEMS SOLVING

Key words: smallspacecraft, rocket and space technology, ultralight-class launch vehicle.

В работе рассматриваются направления развития Арктического региона Российской Федерации с применением ракетно-космических технологий. Приведена оценка прогноза развития направлений ракетно-космической отрасли, и влияния её на все аспекты народно-хозяйственной деятельности региона в том числе и решением задач МЧС.

При формировании современных транспортно-космических систем основная задача заключается в предоставлении возможности использования малых космических аппаратов (МКА) и обеспечении их дешёвого запуска с помощью ракет-носителей сверхлёгкого класса (РН СЛК).

В работе рассматриваются интегральное влияние этих двух составляющих (РН СЛК и МКА) систем на базе прогнозов развития техники и технологий, в интересах развития Арктической Зоны (АЗ) Российской Федерации.

Проводится анализ различных путей решения рассматриваемой задачи, реализуемой в различных странах с развитой ракетно-космической отраслью.

Для минимизации затрат на запуск, также увеличения срока активного существования приводятся различные технологические инновационные решения и способы.

Предусмотрена современная технология демонстраторов на основе комплекса РК МР-30, базой которой является ракета МН-300, как космическая модификация базовой исследовательской геофизической ракеты.

Значительные практические результаты достигнуты и в применении экспериментальных спутниках-демонстраторах Д-33 («Аист-2Д»). В сжатые сроки с учётом финансовых ограничений отрабатываются новые решения и технологии для всех этапов создания МКА – от проектирования до испытаний. Работа с МКА строится по направлениям выполнения технологических и научных экспериментов.

Для оценки теоретических исследований и проектов по вопросам чрезвычайных ситуаций (ЧС), сформулированы задачи Российских систем (РС) ЧС и предложена методика оценки рисков применения РК средств, что даёт возможность ранжировать понятия (в существующих методиках) и управлять в развитии проектов.

В работе рассматриваются различные требования, предъявляемые как к МКА, так и к РН СЛК, для обеспечения их интегрирования в единую систему жизненного цикла ракетно-космической системы в АЗ.

Проводится анализ различных требований к эффективности выполнения целевой задачи системы, а также влияния на их основные показатели МКА и РН СЛК.

Проведён системный анализ и исследование основных проектных параметров РН СЛК, запускаемого с платформы типа «воздушный старт», обозначены основные технические характеристики этих объектов, внешние факторы, влияющие на облик средства выведения, параметры, определяемые разработчиком, показатели уровней готовности технологий. Разработаны алгоритмы решения задачи проектирования и реализации проекта в условиях ограничений поставленной задачи.

В работе проведён анализ различных способов практической реализации РН СЛК на базе существующих ракетных технологий с применением твёрдотопливных и жидкостных прототипов.

Также даётся апробация методологии, которая основывается на демонстрации примеров разработки проектов систем ракетно-космических исследований на базе модернизируемой отечественной ракетной техники, как эффективного демонстратора новых технологий для проведения опережающих лётных испытаний с целью реализации различных программ исследований в интересах прогнозирования устойчивого развития общества и Арктического региона.

Список литературы

1. Матвеев Ю.А., Позин А.А., Ильин В.К., Козедра П.А., Шершаков В.М. Вклад К.Э. Циолковского в устойчивое развитие общества. Инновационные проекты и технические решения // Научное значение трудов К.Э. Циолковского: история и современность: материалы 55-х научных чтений К.Э. Циолковского. Часть 2. Калуга: ИП «Стрельцов А.А.» (Издательство «Эйдос»), 2020. С. 97–101.

2. Матвеев Ю.А., Козедра П.А., Позин А.А., Шершаков В.М. Оптимизация подсистем космического объекта по оперативности, степени готовности и стоимости информационного продукта // Труды 44-х академических чтений по космонавтике. М.: МГТУ им. Баумана, 2020. С. 433–435.
3. Потапов С.Г., Кельян А.Х., Агиевич С.Н., Беспалов В.Л. Технология геопозиционирования через спутники-ретрансляторы // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского: история и современность: материалы 55-х научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Часть 2. Калуга: ИП «Стрельцов А.А.» (Издательство «Эйдос»), 2020. С. 101–104.
4. Позин А.А., Матвеев Ю.А., Юнак А.И. Прогнозирование и управление экологической безопасностью при реализации сложных технических проектов. М.: Изд-во МАИ, 2005. 367 с.
5. Roscosmos.ru 19.06.2021.23:23:10: Зоркий «Аист» Актуальные новости космонавтики. Выпуск 19.06.2021. Подготовлен по материалам открытых отечественных и зарубежных информационных источников.
6. Матвеев Ю.А., Позин А.А., Шершаков В.М. Системные вопросы создания ракет-носителей сверхлёгкого класса // Вестник ФГБУ «НПО им. Лавочкина. 2019. № 2(44). С. 37–43.

УДК 614.88:629.7

ББК 39.680.9

А.В. Поляков, М.В. Поляков, Е.А. Ильин, В.М. Усов
ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации
Институт медико-биологических проблем Российской академии наук
г. Москва, Россия

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ
ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ ЭКИПАЖЕЙ
РОССИЙСКОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ РОС
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Ключевые слова: Российская орбитальная станция, экипаж, аварийная посадка, выживание, поисково-спасательная операция, беспилотные летательные аппараты.

A.V. Polyakov, M.V. Polyakov, E.A. Ilyine, V.M. Usov
State Scientific Center of the Russian Federation
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

**PROPOSALS FOR ORGANIZING MEDICAL SUPPORT
FOR SEARCH AND RESCUE OPERATIONS DURING EMERGENCY
LANDING OF RUSSIAN ORBITAL STATION CREW
IN THE FAR NORTH CONDITIONS**

Key words: Russian orbital station, crew, emergency landing, survival, search and rescue operation, unmanned aerial vehicles.

В настоящее время проводятся работы, направленные на создание Российской орбитальной станции (далее – РОС). Определено полярное наклонение рабочей орбиты полета РОС. Обеспечение полетов экипажей РОС предполагается осуществлять с нового российского космодрома «Восточный».

Следовательно, трассы полета как РОС, так и космических кораблей) будут проходить над территориями Крайнего севера России.

В космических полетах существуют риски развития нештатных ситуаций, так как нельзя обеспечить абсолютную надежность ракето-носителей и бортовых систем космических аппаратов, избежать развития заболеваний и травм у членов экипажа [5].

Опыт пилотируемых полетов показывает, что отказы оборудования пилотируемых космических аппаратов возможны практически на всех участках полета. Серьезные аварийные ситуации, приведшие к нештатным

посадкам космонавтов, и катастрофы имели место на этапах запуска и выведения пилотируемых космических кораблей на орбиту и в процессе спуска спускаемого аппарата космического корабля на Землю.

С точки зрения организации оказания медицинской помощи экипажам, совершившим вынужденную посадку в районах Крайнего Севера, имеются особенности, обусловленные влиянием специфических климатогеографических факторов, наиболее значимыми из которых будут воздействие холода, связь зимнего сезона с полярной ночью, протяженные безлюдные пространства и малонаселенность, отсутствие развитой дорожной сети и др. [4].

Все это необходимо учесть при разработке системы медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов на РОС, так как они будут сопровождаться риском досрочного экстренного покидания экипажем РОС с аварийной посадкой возвращаемых аппаратов на удаленные территории Крайнего Севера России. Приземление экипажей РОС в нештатные районы, должны рассматриваться, как ситуация высокого риска развития неблагоприятных последствий для жизни и здоровья членов экипажа.

В климатогеографических зонах Крайнего Севера России при аварийной посадке, в условиях воздействия холодового фактора, малонаселенности и труднодоступности существенно осложняется организация поиска и спасания космонавтов, включая и медицинское обеспечение. Можно предположить, что увеличатся и сроки поисково-спасательной операции (ПСО). Следовательно, до прибытия группы поиска и спасания экипажу, совершившему аварийную посадку, достаточно долгий период времени придется самостоятельно выживать в экстремальных условиях, используя для этого ограниченное по составу и количеству имущество носимого аварийного запаса и имеющиеся в районе приземления подручные средства.

В этих ситуациях, в экстремальных условиях внешней среды экипаж должен быть готов к автономному выживанию, используя имеющиеся у него средства спасения, включая средства оказания медицинской помощи и быть подготовлен к использованию подручных средств.

Целесообразно, учитывая крайне тяжелые климатогеографические условия Крайнего Севера, отсутствия путей сообщения и труднодоступность мест аварийной посадки, при разработке схем ПСО, включая и организацию оказания медицинской помощи экипажу РОС, совершившему вынужденную посадку в районах с высоким риском холодовой травмы, обеспечить взаимодействие с местными структурами системы МЧС, имеющими большой практический опыт выполнения аналогичных работ в этих условиях. Для обеспечения мобильности и сокращения сроков операции по поиску и спасанию аварийных космических экипажей целесообразно применять, в основном, авиационные средства [1; 3].

В связи с тем, что погодные условия Крайнего Севера не всегда будут способствовать эффективному использованию авиационного транспорта

для реализации задач ПСО экипажей РОС, а использование наземных средств приведет к значительному увеличению сроков операции, необходимо организовать пополнение аварийных запасов и дооснащение терпящих бедствие космонавтов всем необходимым для самостоятельного выживания, включая и медицинским имуществом.

Необходимо максимально быстро обнаружить место где находится приземлившийся экипаж, организовать связь и доставить недостающие средства, необходимые для его выживания, включая имущество и медикаменты для проведения медицинских мероприятий и т.п.

Для этого, а также поиска месторасположения аварийной посадки экипажа РОС могли бы использоваться БПЛА, которые в настоящее время уже достаточно широко и эффективно применяются в решении проблем освоения и развития Северного региона [2]. Используя БПЛА можно было бы решить и транспортные задачи по доставке аварийному экипажу необходимые для выживания средства, включая медицинские укладки и медицинскую диагностическую аппаратуру.

Опыт показывает, что с точки зрения безопасности применение БПЛА имеет неоспоримые преимущества, так как исключен риск падения воздушного судна с экипажем в сложных погодных метеоусловиях.

Следовательно, использование авиационных комплексов с БПЛА в их составе является одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности поисково-спасательных работ в условиях Крайнего Севера в районе аварийной посадки экипажа РОС.

Список литературы

1. Грязнов С.Н., Малышев В.П. Обеспечение комплексной безопасности при освоении ресурсной базы Арктической зоны Российской Федерации // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2014. № 1. Т. 4.
2. Кишалов А.Е., Галимзянова Р.Р. Применение БПЛА в задачах подразделений МЧС // Молодежный вестник УГАТУ. Ежемесячный журнал. Уфа: УГАТУ, 2015. № 1(13). С. 74–79.
3. Нестеренко А.Г. Анализ проблемы организации управления и взаимодействия при ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктическом регионе // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 3(35). С. 71–77.
4. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1(17). С. 70–75.
5. Шибанов Г.П. Общие требования к безопасности полетов // Здоровье, работоспособность, безопасность космических экипажей. М.: Наука, 2001. 501 с. (Космическая биология и медицина; Т. IV).

УДК 349.6+338.2(481-922.1)
ББК 26.829(4Нор,99)

А.К. Порцель
ФГАОУ ВО «Мурманский государственный
технический университет»
г. Мурманск, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ШПИЦБЕРГЕНА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Ключевые слова: Парижский договор о Шпицбергене, Горный устав, закон «Об охране окружающей среды на архипелаге Шпицберген», экология.

A.K. Portcel
Murmansk State Technical University
Russia, Murmansk

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF SPITSBERGEN AND ECONOMIC ACTIVITY

Key words: Paris Treaty on Spitsbergen, Mining Code for Svalbard, Svalbard Environmental Protection Act, ecology.

Одновременно с переходом Шпицбергена в 1920 г. под суверенитет Норвегии королевство взяло на себя обязанность следить за соблюдением единых правил деятельности всех участников, особенно – в сфере экономики, чтобы обеспечить защиту и сохранение уникальной природы архипелага, очень уязвимой для антропогенного воздействия. Парижский договор и Горный устав закрепляют свободу экономической и иной невоенной деятельности, одновременно четко оговаривая и те случаи, когда норвежские власти могут запретить эту деятельность. Одним из таких случаев запрета является необходимость сохранения уникальной природы архипелага, его флоры и фауны.

В 50-е гг. XX века Норвегия взяла курс на вытеснение с архипелага всех прочих участников Парижского договора, прежде всего – нашей страны. Эта линия прослеживается и в XXI веке. Указанная стратегия проявилась прежде всего в том, что власти Свальбарда под лозунгом защиты окружающей среды архипелага и его биологических ресурсов стремятся ограничить до минимума любую активность участников Парижского договора. Надо, однако, отметить, что и сами норвежцы были не безгрешны в вопросах загрязнения окружающей среды. В связи с этим власти Свальбарда ужесточали свою экологическую политику и по отношению к своим соотечественникам.

Новый всплеск экологической активности на Шпицбергене с норвежской стороны отмечен в 90-х гг. XX века. Норвежские власти опираются на солидную законодательную базу, одним из главных элементов которой является норвежский закон «Об охране окружающей среды на архипелаге Шпицберген» (2001 г.). В законе сказано, что «каждая деятельность, осуществляемая на Свальбарде, должна оцениваться с точки зрения той совокупной нагрузки, которой будут подвергнуты окружающая природная среда и памятники культуры в связи с ее осуществлением» [1, §8]. Но механизм определения этой «совокупной нагрузки» вызывает немало споров у заинтересованных лиц и организаций. Принятие этого закона вызвало ряд протестов со стороны хозяйствующих субъектов.

В 2007 г. был создан Фонд защиты окружающей среды Шпицбергена. В настоящее время 65% территории архипелага и 87% прилегающей акватории являются охраняемыми зонами [3, р. 26]. В 2013–2015 гг. администрация губернатора Свальбарда разработала «План управления национальными парками в западной части Шпицбергена». Он предусматривает «введение существенных ограничений на проведение научного, хозяйственного, промыслового и туристического видов деятельности» [2].

Не отрицая необходимости защиты природы архипелага, советская/российская сторона в то же время не раз указывала, что стремление норвежских властей к охране экологии на деле является политикой ограничения экономической деятельности участников Парижского договора.

На сегодняшний день в Норвегии и в России действуют разные подходы к регулированию экологического законодательства и его применению в особо охраняемых территориях Арктики. Аналогичные расхождения в сфере охраны окружающей среды есть и у остальных участников Парижского договора. В связи с этим, очевидно, что исходить надо не из приоритета норвежских законов, а из приоритета международных соглашений, то есть выработать такой правовой акт, который бы учитывал весь международный опыт экологической защиты в Арктике. Шпицберген может стать уникальной площадкой по наработке международного опыта «зеленой экономики».

Список литературы

1. Закон об охране окружающей природной среды архипелага Свальбард [на рус. яз.] // Government.no. Statsministerenskontor.no. URL: <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/-----/id440506/> (дата обращения: 18.03.2018).
2. Карпова А. Хрупкий мир у наших ног // Русский вестник Шпицбергена. 2013, май-июнь. № 5. С. 26–27.
3. Report № 22 (2008–2009) to the Storting. Svalbard. Oslo. Norwegian Ministry of Justice and the Police, 2010. 128 p.

УДК 004.89:528.8:614.84
ББК 43.488с51

И.О. Починок, И.М. Лазарева, О.И. Ляш
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

МОНИТОРИНГ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТОЧЕК ВОЗГОРАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ¹

Ключевые слова: мониторинг, природные пожары, арктический регион, анализ спутниковых данных, сверточная нейронная сеть, программный продукт.

I.O. Pochinok, I.M. Lazareva, O.I. Lyash
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

THE OCCURRENCE IGNITION POINTS FOREST FIRES MONITORING IN THE MURMANSK REGIONBASED ON THE USING OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Key words: monitoring, wildfires, Arctic region, satellite data analysis, convolutional neural network, software product.

Особенности арктической зоны не являются препятствием для регулярного возникновения пожароопасных ситуаций. Данные природные явления представляют особую опасность для лесных насаждений, населённых пунктов и людей, находящихся в них.

Привычные методы обнаружения лесных возгораний, такие как наземный мониторинг, аэрофотосъёмка – широко применяются повсеместно. Но возникают проблемы со своевременным получением информации о появлении природных пожаров на территориях, значительно удалённых от мест проживания человека.

Использование спутниковых данных для мониторинга пожарной обстановки является более быстрым и более эффективным способом получения объективной и независимой информации для оперативного принятия решений по борьбе со стихией нежели использование ранее перечисленных методов.

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

Как следствие, активное детектирование пожаров по данным спутниковых наблюдений имеет решающее значение для управления политикой сохранения окружающей среды и людских жизней.

Возможности дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в сочетании с технологиями искусственного интеллекта позволяют охватить значительные территории и при этом выполнять детектирование нестандартных ситуаций с достаточно высокой скоростью и точностью.

Алгоритмы активного обнаружения термальных точек, как правило, основаны на сравнении значений пикселя с фиксированным порогом в определённых диапазонах и статистических данных из окружающего их региона. Наличие цифровых изображений позволяет реализовать автоматическое определение пожара, благодаря использованию технологий компьютерного зрения.

В настоящее время самым оперативным способом обнаружения и мониторинга пожарной обстановки в лесах и степях является использование данных сканирующих систем MODIS/Terra (Aqua) и AVHRR/NOAA. Космические аппараты снимают одну и ту же территорию несколько раз в сутки, что позволяет следить за возникновением и развитием лесного пожара. Очаги возгорания можно дешифровать как визуально, так и, что более важно, автоматизировано, используя яркостные температуры, регистрируемые в тепловых каналах. Для выявления очагов возгорания предлагается автоматизировать получение снимков со спутника с периодичностью минимум три раза в сутки.

Реализованный программный модуль использует свёрточную нейронную сеть (CNN), обученную на результатах работы комбинации наиболее известных алгоритмов обнаружения активных пожаров (KumarandRoy (2018), Murphyetal. (2016), Schroederetal. (2016)). Данные алгоритмы обнаружения термальных точек реализуют сравнение значений пикселя с фиксированным порогом в определённых диапазонах и статистических данных из окружающего их региона, а также позволяют реализовать автоматическую генерацию масок сегментации спутниковых снимков. Решение о фиксации возникновения пожара принимается на основе использования схемы голосования: должны совпасть результаты не менее двух методов.

Подбор методов обусловлен еще и тем, что данные решения подходят для широко используемых датчиков VIIRS и MODIS, что позволит охватить большее количество спутников, в том числе полезных для контроля территории Мурманской области.

Для подготовки работы CNN была использована общедоступная база данных, включающая в себя снимки, сделанные по всему миру за август-сентябрь 2020 г., за исключением Антарктики. При этом каждый прямоугольник снимка соответствовал сцене изображения Landsat-8 WRS размером $\approx 7\,600 \times 7\,600$ пикселей, покрывающей площадь 185×180 км.

Полученные с помощью трех наборов условий, соответствующих выбранным алгоритмам, изображения масок выявленных очагов пожаров были использованы для дальнейшего обучения свёрточной нейронной сети.

Реализованная в работе CNN основана на популярной архитектуре для сегментации изображений U-Net. U-Net – это свёрточная сеть с двумя симметричными половинами: первая содержит в себе операции объединения, что позволяет уменьшить разрешение данных, а вторая с операциями повышения дискретизации, которые восстанавливают исходное разрешение данных.

В результате работы CNN на выходе имеет 1-канальное бинарное изображение 256×256 пикселей, где 1 и 0 представляют собой соответственно горящие и не горящие пиксели. Для получения этих двоичных выходных данных, выходы CNN сравниваются с пороговым критерием, так что любой пиксель со значением свыше 0,25 будет зафиксирован как 1.

Апробация работоспособности программы была проведена на данных о пожарах на территории Кольского полуострова за 2022 г. В результате, из проанализированных 10 пожаров, 9 было обнаружено, а 6 из них были определены раньше, чем указано в предоставленных данных.

Полученные результаты показывают, что предложенный подход к обнаружению природных пожаров с использованием методов глубокого обучения на основе данных дистанционного зондирования Земли может стать эффективным инструментом наряду с уже имеющимися методами обнаружения пожаров.

УДК 677.494:678.742.3

ББК 35.732.21

Н.П. Пророкова^{1,2}, С.Ю. Вавилова¹

¹ ФГБУН «Институт химии им. Г.А. Крестова Российской академии наук»;

² ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»
г. Иваново, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА, УСТОЙЧИВЫХ К ВОЗДЕЙСТВИЮ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Ключевые слова: полипропилен, формование из расплава, композиционная нить, покрытие, политетрафторэтилен, адгезионная прочность

N.P. Prorokova^{1,2}, S.Yu. Vavilova¹

¹ G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences;

² Ivanovo State Polytechnic University
Ivanovo, Russia

PREPARATION AND PROPERTIES OF POLYPROPYLENE-BASED FIBROUS MATERIALS RESISTANT TO LOW TEMPERATURES

Key words: Polypropylene, melt spinning, composite yarn, coating, polytetrafluoroethylene, adhesive strength

Одним из наиболее востребованных синтетических материалов в настоящее время является полипропилен (ПП). Однако материалы на основе обычного ПП не способны функционировать при низких температурах.

Настоящая работа посвящена получению на основе ПП композиционных нитей типа «ядро-оболочка». Сердцевина их состоит из ПП, а поверхность представляет собой устойчивое ультратонкое покрытие из политетрафторэтилена (ПТФЭ), который легко переносит воздействие низких температур. Такие нити можно получить по технологии формования термопластичных нитей из расплава, отличающейся от стандартной тем, что на стадии замасливания на нить наносится композиция на основе высокодисперсной суспензии ПТФЭ. Нанесение суспензии ПТФЭ на поверхность свежесформованной горячей нити, подвергающейся продольной деформации, обеспечивает формирование сплошного слоя ПТФЭ. В дальнейшем, на стадии ориентационного вытягивания, толщина покрытия, за счет способности ПТФЭ к псевдотеку и высокому коэффициенту теплового расширения, значительно уменьшается. Покрытие приобретает равномерность, становится ориентированным и прочно фиксируется на поверхности каждого отдельного филамента. Основные характеристики такой нити очень близки к характеристикам нитей, полностью состоящих из фторопласта, а стоимость композиционной нити значительно ниже.

Внедрение в структуру ультратонкого ПТФЭ покрытия небольшого количества стабилизированных металлсодержащих наночастиц, обладающих биологической активностью, позволяет дополнительно улучшить ряд свойств композиционной нити на основе ПП. Поверхностное электрическое сопротивление нити существенно снижается, что свидетельствует об уменьшении ее электризуемости. Композиционная нить на основе ПП приобретает барьерные антимикробные свойства. Исследовано также влияние на адгезионные характеристики и прочность таких нитей длительного воздействия низких температур и химически агрессивных сред. Показано, что после 24-часового воздействия концентрированной азотной кислоты при комнатной температуре адгезионная прочность контакта между ПТФЭ покрытием с внедренными металлсодержащими наночастицами и ПП подложкой не изменяется. Разрывная нагрузка такой нити после длительного воздействия низких температур и химически агрессивных жидкостей остается на исходном уровне. Это доказывает высокую устойчивость нанесенного на нить гибридного покрытия к указанным эксплуатационным воздействиям.

Список литературы

1. Пат 2522337 РФ / Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М. Синтетические нити с высокой хемостойкостью и низким коэффициентом трения. Заявлено 14.12.2012. Опубликовано 10.07.2014. Бюл. № 19. Приоритет 14.12.2012.
2. Пат 2522338 РФ / Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Кумеева Т.Ю., Морыганов А.П., Бузник В.М. Способ получения синтетических нитей. Заявлено 14.12.2012. Опубликовано 10.07.2014. Бюл. № 19. Приоритет 14.12.2012.
3. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Бузник В.М. Механические характеристики полученной по новой технологии полипропиленовой нити с покрытием на основе политетрафторэтилена // Химическая технология. 2020. Т. 21, № 9. С. 409–417.
4. Вавилова С.Ю., Пророкова Н.П., Холодков И.В., Кумеева Т.Ю. Покрытие на основе политетрафторэтилена, содержащее магнетит, сформированное на полипропиленовой нити: устойчивость к адгезионному разрушению // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2022. № 2. С. 29–35.
5. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouzник V.M. A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene // Journal of Fluorine Chemistry. 2017. V. 204. P. 50–58.
6. Prorokova N., Vavilova S. Properties of polypropylene yarns with a polytetrafluoroethylene coating containing stabilized magnetite particles // Coatings. 2021. V. 11. P. 830.

УДК 614.8:629.78(985)
ББК 39.62+68.9

О.И. Рожко

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ПРИ ПУСКАХ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ПРИПОЛЯРНЫЕ И СОЛНЕЧНО-СИНХРОННЫЕ ОРБИТЫ

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, мониторинг чрезвычайных ситуаций, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, риски чрезвычайных ситуаций, совершенствование мониторинга и прогнозирования, система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, информационно-прогнозное пространство.

O.I. Rozhko

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

FORECASTING OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE ARCTIC ZONE DURING LAUNCHES OF SPACE ROCKETS INTO CIRCUMPOLAR AND SUN-SYNCHRONOUS ORBITS

Key words: emergency situations, monitoring of emergency situations, forecasting of emergency situations, risks of emergency situations, improvement of monitoring and forecasting, emergency monitoring and forecasting system, information and forecasting space.

Одной из научных задач, решаемых ВНИИ ГОЧС (ФЦ) (далее – Институт) в рамках совершенствования научных основ мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС) является осуществление научно-обоснованных эффективных оперативных прогнозов техногенного характера на территории Российской Федерации для подразделений центрального аппарата и территориальных органов МЧС России, центров управления в кризисных ситуациях, группировок сил МЧС России, а также профильных органов государственной власти, государственных корпораций¹.

¹ Подп. 4 п. 4.5 разд. «Основные научно-технические проблемы, решаемые ВНИИ ГОЧС (ФЦ) в 2021–2025 гг.». Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий). Аналитический доклад // ВНИИ ГОЧС (ФЦ). М., 2021.

Соответственно, одним из научно-практических направлений космической деятельности, осуществляемой в целях мониторинга и прогнозирования ЧС техногенного, техногенно-социального и природно-техногенного характера, является прогнозирование ЧС, возможных в результате падения, разрушения ракетно-космического изделия (космического аппарата), наиболее вероятных при пусках ракет космического назначения (РКН) (далее – ЧС при пусках РКН).

Прогнозирование ЧС при пусках РКН осуществляется в качестве реализации требования о ракетно-космических катастрофах и авариях на стартовых комплексах и в населенных пунктах и вне стартовых комплексов и населённых пунктов. В соответствии с п. 1.1.8 Критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, утвержденных приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429, к ЧС относится любой факт падения и (или) разрушения ракетно-космического изделия (космического аппарата).

Договорные основы. Межведомственная рабочая группа

1. Основными участниками межведомственного взаимодействия на случай аварий при пуске РКН с космодромов Байконур и «Восточный» являются МЧС России, ФМБА России, Росгидромет, Роскосмос. Пуски с космодрома «Плесецк» обуславливают необходимость участия в этом взаимодействии Минобороны России.

2. В то же время, в части прогноза ЧС при пуске РКН, информация о которых предусмотрена пп. 1.1.8 Критериев информации о чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденных приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429 (далее – прогноз ЧС), решен ряд вопросов организации предусмотренного Соглашением взаимодействия, а именно:

- принято решение о необходимости единого (межведомственного) порядка мониторинга, прогнозирования и анализа ЧС¹;
- принято решение о создании постоянной межведомственной рабочей группы (МвРГ) научно-прикладного характера в целях реализации Соглашения – т.е. проведения заранее согласованных мероприятий прогнозирования ЧС при нештатных ситуациях, возможных при запуске конкретных космических аппаратов с космодромов Байконур и «Восточный».

Формат информационного взаимодействия

1. Информационное взаимодействие между Институтом и организациями Госкорпорации «Роскосмос» согласуется с положениями Концепции создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении ЧС².

¹ В дальнейшем поручение закреплено протоколом от 12.03.2021 № 1/21-пр, п. 4, ч. 1.

² Концепции создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций принята решением Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (протокол заседания от 18.06.2013 № 4, разд. 1).

2. На данном этапе формой такого информационного взаимодействия выбрана специализированная научно-практическая конференция (СМК), организуемая Институтом по средствам видеоконференцсвязи, предоставляемой Госкорпорацией «Роскосмос».

3. Целью СМК является формирование постоянно действующего канала прямой и обратной связи с уполномоченными и потенциальными участниками процесса.

4. Международный формат СМК определяется потенциальным участием представителей заинтересованных иностранных органов и организаций в связи с полетом РКН над территорией соответствующих государств (например, Республика Казахстан¹) или владением космическим объектом, запускаемым на околоземную орбиту в составе РКН.

Список литературы

1. Федеральный закон «О безопасности» от 28.12.2010 № 390-ФЗ.
2. Закон РФ «О космической деятельности» от 20.08.1993 № 5663-1.
3. Федеральный закон «О Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» от 13.07.2015 № 215-ФЗ.
4. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
5. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 20.12.2019) «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
6. Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях».
7. Постановление Правительства РФ от 17.05.2011 № 376 (ред. от 11.06.2016) «О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров» (вместе с «Правилами введения чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, и взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления в условиях таких чрезвычайных ситуаций»).

¹ Необходимо учесть, что в соответствии с п. «с» ст. 1 Конвенции о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами (далее – Конвенция), под *запускающим государством* принято понимать как государство, которое осуществляет или организует запуск космического объекта, так и государство, с территории или установок которого осуществляется запуск космического объекта. Также согласно п. 3 ст. 5 Конвенции, государство, с территории которого или с установок которого производится запуск космического объекта, всегда рассматривается в качестве участника совместного запуска.

УДК [502.175:551.464.679](268.45)

ББК 26.221.8

Н.А. Росновская., А.И. Крышев., И.И. Крышев
ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”»
г. Обнинск, Россия

ПОКАЗАТЕЛИ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ

Ключевые слова: Арктика, экологический риск, радиация, Баренцево море, Карское море, контрольный уровень, интегральный показатель загрязнения, обобщенный показатель риска.

N.A. Rosnovskaya, A.I. Kryshev, I.I. Kryshev
Research and Production Association “Typhoon”
Obninsk, Russia

INDICATORS OF RADIATION ECOLOGICAL RISK FOR THE BARENTS AND KARA SEA

Key words: Arctic, environmental risk, radiation, Barents Sea, Kara Sea, control level, integral reduction index, generalized risk index.

Большая часть потенциальных источников загрязнения Арктики находится в Баренцевом и Карском морях. В связи с этим, приведенные территории нуждаются в постоянном мониторинге, анализе и оценке риска загрязнения окружающей среды от источников радиоактивной опасности по таким радионуклидам, как ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$. Согласно рекомендациям Росгидромета [1] для оценки радиационно-экологического риска используется несколько показателей, в том числе интегральный показатель загрязнения (ИПЗ) компонентов природной среды и обобщенный показатель риска (ОПР). Целью работы является оценка ИПЗ и ОПР в воде и донных отложениях Баренцева и Карского морей по данным радиоэкологического мониторинга.

Для определения ИПЗ и ОПР воды и донных отложений предварительно были определены показатели качества (коэффициенты накопления радионуклидов в биоте, коэффициенты распределения радионуклидов между морской биотой и донными отложениями, контрольные уровни содержания радионуклидов в компонентах природной среды ($A_{i,min}$)) морской среды по уровню удельных активностей (A_i) [2]. Для этого была создана база данных мониторинга о содержании удельных активностей в воде, донных отложениях и биоте. С учетом экологической значимости, радиационной нагрузки, радиочувствительности и доступности для мониторинга были

определены представительные (референтные) организмы. Результирующими контрольными уровнями были выбраны их минимальные значения среди представительных организмов, обеспечивая защиту наиболее уязвимого звена морской экосистемы. Для расчета ИПЗ по Баренцеву морю использовались следующие $A_{i,min}$: $^{137}\text{Cs} - 115$, $^{239,240}\text{Pu} - 0,1$, $^{90}\text{Sr} - 439$ Бк/л – для воды; $^{137}\text{Cs} - 49$, $^{90}\text{Sr} - 190$, $^{239,240}\text{Pu} - 24$ кБк/кг – для донных отложений. $A_{i,min}$ содержания техногенных радионуклидов в компонентах Карского моря составили: по $^{137}\text{Cs} - 52$, $^{90}\text{Sr} - 300$, $^{239,240}\text{Pu} - 0,041$ Бк/л – для воды; $^{137}\text{Cs} - 83$, $^{90}\text{Sr} - 300$, $^{239,240}\text{Pu} - 2,2$ кБк/кг – для донных отложений [2].

ИПЗ (безразмерный) рассчитывали по следующей формуле [1]:

$$\text{ИПЗ} = \sum_i \frac{A_i}{A_{i,min}} \quad (1)$$

где A_i – активность i -го радионуклида в воде, Бк/л, или в донных отложениях Бк/кг сырого веса; $A_{i,min}$ – контрольный уровень активности i -го радионуклида в воде, Бк/л, или в донных отложениях Бк/кг сырого веса.

ОПР от радиоактивного загрязнения окружающей среды рассчитывали по формуле:

$$\text{ОПР} = A_{np} \cdot A_{вр} \cdot \text{ИРВ}_\sigma \quad (2)$$

где A_{np} – коэффициент, учитывающий пространственный масштаб загрязнения территории, безразмерный; $A_{вр}$ – коэффициент, учитывающий временной масштаб радиационного воздействия, безразмерный; ИРВ_σ – показатель интенсивности радиационного воздействия на компоненты природной среды, безразмерный [1].

В таблицах 1 и 2 представлены результаты расчетов ИПЗ воды и донных отложений и определения ОПР. Погрешность оценки ИПЗ составила 30–35%, однако в локальных участках загрязнения ошибка могла достигать 50%.

Таблица 1

**Результаты расчета интегральных показателей загрязнения
и обобщённых показателей риска от радиоактивного
загрязнения морской воды**

Объект оценки	ИПЗ морской воды	Вклад доминирующего радионуклида	ОПР
Баренцево море	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (66 %)	9
К-159	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (62 %)	3
Карское море	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (67 %)	9
Залив Литке	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (58 %)	12
Залив Степового	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (58 %)	12
Новоземельская впадина	$4,1 \cdot 10^{-4}$	^{90}Sr (53 %)	12

Согласно расчетным оценкам ИПЗ морской воды в районе затопления АПЛ К-159 близок к фоновому значению в открытом Баренцевом море. В

заливах Новой Земли и Новоземельской впадине ИПЗ на порядок превышает фоновое значение. Наибольший вклад в ИПЗ воды Новоземельской впадины дает ^{90}Sr , в остальных случаях доминирует $^{239,240}\text{Pu}$ (от 58 до 67%). С учетом полученных оценок ОПР, воздействие на радиационную обстановку по Новоземельской впадине, заливам Литке и Степового оценили как слабое, по открытым морям и К-159 – как незначительное, согласно [1].

Таблица 2

**Результаты расчета интегральных показателей загрязнения
и обобщённых показателей риска от радиоактивного загрязнения
донных отложений**

Объект оценки	ИПЗ донных отложений	Вклад доминирующего радионуклида	ОПР
Баренцево море	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (69 %)	9
К-159	$1,2 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs (75 %)	6
Карское море	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (87 %)	9
Залив Литке	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (63 %)	12
Залив Степового	$1,3 \cdot 10^{-2}$	^{137}Cs (68 %)	12
Новоземельская впадина	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$^{239,240}\text{Pu}$ (71 %)	12

Из таблицы видно, что ИПЗ донных отложений в районе затопления К-159 превышает на порядок значение по открытому Баренцеву морю, в заливе Степового на два порядка выше фонового значения, в заливе Литке и Новоземельской впадине в 2–3 раза выше значения по открытому Карскому морю. Вклад в ИПЗ донных отложений всех перечисленных объектов оценки определялся $^{239,240}\text{Pu}$ (от 63 до 87%) или ^{137}Cs (от 71 до 75%). Таким образом, в соответствии с оценками ОПР воздействие на радиационную обстановку: незначительное для открытых морей и К-159, слабое для Новоземельской впадины, заливов Литке и Степового.

Несмотря на относительно небольшое воздействие рассмотренных объектов на радиационную обстановку, с учетом их потенциальной опасности, данная территория нуждается в постоянном мониторинге, анализе и оценке для своевременного выявления радиационно-экологических изменений в окружающей среде.

Список литературы

1. Порядок оценки риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды по данным мониторинга радиационной обстановки: рекомендации Р-52.18.923-2022 / Росгидромет. Обнинск: ФГБУ НПО «Тайфун», 2022. 22 с.
2. Росновская Н.А., Крышев А.И., Крышев И.И. Определение в воде и донных отложениях Баренцева моря контрольных уровней содержания радионуклидов, обеспечивающих приемлемый экологический риск // Морской биологический журнал. 2022. Т. 7, № 4. С. 70–80.

УДК 504.062(470.21)
ББК 26.221.8

Е.А. Румянцева, Г.Г. Гогоберидзе
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

ОЦЕНКА РИСКОВ АРКТИЧЕСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: Арктика, береговая зона, риски, процессы природопользования, природные и техногенные факторы.

E.A. Rumiantceva, G.G. Gogoberidze
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

RISK ASSESSMENT OF ARCTIC NATURE MANAGEMENT FOR THE COASTAL ZONE OF THE MURMANSK REGION

Key words: Arctic, coastal zone, risks, nature-use management processes, natural and technogenic factors.

В [1; 2] представлена многоуровневая модель рисков арктического природопользования в береговой зоне АЗРФ на основе взаимосвязей природных, геоморфологических и техногенных рисков, с учетом риска каскадных катастроф и катастроф иерархических систем для условий арктического природопользования, с возможностью вероятностной и монетарной оценки рисков безопасности природопользования в береговой зоне АЗРФ. В целях апробации разработанной модели были рассчитаны матрицы рисков и проведена их многоуровневая оценка для 17 береговых территориальных объектов локального уровня управления Мурманской области. Для каждого территориального объекта было выделено по три основных фактора-риска с их вкладом в оценку воздействия риска на рассматриваемую территорию. Отдельно оценены вклады природных и антропогенных (техногенных) факторов (без учета пожаров и инфекционных заболеваний), а также факторы пожаров и инфекционных заболеваний.

Анализируя общие интегральные оценки риска для береговых территориальных объектов Мурманской области (рис. 1–2), отмечается, что наибольшему воздействию подвергаются объекты в городском поселении Кандалакша с безмерной интегральной оценкой 552,6, что составляет почти 10% вероятности наступления различных неблагоприятных рисков по сравнению с рассматриваемыми территориями Мурманской области. Наименьшее воздействие на объекты происходит в сельском поселении Варзуга со

значением безмерной интегральной оценки 196,6, что составляет примерно 3% вероятности наступления различных неблагоприятных рисков по сравнению с остальными территориальными объектами.

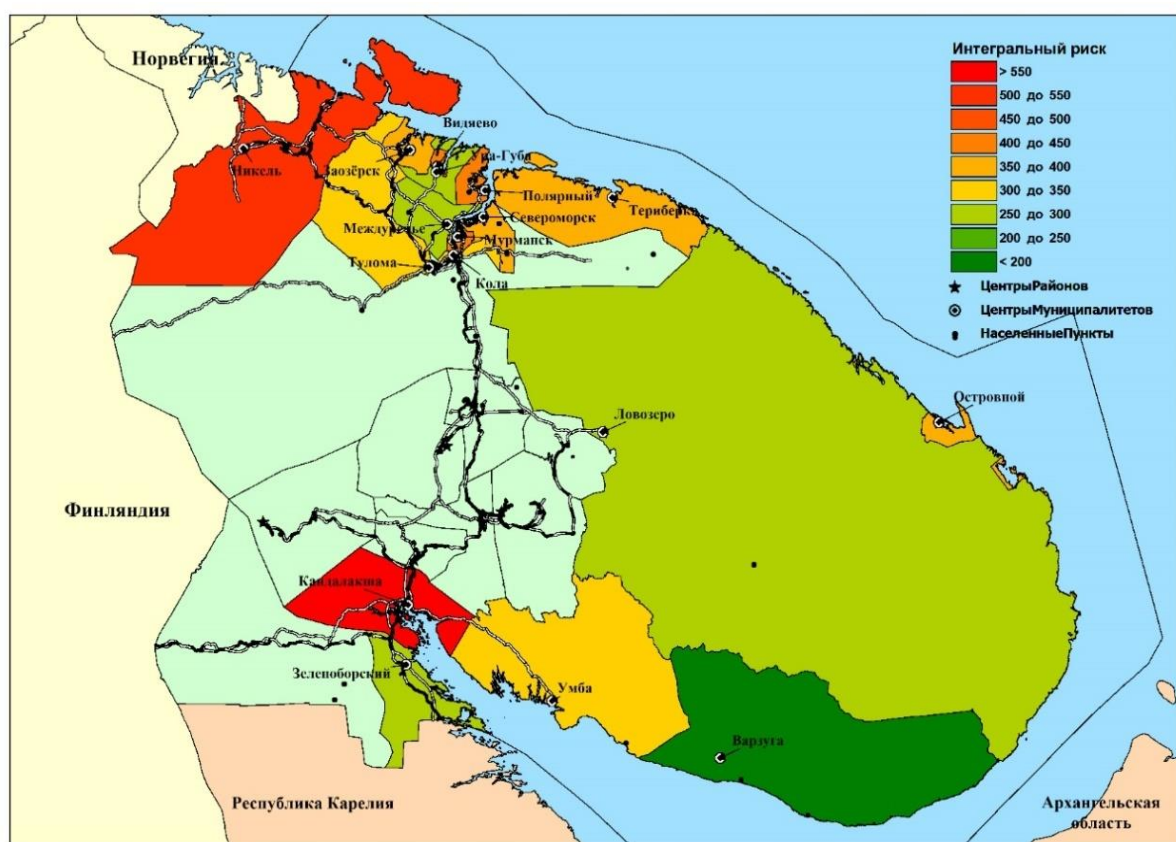


Рис. 1. Интегральная оценка риска для Мурманской области

Fig. 1. Integrated risk assessment for the Murmansk region

Полученная картина распределения интегральной оценки риска подтверждает правомерность более высокого процента вероятности наступления различных рисков на небольших заселенных территориях с большим количеством функционирующих объектов и разнообразным ландшафтом. Тремя основными факторами риска по их степени воздействия на объекты каждого из муниципалитетов являются пожар, половодье в устьях рек и подтопление территории, инфекционное (эпидемиологическое) заражение.

При отдельных оценках комплексных вкладов природных и техногенных факторов отмечается, что самая высокая оценка вклада природных факторов приходится на Печенгский муниципальный округ, относительно заселенный, имеющий обширную площадь с разнообразным ландшафтом, где возможно наличие большего числа природных риск-факторов по сравнению с остальными рассматриваемыми береговыми территориальными образованиями Мурманской области.

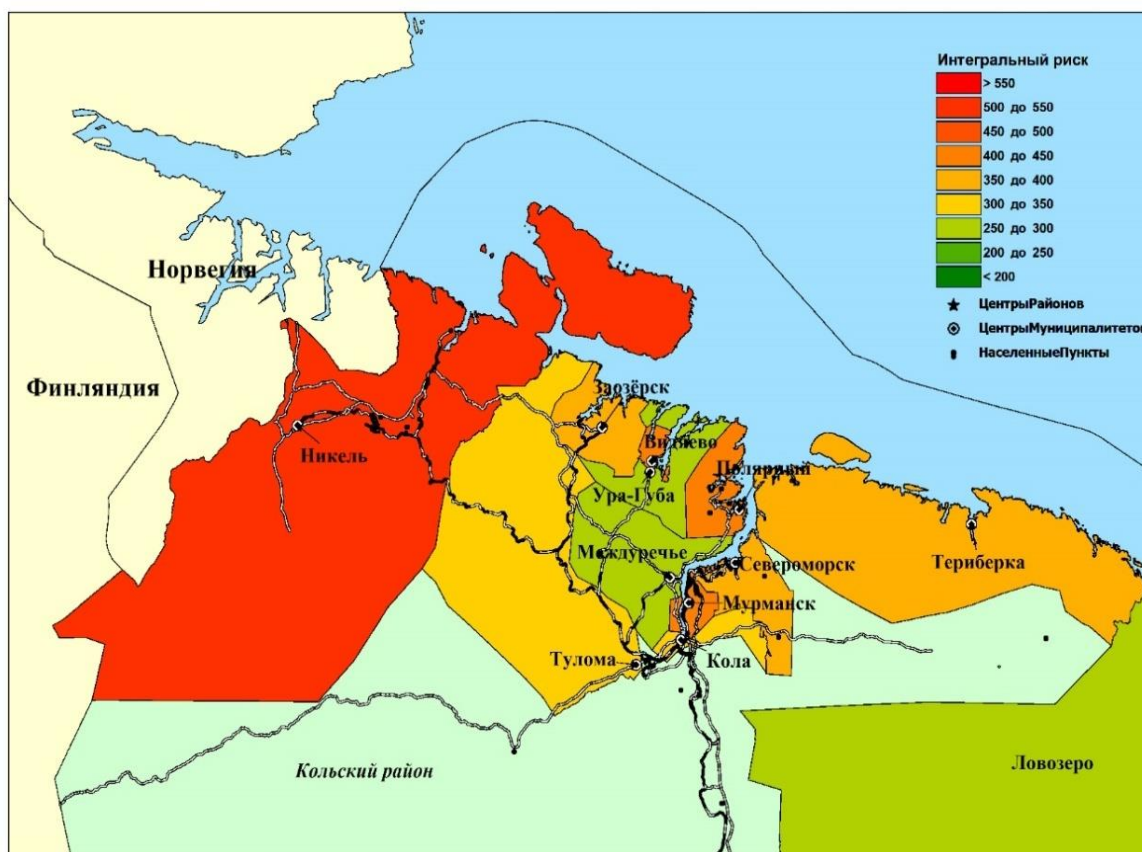


Рис. 2. Интегральная оценка риска для северо-западной части Мурманской области
 Fig. 2. Integrated risk assessment for the North-West Murmansk region

Городское поселение Кандалакша имеет самую высокую оценку по вкладу техногенных факторов, что связано с наличием большого количества техногенных объектов на небольшой довольно заселенной территории. При этом минимальные оценки комплексных вкладов и природных, и техногенных приходятся на сельское поселение Варзуга, благодаря обширной территории поселения с относительно равномерным ландшафтом, ее малой заселенностью и отсутствию большого числа предприятий.

Список литературы

1. Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А., Шилин М.Б. Природные и техногенные риски природопользования в береговых эко-социо-экономических системах Арктической зоны Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2021. Т. 19. № 2(485). С. 360–383.
2. Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А., Шилин М.Б. Оценка рисков арктического берегового природопользования на основе матричного подхода // Российская Арктика. 2021. № 15. С. 5–16.

УДК [528.8:629.783]:614.8(985)
ББК 68.9с51

М.И. Савельев

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО МОНИТОРИНГУ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

***Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, космические технологии, орбитальная группировка космических аппаратов, система космического мониторинга, чрезвычайная ситуация.*

M.I. Savelev

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

APPLICATION OF SPACE TECHNOLOGIES FOR MONITORING EMERGENCIES IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

***Key words:** remote sensing of the Earth, space technologies, orbital grouping of spacecraft, space monitoring system, emergency situation.*

В связи с расширением хозяйственной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации применение космических технологий для защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера имеет исключительное значение.

Применение космических технологий должно осуществляться на основе использования функциональных возможностей существующих и перспективных космических систем и комплексов: систем космического мониторинга чрезвычайных ситуаций (СКМ ЧС) и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, глобальной навигационной спутниковой системы – ГЛОНАСС, аварийных радиобуев системы система КОСПАС-САРСАТ.

Космические системы и комплексы ДЗЗ должны адекватно реагировать на масштабы и изменение реальной обстановки в зоне чрезвычайных ситуаций (ЧС). Главным недостатком существующей СКМ ЧС является отсутствие единого баллистического построения космических аппаратов (КА) для оперативного мониторинга подстилающей поверхности Земли из-за

ведомственной разобъединённости орбитальной группировки КА. В настоящее время функциональные возможности системы вышли на предельные уровни.

Федеральной космической программой России на 2016–2025 гг. (далее – ФКП-2025), утверждённой Постановлением Правительства РФ от 23 марта 2016 г. № 230, предусмотрено дальнейшее развитие космического и наземного сегментов. В рамках ФКП-2025 создается орбитальная группировка КА (ОГ КА) оптического, инфракрасного и радиолокационного диапазонов типа «Канопус-В», «Канопус-В-ИК», «Арктика-М», «Кондор-ФКА», «Обзор-Р». Также осуществляется развитие наземного сегмента по приёму, обработке и передаче потребителям, в том числе МЧС России, данных ДЗЗ из космоса о ЧС природного и техногенного характера (ЕТРИС-ДЗЗ, Национальный центр ДЗЗ из космоса и информационные системы МЧС России).

Предполагается осуществлять наращивание орбитальной группировки космических аппаратов с баллистическим построением, позволяющим объединять ресурсы КА.

Формирование перспективной орбитальной группировки КА, её баллистическое построение как единой космической системы, позволит получать данные ДЗЗ из космоса о ЧС в реальном масштабе времени со всей территории России, включая Арктический регион. Для обоснования перспектив развития космических технологий необходима постановка научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с учётом потребностей МЧС России в достижении требуемых оперативно-технических характеристик проектов, реализуемых в рамках ФКП-2025 и последующей космической программе.

При этом необходимо провести глубокий анализ существующих проблем и определить зоны мониторинга, в которых должно вестись круглогодичное наблюдение средствами ДЗЗ, в том числе, применительно к МЧС России, по следующему перечню задач:

- прогнозирование и мониторинг пожароопасной обстановки;
- обнаружение и контроль лесных и торфяных пожаров с оценкой их последствий;
- прогнозирование землетрясений (с магнитудами свыше $M=5$), предупреждение о грядущих сейсмических бедствиях и вызванных ими цунами, мониторинг территорий в сейсмоопасных регионах и в пострадавших районах;
- мониторинг ледовой и паводковой обстановки, прогнозирование возможных масштабов и времени наступления половодий и вызванных ими затоплений;
- предупреждение аварий на магистральных нефте- и газопроводах; обнаружение и картирование мест утечек газа, нефтепродуктов и других агрессивных жидкостей;
- оперативный контроль загрязнения территории промышленных зон, нефтепромыслов, горнодобывающих предприятий и т.п.;

- прокладка оптимальных маршрутов доступа к районам стихийных бедствий особенно в Арктической зоне.

Технические характеристики систем космического мониторинга и ДДЗ из космоса влияют на выбор того или иного типа съёмки для решения конкретной задачи. Например, съёмка высокого и сверхвысокого пространственного разрешения, как правило, характеризуется низкой обзорностью (небольшим размером кадра). В то же время данные среднего разрешения обеспечивают большой охват территории, но не дают возможности проводить детальный анализ местности на уровне выделения небольших объектов. Отсюда следует вывод, что для анализа мест возникновения техногенных аварий, анализа состояния промышленных объектов, городской инфраструктуры необходимо использовать данные высокого разрешения. При анализе распространения загрязнений, анализе воздействия различных факторов на состояние природной среды предпочтительнее съёмка среднего разрешения, так как она обладает большей обзорностью и большим спектральным разрешением.

Выбор спектрально-зональных снимков для решения мониторинговых и прогнозных задач также должен быть обусловлен знанием спектральных диапазонов, наилучшим образом соответствующих специфике выделяемого объекта.

Сезон съёмки не является технической характеристикой данных дистанционного зондирования. Но выбор данных по сезону для создания прогнозов развития ситуаций или оценки длительных воздействий неблагоприятных факторов также принципиально важен для решения конкретной задачи.

Данные радиолокационной съёмки обладают целым рядом специфических особенностей, которые определяют круг их применения, в частности для мониторинга паводковой ситуации, мониторинга техногенных загрязнений в прибрежных зонах морей и открытых акваториях, для поиска и определения местоположения судов и других крупных объектов.

Таким образом, применение космических технологий по мониторингу чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации, правильный выбор исходных данных определяет успешность решения поставленных задач, значимость и достоверность получаемой информации. С учетом специфики решаемых возложенных на МЧС России государственных функций и полномочий по защите населения и территорий от ЧС в Арктической зоне необходимо установить соответствие между типом ЧС, задачами, решаемыми в связи с возникшей ситуацией и приоритетными типами данных дистанционного зондирования Земли из космоса

УДК 523.985-125:550.38
ББК 26.236.71

А.М. Садовский, А.Б. Струминский
ФГБУН «Институт космических исследований
Российской академии наук»
г. Москва, Россия

ВЗАИМОСВЯЗЬ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК И КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ (КВМ) И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗЕМЛЮ

Ключевые слова: солнечная вспышка, КВМ, ускорение частиц.

A.M. Sadovski, A.B. Struminsky
Space Research Institute
of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

CONNECTION BETWEEN SOLAR FLARES AND CORONAL MASS EJECTIONS (CME) AND THEIR INFLUENCE ON THE EARTH

Key words: solar flare, CME, particle acceleration.

Вопрос о предсказании космической погоды и состояния магнитосферы – один из самых важных вопросов солнечно-земной физики. Для его решения необходимо уметь описывать взаимосвязи солнечных вспышек и корональных выбросов массы (КВМ). Еще в прошлом веке было предложено два класса вспышек: ограниченные (confined) и эруптивные (eruptive). Под термином эруптивные вспышки подразумевались события, приводящие к разрыву магнитных силовых линий.

В целом, солнечная вспышка представляет собой длительный процесс расхода магнитной энергии, запасенной в активной области на высотах до ~ 0.5 радиусов Солнца. При высотах менее ~ 0.1 радиуса Солнца силы магнитного поля хватает для удержания нагревающейся плазмы, и происходят вспышки, ограниченные по высоте, с ярко выраженными хромосферными эффектами в импульсной фазе. Эруптивные вспышки же реализуются при высотах более ~ 0.1 радиуса Солнца, когда силы магнитного поля недостаточно для удержания плазмы. Происходит эрупция, в предельном случае возникает сверхзвуковой КВМ (магнитная детонация). Эруптивные вспышки тоже могут сопровождаться хромосферными эффектами.

Изменение магнитного потока приводит к появлению электрического поля, ускоряющего заряженные частицы. Возможно, что в условиях вспышек напряженность электрического поля будет соответствовать так называемому дрейсеровскому полю и определяться температурой и плотностью плазмы. Время ускорения электронов до энергии < 100 кэВ в таком поле

составляет доли секунды (элементарный акт ускорения). В этом поле протонам для достижения порога генерации гамма-линий (>10 МэВ) будет необходимо уже несколько минут. Такое время ускорения возможно в результате множества элементарных актов рассеяния, т.е. при наличии стохастического ускорения.

Следует отметить, что для ускорения коронального выброса массы требуется время, сопоставимое со временем ускорения протонов до ~ 100 МэВ, поэтому существует дилемма, ускоряются ли протоны непосредственно во вспышках, или на ударном фронте КВМ. Совместный анализ данных по возрастаниям интенсивности солнечных электронов и протонов после эруптивных вспышек, как с сильным, так и слабым электромагнитным излучением, позволяет утверждать, что электроны >1 МэВ и протоны >100 МэВ ускоряются стохастически на фоне ускорения КВМ. Удержание протонов за фронтом КВМ приводит к длительному гамма-излучению.

В работе приводится совместный анализ данных по возрастаниям интенсивности солнечных электронов и протонов после эруптивных вспышек, как с сильным, так и слабым электромагнитным излучением. Полученные результаты позволяют утверждать, что электроны >1 МэВ и протоны >100 МэВ ускоряются стохастически на фоне ускорения КВМ, а магнитная детонация дает синергию вспышек и КВМ. Максимальные величины электромагнитного излучения зависят от высоты развития вспышечного процесса и оказываются вторичным признаком («синдром большой вспышки»). Результат может быть важен для развития статистических моделей предсказания космической погоды.

УДК 338.48(985)
ББК 65.433

А.Ю. Санин

ФГБУ «Государственный океанографический
институт имени Н.Н. Зубова»
г. Москва, Россия

К ВОПРОСУ О РОЛИ ТУРИЗМА – ВАЖНОГО ФАКТОРА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Ключевые слова: туризм, Арктика, виды туризма, SWOT-анализ, экосистемные услуги, экологический туризм.

A.Yu. Sanin

N.N. Zubov State Oceanographic Institute
Moscow, Russia

ON THE ROLE OF TOURISM AS AN IMPORTANT FACTOR IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC

Key words: tourism, Arctic, types of tourism, SWOT analysis, ecosystem services, ecological tourism.

Важность Российской Арктики растет не только для горнодобывающей промышленности РФ и ее транспортной системы, но и для туристической отрасли нашей страны. Объясняется это рядом факторов: уникальностью рекреационных ресурсов региона, уменьшением числа зарубежных поездок россиян, изменением предпочтений рекреантов и т.д. Ключевую роль для туризма играет Западная Арктика, что связано с возможностью использовать различные виды транспорта (автомобили, поезда, самолеты, морские и речные суда) для поездок, широким диапазоном стоимости отдыха, формированием туристической «моды» на горнолыжный отдых в Хибинах, «охоту» на северное сияние в Мурманской области и другими причинами. Развитие туристической отрасли приближает арктические регионы к устойчивому развитию, особенно некоторые виды туризма (они уже имеются или потенциально могут быть): сельский, этнический, экологический, отчасти круизный и экскурсионный – что видно на примере зарубежных арктических регионов.

Вариант рекреационного использования арктических территорий выглядит предпочтительным в сравнении с другими, так как при грамотной организации туризм наносит сравнительно незначительный ущерб очень уязвимым к воздействию человека природным ландшафтам [2]. Известно о высокой стоимости экосистемных услуг (средообразующая, обогревающая, рекреационная, продукционная и ряд других), оказываемых природными

ландшафтами региона. Рекреационное природопользование, пусть и в меньшей степени, чем природоохранное или традиционное (сложившееся у местных народов), но также позволяет минимизировать деградацию услуг, а значит и снижение их стоимости.

Особенно перспективным для региона представляется экологический туризм [1; 3 и др.]. Причина- уникальность ландшафтов, многие из которых относятся к особо охраняемым природным территориям (в ряде случаев ООПТ не созданы, но имеются все основания их создать), или к списку объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. В последний включены остров Врангеля, а также, в зависимости от способа определения южной границы Российской Арктики, могут входить плато Путорана (Красноярский край) и Ленские столбы (Якутия). В пределах региона есть и объекты-кандидаты на внесение в данный список, например, дельта реки Лена.

Плюс Арктики как рекреационного региона:

1. Уникальность природных ландшафтов.
2. Регион является «не избитым» с точки зрения туристов, что «подогревает» интерес к нему.
3. Возможности развития разных видов туризма (некоторые уже характерны для региона): круизный, экскурсионный, любительская охота и рыбная ловля, сельский, этнический, экологический, экстремальный.

Минусы Арктики как туристического региона:

1. Слабое развитие рекреационной и транспортной инфраструктуры.
2. Высокая цена на большинство туров, а также значительная стоимость многих самостоятельных путешествий, особенно в азиатской части региона, как следствие проблемы транспортной доступности.
3. Климат, уменьшающий продолжительность туристического сезона и накладывающий ряд ограничений на многие виды туризма (однако некоторые виды, например, горнолыжный туризм, наоборот, становятся возможными вследствие климатических условий).
4. Сложность организации самостоятельных туристических поездок: незначительное количество вариантов для размещения, слабая транспортная доступность и развитие сферы досуга для туристов.

Возможности для развития туризма в Арктике:

1. Развитие новых для регионов видов туризма.
2. Развитие международного туризма.
3. Улучшение транспортной доступности Арктики, организация туристических поездов и судов, поддержка туризма государством.
4. Сохранение сложностей для выезда туристов за рубеж, а также накопление усталости от популярных туристических внутрироссийских направлений (например, города Золотого кольца и т.д.), что может увеличить число туристов, выбирающих Север в качестве места отдыха.
5. Повышение уровня дохода россиян.

Угрозы для развития туризма в Арктике:

1. Снижение уровня жизни россиян.
2. Активизация опасных явлений природы, в частности, процессов заболачивания, связанных с деградацией многолетней мерзлоты, что приводит к разрушению или повреждению многих инженерных сооружений.
3. Упрощение зарубежных поездок, что может привести к снижению числа внутренних туристических поездок.
4. Изменения предпочтений рекреантов не в пользу Севера.

В настоящее время арктический туризм относится к премиальному сегменту туристического рынка и занимает крайне малую его часть в мировом и российском масштабе. Есть два пути развития арктического туризма, которые не исключают друг друга. Одним из них является увеличение доли в премиальном сегменте туристического рынка. Другой путь – развитие туризма «эконом-класса» [4]. Первый способ предполагает дальнейшее увеличение количества арктических круизов и их разнообразия, организацию индивидуальных туров (вертолетные, внедорожные, охота, рыбная ловля – могут быть совершенно разные варианты). Второй предполагает развитие массового туризма в наиболее развитых и густонаселенных северных регионах: Мурманской области, Карелии, западной части Архангельской области и в окрестностях крупных городов Европейского Севера, в том числе в азиатской части (Норильск, Салехард, Магадан, Анадырь). Массовый бюджетный туризм может включать охотничьи и рыболовные туры, экскурсии, событийный туризм (например, посещение народных праздников коренных малочисленных народов Севера).

Список литературы

1. Грушенко Э.Б. Экологический туризм как фактор устойчивого развития Западной Арктики // Арктика и Север. 2018. № 32. С. 19–29.
2. Лукин Ю.Ф. Туризм в Арктике: концептуальные подходы, ресурсы регионов // Арктический туризм в России / отв. ред. Ю.Ф. Лукин, сост. Н.К. Харлампыева. САФУ–СПбГУ. Архангельск: САФУ, 2016. С. 58–87.
3. Севастьянов Д.В., Рекреационное природопользование и туризм в планах освоения Севера // Арктика и Север. № 30. 2018. С. 23–40.
4. Sanin A.Y., Mosalev A.I. Tourism in the arctic coastal zone in the structure of nature management on the example of Northern Eurasia // Acta Universitatis Carolinae. Geographica: Univerzita Karlova. 2022. № 2. P. 120–128.

УДК 550.38:621.31(985)
ББК 26.213.28+31.27-016

Я.А. Сахаров¹, С.А. Золотой², А.М. Мёрзлый^{3,4}, В.Н. Селиванов⁵

¹ ФГБУН «Полярный геофизический институт»

г. Апатиты, Россия;

² Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы»

г. Минск, Беларусь;

³ ФГБУН «Институт космических исследований
Российской академии наук»

г. Москва, Россия;

⁴ Совет по космосу РАН

г. Москва, Россия;

⁵ Центр физико-технических проблем энергетики Севера –
филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра

«Кольский научный центр Российской академии наук»

г. Апатиты, Россия

ПРОГНОЗ ГЕОИНДУКТИРОВАННЫХ ТОКОВ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭНЕРГОСИСТЕМУ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: магнитосферные возмущения, геоиндуктированные токи, авроральные широты.

Ya.A. Sakharov¹, S.A. Zolotoi², A.M. Merzly^{3,4}, V.N. Selivanov⁵

¹ Science Polar Geophysical Institute

Apatity, Russia;

² Scientific and Engineering Republican Unitary
Enterprise Geographic information systems, Minsk, Belarus;

³ Science Space Research Institute
of the Russian Academy of Sciences

Moscow, Russia;

⁴ Space Council RAS

Moscow, Russia;

⁵ Center for Physical and Technical Problems of the Energy of the North –
of the Federal Research Center

“Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”

Apatity, Russia

GIC FORECAST AND ENERGY SYSTEM IMPACT ASSESSMENT IN THE ARCTIC REGION USING SPACE TECHNOLOGIES

Key words: magnetospheric disturbances, geinduced currents, auroral latitudes.

Использование прогноза развития геомагнитных возмущений позволит предсказать возможные негативные последствия их воздействия на работу технологических систем в Арктической зоне. В первую очередь это относится к работе энергетических систем в высоких широтах, которые подвержены развитию геомагнитно индуцированных токов (ГИТ). Существенным звеном в организации оперативного прогноза является поток данных о параметрах Солнечного ветра, поступающий с космического аппарата, расположенного в точке либрации L1. В докладе обсуждаются возможные варианты разработки системы прогноза и достижимые преимущества её использования.

Возмущения на Солнце, вызывающие изменения в потоке солнечного ветра, магнитосферы, ионосферы Земли являются причиной, приводящей к развитию геомагнитных бурь, а также иных типов магнитных возмущений. При высокой активности возмущения магнитного поля могут повлиять на надежность различных космических и наземных систем, а также угрожать здоровью и безопасности человека [4]. В особом положении со стороны воздействия космических фактов находится Арктическая зона в нашей стране. Географически она в значительной мере совпадает с авроральной зоной, то есть помимо жестких климатических условий все инженерные системы подвержены дополнительным – космическим факторам воздействия. Сюда относятся нарушения в работе навигационных систем как электронных, так и электромагнитных, генерация геоэлектрических полей, приводящих к нарушениям режима работы трансформаторных подстанций, мешающих работе систем катодной защиты протяженных трубопроводов, работе кабельных систем и систем автоматики железных дорог системы [5].

Среди перечисленных устройств бесперебойная работа линий электропередач занимает важнейшее место, поскольку современная цивилизация намертво привязана к системам энергообеспечения [3]. Именно поэтому проблема предсказания, то есть прогноза космической погоды, занимает одно из важнейших мест в обеспечении безопасности и стабильности каждодневной жизни. В системах электропередач наведенный магнитным возмущением геоиндуктированный ток (ГИТ) может приводить как к полному прерыванию энергоснабжения во время магнитной бури, так и вызывать кумулятивный эффект, когда силовой трансформатор, переживший 2–3 сильных бури, «помнит» об этом и подходит к границе устойчивой работы. Поскольку одним из действующих факторов, вызывающих ГИТ, является ионосферный ток, зачастую привязанный к ярким полярным сияниям, проблема прогноза становится общей и для энергетиков, и для связистов, и для туроператоров. Еще одним физическим генератором ГИТов служат низкочастотные геомагнитные пульсации. Пульсации развиваются и вне сильных магнитных бурь, но могут вызывать ГИТ экстремально большой амплитуды. Следует также упомянуть эффекты импульсного воздействия солнечного ветра на магнитосферу. Внезапный импульс (SI), вызванный скачком

давления в солнечном ветре, проникает в магнитосферу и способен добраться до экватора, почти не затухая. Разнообразие действующих факторов затрудняет построение системы прогноза экстремальных явлений.

Бесспорно одно, общее правило: следует вести регистрацию появления ГИТ в обслуживаемой сети и сопутствующих явлений и пытаться установить причины, их вызывающие. Наблюдение за появлением и движением неоднородностей на видимом диске Солнца уже давно лежит в основе долгосрочных прогнозов активности, 27 дней, 7–5 дней, вспышки и корональные выбросы массы дают прогноз до 1,5–2 дней. А вот прогноз с горизонтом 30–40 минут возможен пока только с использованием данных о параметрах солнечного ветра (СВ) и межпланетного магнитного поля (ММП), получаемых со спутника, расположенного в точке либрации L1. В этой точке гравитационное воздействие на спутник со стороны Солнца и Земли практически равны, и аппарат вращается вокруг Солнца вместе с Землей. Возмущение, замеченное на спутнике, через примерно 40 минут проявится на Земле.

В настоящее время разработаны и активно используются специальные программы, позволяющие моделировать распространение возмущения от Солнца до орбиты Земли и от точки либрации до ионосферы. Промежуточным продуктом могут являться значения средних индексов, пригодные для текущей оценки развития возмущения. По значениям индексов активности возможно оценить вероятность планетарного возмущения, а также вероятность появления активности, возмущения магнитного поля, развития ГИТ в заданной точке. В любом случае, остается проблема верификации сложных программ моделирования плазменных процессов и проблема доступности исходных данных для моделирования процесса. Общая проблема воздействия космической погоды на технологические системы недавно рассмотрена в работе [1], к ней и отсылаем читателя.

Проведение длительных непрерывных наблюдений за развитием ГИТ на региональной линии электропередач [2] позволило нам сделать заключение, что в настоящее время наилучшим образом можно организовать прогноз амплитуды возбуждения ГИТ при использовании в качестве входных параметров данные о параметрах солнечного ветра и межпланетного магнитного поля, наблюдаемых в точке либрации L1. Для этого необходимо запланировать разработку соответствующего комплекса бортовой аппаратуры и организовать запуск спутника в точку либрации.

Список литературы

1. Пилипенко В.А. Воздействие космической погоды на наземные технологические системы // Солнечно-земная физика. 2021. Т. 7. № 3. С. 72–110. DOI: 10.12737/szf-73202106.

2. Сахаров Я.А., Каткалов Ю.В., Селиванов В.Н., Вильянен А. Регистрация геоиндуктированных токов в региональной энергосистеме // Практические аспекты гелиогеофизики, «Физика плазмы в солнечной системе», 17 февраля 2016 г. М.: ИКИ, 2016. С. 134–145.
3. Karpenman J. Geomagnetic storms and their impacts on the US power grid. Metatech, Goleta, 2010.
4. Koons H.C., Mazur J.E., Selesnick R.S., Blake J.B., Fennell J.F. The impact of the space environment on space systems (№ TR-99 (1670)-1). Aerospace Corp El Segundo Ca El Segundo Technical Operations, 1999.
5. Watermann J. The magnetic environment-GIC and other ground effects. In: Space weather. Springer Netherlands, 2007. Pp. 269–275.

УДК 550.38:621.311(985)

ББК 26.213.28+31.27-016

В.Н. Селиванов¹, Я.А. Сахаров^{1,2}

¹ Центр физико-технических проблем энергетики Севера – филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»;

² ФГБУН «Полярный геофизический институт»
г. Апатиты, Россия

МОНИТОРИНГ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ¹

Ключевые слова: Арктическая зона России, геоиндуктированный ток, грозопеленгация.

V.N. Selivanov¹, Ya.A. Sakharov^{1,2}

¹ Northern Energetics Research Centre – Branch of Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”;

² Polar Geophysical Institute
Apatity, Russia

MONITORING OF EXTERNAL ELECTROMAGNETIC IMPACTS IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA

Key words: Arctic zone of Russia, geomagnetically induced current, lightning location.

Научная деятельность Центр физико-технических проблем энергетики Севера (ЦЭС КНЦ РАН) направлена на выполнение фундаментальных научных исследований и прикладных разработок с учетом специфики региона и включают, среди прочего, разработку методов повышения надежности систем транспорта энергии в условиях внешних электромагнитных воздействий в Арктической зоне России, включая:

- исследования влияния геомагнитных возмущений в высоких широтах на объекты электроэнергетики;
- исследование молниевой активности в регионе и ее влияния на молниезащиту подстанций и воздушных линий (ВЛ) Кольской энергосистемы.

Мониторинг геоиндуктированных токов. Мировой опыт показывает, что геомагнитные бури (ГМБ), вызванные вспышками на Солнце, являются причиной системных аварий, ускоренного старения и накопления

¹ В части мониторинга ГИТ исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 22-29-00413. В части мониторинга молниевой активности исследование выполнено за счет средств федерального бюджета по теме FMEZ-2022-0014.

дефектов электрооборудования электрических сетей. Основным негативным фактором воздействия ГМБ является возбуждение геоиндуцированных токов (ГИТ), втекающих в провода ВЛ через заземленные нейтрали трансформаторов. При характерной частоте от 0,001 до 0,1 Гц амплитуда ГИТ может достигать 200 А. В случае протекания такого квазипостоянного тока в протяженной электрической сети с трансформаторами или автотрансформаторами с глухозаземленной нейтралью, кривая намагничивания трансформаторов может сместиться, что приведет к полупериодному насыщению магнитопроводов. Это приводит к нарушениям симметрии передачи энергии по фазам, появлению высших гармоник, перегреву металлоконструкций, резкому росту вибраций, к ускоренному старению изоляции силовых трансформаторов. Кроме того, геомагнитное воздействие носит кумулятивный эффект, снижая срок службы трансформатора.

ЦЭС КНЦ РАН совместно с Полярным геофизическим институтом с 2007 г. проводит работы по исследованию влияния ГМБ на состояние энергетических сетей и трансформаторных подстанций на Кольском полуострове и в Карелии с использованием разработанной региональной системы мониторинга ГИТ. Измерения ведутся в нейтральных трансформаторных подстанциях 330 кВ в Кондопоге, Лоухах и Мурманске, а также на подстанции 110 кВ в пгт Ревда. Такой выбор точек измерения позволяет при развитии магнитосферного возмущения исследовать распределение ГИТ по длине на магистральной линии, ориентированной с юга на север, а также регистрировать ГИТ в широтной линии, направленной с запада на восток. Система мониторинга позволяет проводить регистрацию квазипостоянных токов в нейтральных трансформаторов, а также контролировать содержание гармоник в сети.

Выполненная в Кольском научном центре РАН работа по организации непрерывной регистрации ГИТ на подстанциях магистральных электрических сетей Северо-Запада не имеет аналогов в РФ, предоставляет обширный оригинальный материал, позволяющий исследовать влияние геомагнитных возмущений на трансформаторные подстанции сети, моделировать пиковые значения наведенных токов в энергосистеме при развитии экстремальных возмущений, оценивать предельные значения наведенных геоэлектрических полей в зонах повышенной электромагнитной опасности.

Мониторинг молниевой активности. Отключения ВЛ из-за поражения их элементов молнией доставляют серьезные технические и финансовые проблемы как потребителям электроэнергии, так и ее поставщикам. В неблагоприятных метеоусловиях в районах Крайнего Севера время поиска повреждений может составить продолжительное время. Конечно, на подстанциях применяются специальные приборы для определения места повреждения, однако, как показывает опыт эксплуатации, их точность оставляет желать лучшего, поэтому данные региональных и глобальных систем грозопеленгации могут являться существенным подспорьем для служб линий и

позволят значительно снизить расходы на восстановление электроснабжения потребителей.

В настоящее время на территории Мурманской области отсутствует достоверная информация и системы контроля грозопоражаемости оборудования и локализации мест ударов молний. Соответственно отсутствует достоверная статистика интенсивности и параметров грозовых воздействий, то есть электромагнитных условий эксплуатации оборудования и причин нарушений его работы.

С 2013 г. ЦЭС КНЦ РАН в инициативном порядке проводит регистрацию разрядов молний на территории Мурманской области. Регистрация проводится однопунктовыми грозопеленгаторами дальнего радиуса действия StormTracker канадской фирмы Voltek, регистраторами сигналов в нейтралях автотрансформаторов и распределенной сетью грозопеленгаторов в рамках некоммерческого проекта сообщества Blitzortung. К концу 2021 г. на территории Мурманской области функционировали 8 детекторов молний, 6 из которых были установлены сотрудниками ЦЭС КНЦ РАН.

Кроме анализа молниевой активности на территории Мурманской области, выполнены работы по созданию прототипа системы автоматического предупреждения диспетчерских служб сетевых предприятий о вероятном повреждении элементов ВЛ, расположенных в радиусе грозового разряда, зафиксированного системами грозопеленгации. Эта система содержит электронную базу данных (БД) ВЛ Мурманской области и пополняемый в реальном времени архив данных по разрядам молний в регионе. Созданная система управления базами данных анализирует информацию о каждом грозовом разряде, поступающем в БД, и в реальном времени ведет поиск координат опор ВЛ, попавших в зону действия грозового разряда. В случае обнаружения таких опор, программа информирует службу линий о вероятном повреждении с указанием диспетчерского наименования ВЛ, номера опоры этой ВЛ, координат и времени технологического нарушения.

УДК 627.51
ББК 26.222.536.4

Е.Б. Сергеев

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия*

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАВОДНЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ДОЖДЕВЫМИ ПАВОДКАМИ

Ключевые слова: *наводнение, уровень воды, расход воды, осадки, профиль сечения реки, цифровая модель местности.*

E.B. Sergeev

*All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia*

MODELING OF FLOODS CAUSED BY RAIN FLOODS

Key words: *flood, water level, water flow, precipitation, cross-section profile of the river, digital terrain model.*

В представленных материалах приводится методика прогнозирования наводнений, вызванных дождевыми паводками. Она базируется на применении уравнения Шези для связи стока воды (расхода воды через поперечное сечение реки) и уровнем воды и широко используется данных рельефа местности. В настоящее время имеются данные рельефа местности по всей территории России (до 60 градуса широты) с точностью по высоте 1 м с разрешением в одну секунду по широте и в две секунды по долготе. Для географических областей севернее 60 градуса по широте разрешение по земной поверхности составляет 3 секунды в обоих направлениях.

В качестве основного уравнения, связывающего уровень воды и расход воды через поперечное сечение реки (сток), используется уравнение Шези [2]:

$$V_i = C \cdot \sqrt{h_i \cdot I}, \quad (1)$$

где: V_i – средняя скорость течения воды в створе реки, м/с;

h_i – средняя глубина затопления, м;

I – средний уклон течения реки (водотока);

C – коэффициент Шези, определяемый по формуле Маннинга [2]:

$$C = \frac{h_i^{1/6}}{n}, \quad (2)$$

где n – коэффициент шероховатости речного русла. Данные по шероховатости речного русла приведены в [1].

Средний уклон I водотока, определяется по формуле:

$$I = \frac{H_B - H_H}{L}, \quad (3)$$

где H_B и H_H – отметки высоты (в м) над уровнем моря соответственно вверх и вниз по течению реки от рассматриваемого гидропоста (створа);
 L – расстояние между этими отметками (в м) по руслу водотока.

Расход воды (сток) через поперечное сечение реки выражается формулой:

$$Q_i = S_i \cdot V_i, \quad (4)$$

где S_i – площадь поперечного сечения реки при заданном уровне воды, а V_i определяется формулой (1).

Расчет прогнозного уровня затопления в результате мощных (более 20 мм) дождевых осадков производится следующим образом. Пусть текущее значение (до выпадения осадков) уровня воды на гидропосте в рассматриваемом населенном пункте равно h_0 . По данным рельефа поперечного сечения реки и формулам (1)–(4) вычисляется текущее значение расхода воды Q_0 . Следует отметить, что уровень воды на гидропосте $h_{гп}$ и максимальная глубина воды h_{max} в реке могут немного отличаться, поскольку нуль гидропоста $H_{гп}$ может не соответствовать нижней точке рельефа поперечного сечения H_{min} . В этом случае:

$$h_{max} = h_{гп} + H_{гп} - H_{min}. \quad (5)$$

С помощью использования данных цифрового рельефа местности (ЦРМ) определяется площадь водосбора и средний уклон склонов водосбора для гидропоста (или географической точки на реке вблизи рассматриваемого населенного пункта, представляющей собой воображаемый или виртуальный гидропост).

Средний уклон склонов водосбора $I_{ск}$ (в ‰) определяется по данным ЦРМ по формуле:

$$I_{ск} = (h \cdot \sum_{i=1}^n l_i) / F, \quad (6)$$

где h – высота сечения рельефа, м;

$\sum_{i=1}^n l_i$ – сумма длин измеренных горизонталей в пределах водосбора, км;

F – площадь водосбора, км².

Средний уклон водосбора используется для оценки времени добега воды от наиболее удаленной (самой высокой точки) до необходимого створа (гидропоста).

Дополнительный расход воды (сток), вызванный интенсивными дождевыми осадками, можно оценить по формуле предельной интенсивности стока [2]:

$$Q_{ос} = 16,7 \cdot \varphi \cdot \frac{H_{ос}}{\tau_{мин}} \cdot F, \quad (7)$$

где: φ – доля суммарного стока с площади водосбора, достигающая рассматриваемого створа (определяется по таблицам, приведенным в [1]);

$H_{ос}$ – величина выпавших осадков, мм;

$\tau_{\text{мин}}$ – суммарное бассейновое время добегания воды от наиболее удаленной точки водосбора до искомого створа, мин.;

F – площадь водосбора для указанного створа, км².

После определения $Q_{\text{ос}}$ с помощью формул (1)–(5) определяется новый уровень воды уже для расхода воды $Q_{\text{max}} = Q_i + Q_{\text{ос}}$. Из уровня затопления и отметки нижней точки дна рельефа (по отношению к уровню моря) на основе ЦМР можно построить в виде shape-файлов вероятную область затопления территории вверх и вниз по течению от рассматриваемого створа. При последующем наложении этих shape-файлов на ГИС-карту территории, можно оценить, какие промышленные и жилые объекты, а также мосты и садово-огородные участки попадут в зону затопления.

Список литературы

1. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. С. 90–92.
2. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1978. С. 290–291.
3. SP 33-101-2003. Determination of the main calculated hydrological characteristics. M.: Gosstroy of Russia, FSUE CPP, 2004. Pp. 90–92.
4. Chebotarev A.I. Hydrological Dictionary. L.: Hydrometeoizdat, 1978. Pp. 290–291.

УДК 551.34:51-7
ББК 26.361.1

Н.И. Сидняев, А.А. Федотов, П.В. Храпов
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана»
г. Москва, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРОГО РЕЖИМА ГРУНТА В КРИОЛИТОЗОНЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Ключевые слова: криолитозона, установившийся периодический температурный режим, активный слой, глубина нулевых амплитуд, уравнение теплопроводности, метод контрольного объема.

N.I. Sidnyaev, A.A. Fedotov, P.V. Khrapov
Bauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia

MODELING OF THE DYNAMICS OF THE SOIL TEMPERATURE REGIME IN THE CRYOLITHOZONE UNDER CLIMATE CHANGE

Key words: cryolithozone, steady state periodic temperature regime, active-layer, depth of zero amplitudes, heat equation, finite volume method.

Постановка задачи. Рассматривается начально-краевая задача для уравнения теплопроводности в ограниченной области, моделирующая нестационарное распределение температуры грунта в районе г. Норильска. Математическая модель построена с учетом фазовых переходов – твердое тело-жидкость. Такое состояние среды в нестационарной одномерной постановке описывается следующим уравнением теплопроводности:

$$(c\rho + Q\delta(u - u^*))\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda\frac{\partial u}{\partial z}\right),$$

где $u(z,t)$ – температура среды, z – пространственная координата, t – время, c – удельная теплоемкость, ρ – плотность; λ – коэффициент теплопроводности; u^* – температура фазового перехода; Q – теплота фазового перехода; $\delta(u - u^*)$ – дельта-функция.

Решение $u(z,t)$ требуется найти в области $D = \{0 \leq z \leq zL\}$, удовлетворяющее начальному условию $u(z,0) = \varphi(z)$. На верхней границе $z = 0$ с температурой $u(0,t)$ происходит конвективный теплообмен со средой, имеющей температуру $\theta(t)$: $J = h \cdot (\theta(t) - u(0,t))$, где J – плотность теплового потока на границе, h – коэффициент теплоотдачи. На нижней границе $z = zL$ ставится условие отсутствия теплового потока $J_b = 0$.

Параметры модели получены в результате обработки экспериментальных данных по методикам, рекомендуемым в правилах по строительству (см., например, [4]). Численное решение получено методом контрольного объема [2; 1].

Результаты расчетов. В мае 2020 г. произошел разлив топлива из резервуара в г. Норильске. Основной причиной аварии специалисты МЧС назвали потепление в условиях вечной мерзлоты. Разгерметизация резервуара произошла из-за проседания свай фундамента, прослуживших без замечаний более 30 лет [3]. На рисунке 1 показаны распределения температуры грунта по глубине, рассчитанные для 1980 г. на основе данных по температуре за 1951–1980 гг. Расчеты показали увеличение глубины активного слоя с 1980 г. на 0,1 м, а также уменьшение глубины нулевых амплитуд примерно на 0,3 м. Такое изменение температурного режима могло вызвать просадку свай фундамента.

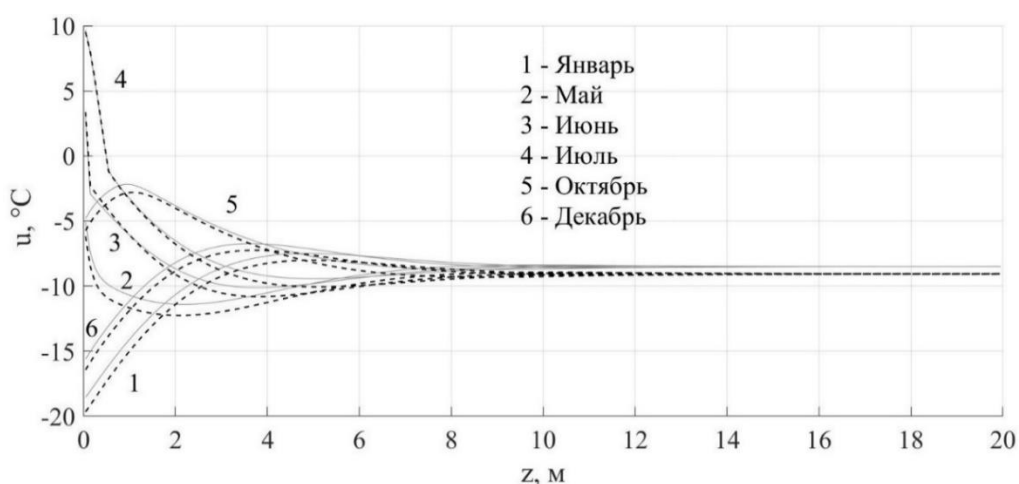


Рис. 1. Графики установившихся периодических режимов среднемесячных температур грунта для 2020 года (серые, сплошные линии) и для 1980 года (черные, штриховые линии)

Fig. 1. Graphs of steady-state periodic regimes of average monthly ground temperatures for 2020 (gray, solid lines) and for 1980 (black, dashed lines)

Динамика температурного режима при изменении климата. В работе рассмотрены две модели: RCP2.6 соответствует сценарию, по которому выбросы CO_2 в атмосферу были максимальны в 2010–2020 гг. и далее до 2100 г. будут снижаться; RCP8.5 подразумевает, что выбросы углекислого газа будут продолжать расти вплоть до 2100 г. В RCP2.6 прогнозируется на 2080 г. рост средней температуры января на $3,4^\circ\text{C}$, а июля – на $1,9^\circ\text{C}$. В более негативном сценарии RCP8.5 зимние температуры повышены на $9,1^\circ\text{C}$, а летние – на $5,7^\circ\text{C}$ [5].

Температурный режим по RCP8.5 (рис. 2), сместился на $5,7^\circ\text{C}$ в сторону потепления, достигнув $-2,8^\circ\text{C}$. Глубина активного слоя увеличилась с 0,5 до 1 м. Глубина нулевых амплитуд уменьшилась с 12 до 8 м.

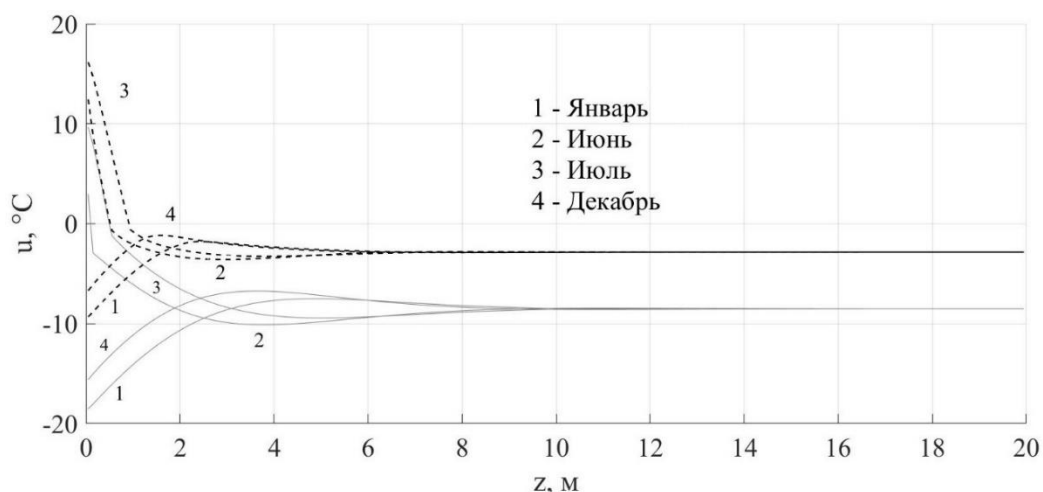


Рис. 2. Графики установившихся периодических режимов среднемесячных температур грунта в настоящее время (серые, сплошные линии) и прогнозные для сценария RCP8.5 на 2080 год (черные, штриховые линии)

Fig. 2. Graphs of steady-state periodic regimes of average monthly ground temperatures at the present time (gray, solid lines) and forecast for the RCP8.5 scenario for 2080 (black, dashed lines)

Аналогичные кривые для сценария RCP2.6 показали, что температурный режим сместился на 2°C в сторону тепла, приняв значение $-6,5^{\circ}\text{C}$. Глубина активного слоя увеличилась с 0,5 до 0,6 м. Глубина нулевых амплитуд уменьшилась с 12 до 11 м.

Заключение. Результаты расчетов показывают значительные изменения в температурном режиме грунта при реализации обоих сценариев потепления. Тем не менее, расчеты демонстрируют сохранение вечной мерзлоты даже при негативном сценарии потепления климата.

Список литературы

1. Крылов Д.А., Сидняев Н.И., Федотов А.А. Математическое моделирование распределения температурных полей // Математическое моделирование. 2013. Т. 25. № 7. С. 3–27.
2. Патанкар С.В. Численное решение задач теплопроводности и конвективного теплообмена при течении в каналах. М.: Изд-во МЭИ, 2003. 312 с.
3. РИА Новости. 2020. 3 июня. В МЧС назвали причину ЧП с разливом топлива в Норильске. URL: <https://ria.ru/20200603/1572413719.html>.
4. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. (СП 25.13330.2020). М.: Минстрой России, 2020. 143 с.
5. Representative Concentration Pathways (RCPs). IPCC. URL: <https://www.iiasa.ac.at>.

УДК 332.1:621.31(985)
ББК 65.305.14

О.В. Скотаренко^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»

г. Мурманск, Россия;

² ФГКВООУ ВО «Военная академия материально-технического
обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва»

Министерства обороны Российской Федерации

г. Санкт-Петербург, Россия

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕГИОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ¹

Ключевые слова: энергетические ресурсы, устойчивость, социально-эколого-экономического развития, национальная безопасность, регионы Арктической зоны.

O.V. Skotarenko^{1,2}

¹ Murmansk Arctic State University

Murmansk, Russia;

² Military Educational Institution of Logistics named after General
of the Army A.V. Khrulyov of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Saint-Petersburg, Russia

ENERGY RESOURCES IN ARCTIC REGIONS: STATUS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Key words: energy resources, sustainability, socio-ecological and economic development, national security, regions of the Arctic zone.

Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г. направлена на обеспечение национальной безопасности РФ, что предполагает развитие энергетики [3]. В частности, выделены такие основные направления как: развитие крупных проектов по освоению сырьевого потенциала; обеспечение энергетической безопасности и антитеррористической защищенности объектов ТЭК; долгосрочное планирование развития энергетики Арктики для обеспечения рационального, надежного и экономичного энергоснабжения потребителей [5; 6].

Актуальной проблемой является степень обеспеченности всеми видами ресурсов устойчивого социально-эколого-экономического развития регионов Арктической зоны.

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР (№ 122060900086-8 государственной регистрации в ЕГИСУ НИОКТР).

Одним из основных показателей, характеризующих степень обеспеченности такими ресурсами в мировой статистической отчетности, является потребление электроэнергии на душу населения (кВт.-час.) [2].

В ежегодной государственной статистической отчетности Российской Федерации этот показатель отдельно не выделяется, а входит в состав такого показателя, который характеризует совокупное потребление таких материальных ресурсов как электроэнергия, газ и вода [4].

Не менее важным является показатель, необходимый для проведения сравнительного анализа – производство электроэнергии на душу населения, который в определенной степени может заменить другой показатель, принятый в международной статистической отчетности – потребление электроэнергии на душу населения кВт.час.чел.

Следующий показатель, характеризующий уровень обеспеченности клиентурных рынков электроэнергией, рассчитан также как удельный и определяется как мощность электростанций на душу населения, кВт.чел. Этот показатель является одним из основных, поскольку отдаленность территорий исследуемых регионов Арктической зоны не позволяет привлекать мощности из других, не Арктических регионов.

В регионах Арктической зоны лидерство по наименьшей величине удельных затрат электроэнергии, газа и воды принадлежит Ненецкому АО. Позиции Мурманской области и Чукотского АО по величине удельных затрат электроэнергии, газа и воды существенно отличаются от двух других регионов – Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов. В Мурманской области затрачивалось на 1 тысячу рублей произведенного валового регионального продукта в 10,16 раза; в 9 раз и в 11,97 раза больше в 2016, 2017 и 2018 гг., чем в Ненецком АО в эти же годы. Примерно такая же последовательность величин превышения в соответствующие годы наблюдалась и в Чукотском АО.

Тенденции к уменьшению удельных затрат выявлены в Уральском макрорегионе. Общее сокращение удельных затрат относительно базисного 2016 года составило за 2017 и 2018 гг. 18,04%.

Наиболее стабильная ситуация наблюдается в Северо-Западном макрорегионе, в котором отклонение от индекса в 100%, означающем стагнацию, на более, чем 1%, наблюдалось в 2018 г. и составляло минус 4,48%, а общее сокращение удельных затрат составило 3,8%.

В таком регионе Арктической зоны как Мурманская область произошло снижение удельных затрат на 7,02%. В Ненецком АО удельные затраты существенно снизились на 42,13%.

В Ямало-Ненецком АО после уменьшения удельных затрат на 5,1% произошло их резкое сокращение на 35,8%. Ситуация в Чукотском АО отличается тем, что после значительного уменьшения удельных затрат 17,53% в 2017 г. наблюдается их незначительное снижение на 1,37%.

Для регионов Арктической зоны найденные аддитивные ранги показали, что в Мурманской области такая последовательность величин, как 7 и 7, означает стагнацию позиции. Зато позиция Ненецкого АО как региона-лидера после 2017 г. (ранг 5) улучшилась до ранга 3, аналогичная ситуация и для Ямало-Ненецкого АО, характеризующаяся такой последовательностью рангов – 4 и 3. Аддитивные ранги позиции Чукотского АО, равные 4 и 7 свидетельствуют об ухудшении процесса сокращения удельных затрат на производство электроэнергии газа и воды на 1 тыс. рублей ВРП.

Сравнение аддитивных рангов позиций макрорегионов по двум удельным показателям и темпам их изменения, таким как: а) эффективность производства электроэнергии, газа и воды; б) затраты электроэнергии, газа и воды на 1 тыс. руб. валового регионального продукта показывает полное совпадение позиций по этим двум показателям. В регионах Арктической зоны полное совпадение существует в двух регионах – Мурманской области и в Ямало-Ненецком АО, а в других двух – Ненецком и Чукотском автономных округах несовпадение только в одном году.

Новый научный результат состоит в том, что, кроме определения позиций регионов [1] и их принадлежности к одной из трех групп по состоянию энергоресурсов и динамики их развития, рассчитана экономическая эффективность применения энергоресурсов и доля затрат на эти ресурсы в валовом региональном продукте. Полученные расчёты позволяют определить как стратегии развития энергоресурсов, так и стратегии повышения эффективности их использования и оптимизации доли затрат на эти ресурсы в валовом региональном продукте.

Список литературы

1. Бабкина Л.Н., Скотаренко О.В. Особенности квалиметрического подхода в региональных исследованиях // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 5. С. 161–165.
2. Страны и регионы. Статистический справочник Всемирного банка. М.: Весь мир, 2019.
3. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели-2020. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.
5. Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации. Постановлением Правительства РФ от 30.03.2021 № 484.
6. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.

УДК 629.783:627.713.3
ББК 39.471.5-51

Н.А. Степанов, Ю.В. Дешевой
АО «Научно-исследовательский институт
космического приборостроения»
г. Москва, Россия

**АВАРИЙНЫЕ РАДИОМАЯКИ (РАДИОБУИ) ГОСКОРПОРАЦИИ
«РОСКОСМОС» – ВАША БЕЗОПАСНОСТЬ
НА ВОДЕ, НА ЗЕМЛЕ И В ВОЗДУХЕ
(МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ПОИСКА
И СПАСАНИЯ КОСПАС-САРСАТ)**

Ключевые слова: аварийные радиомаяки (радиобуи) международной системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ.

N.A. Stepanov, Y.V. Deshevoi
JSC “Science and Research Institute of Space Device Engineering”
Moscow, Russia

**EMERGENCY BEACONS PRODUCED BY STATE CORPORATION
“ROSCOSMOS” – YOUR SAFETY ON WATER,
ON GROUND AND IN THE SKY
(COSPAS-SARSAT INTERNATIONAL
SEARCH AND RESCUE SYSTEM)**

Key words: emergency beacons of COSPAS-SARSAT International Search and Rescue System.

Международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ, это общепризнанная ведущими странами мира и международными организациями система, которая служит для оперативной передачи аварийного сообщения о чрезвычайных ситуациях в любом регионе Земли. Космическая и наземная инфраструктура данной системы успешно функционирует и развивается долгие годы во всем мире. Российская Федерация, как одна из четырех сторон Международной Программы КОСПАС-САРСАТ (наряду с США, Францией и Канадой), с 1982 г. разрабатывает и поддерживает в рабочем состоянии орбитальный и наземный сегменты данной космической системы, а также ежегодно осуществляет взносы на её поддержание. По состоянию на 2022 г. Международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ помогла сохранить более 57 000 человеческих жизней при проведении более 17 000 поисково-спасательных операций по сигналам аварийных радиобуев (авиационных, морских и персональных) во всем мире. Из общего количества в России спасено 2 322 человека, что составляет около 4%.

АО «НИИ КП» является ведущим предприятием в России, разрабатывающим и серийно выпускающим малогабаритные аварийные радиопередатчики спутниковой связи и аварийные радиомаяки (радиобуи) международной системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ, а также аппаратуру потребителей ГЛОНАСС/GPS. Производимые на нашем предприятии аварийные радиобуи КОСПАС-САРСАТ широко используются на морских и воздушных судах, а также в Вооруженных силах Российской Федерации. Производимая АО «НИИ КП» линейка радиомаяков (радиобуев) обеспечивает потребности всех российских потребителей аварийных радиомаяков (радиобуев) КОСПАС-САРСАТ и способна обеспечить безопасность граждан Российской Федерации на море, на земле и в воздухе.

Серийно производимый морской аварийный радиобуй системы КОСПАС-САРСАТ АСНАП-М 1 класса предназначен для определения координат своего местоположения по сигналам космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO и, в случае возникновения аварийной ситуации, передачи координат места аварии в космическую систему поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ для организации привода к месту аварии спасательных служб. В настоящее время АО «НИИ КП» выпускает варианты исполнения радиобуя, как для Минобороны России, так и для гражданского потребителя. Всего с 2014 по 2022 гг. поставлено более 350 радиобуев, имеется более 30 заказов на данный АРБ в 2023 г.

Персональный аварийный радиомаяк ПАРМ-406СП – новая разработка АО «НИИ КП». Единственный в мире персональный радиомаяк, работающий в режиме «АВАРИЯ» 48 часов при температуре -40°C . ПАРМ-406СП предназначен для передачи аварийного сообщения в систему КОСПАС-САРСАТ с координатами места бедствия и обеспечения ближнего привода поисково-спасательных сил к месту бедствия посредством радиочастотного и проблескового маяков. Данный радиомаяк может использоваться для оснащения как коллективных (спасательные шлюпки, плоты) и индивидуальных (спасательные жилеты, гидрокостюмы) средств спасания, так и для оснащения рабочих (охотничьих, рыболовецких) партий и артелей работающих в удаленных районах.

В настоящее время около 90% отечественного парка воздушных судов оснащены АРМ производства АО «НИИ КП». Всего с 2001 по 2022 гг. продано около 9 000 различных АРМ, имеется более 200 заказов на АРМ в 2023 г. Предприятие выпускает следующие типы АРМ: автоматический стационарный (АРМ-406Н1), автоматические переносные (АРМ-406П, АРМ-406П1) и аварийно-спасательные (АРМ-406АС1, ПАРМ-406А). Наиболее востребованы:

- АРМ-406Н1, устанавливается стационарно на борту воздушного судна, где остается до и после авиационного происшествия, для действия поисково-спасательным службам в установлении места крушения;

- ПАРМ-406А, вручную активируется выжившими при авиационном происшествии для содействия поисково-спасательным службам в обнаружении местоположения выживших.

Международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ, навигационные системы ГЛОНАСС/GPS/GALILEO непрерывно развиваются и совершенствуются, появляются новые международные требования к самим радиомаякам (радиобуям). Поэтому специалисты АО «НИИ КП» активно взаимодействуют с представителями Секретариата КОСПАС-САРСАТ, международных и отечественных морских и авиационных организаций, разрабатывая новые модификации радиобуев с учетом перспектив развития международной системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ, в том числе:

- с возможностью организации сервиса обратной связи (RLS);
- с внедрением дополнительного модуля АИС;
- с возможностью заблаговременного включения в полете радиомаяка при аварии на воздушном судне;
- с введением процедуры деактивации радиобуя (выключение режима «АВАРИЯ») с передачей признака в информационной посылке в систему КОСПАС-САРСАТ.

В настоящее время специалистами нашего института уже разработаны: первый в России морской аварийный радиобуй КОСПАС-САРСАТ с модулем АИС – ТА КССПС-АИС, персональный радиомаяк КОСПАС-САРСАТ 1 класса – ПАРМ-406СП, предназначенный для эксплуатации в самых суровых условиях и способный передавать сигнал «АВАРИЯ» с текущими координатами в течение 48 часов при температуре -40°C , а также уникальный персональный радиомаяк ТА КССПС-НАЗ, предназначенный для комплектования аварийного запаса космонавтов.

Используя новые наработки и технологии, приобретенные нашими специалистами в ходе выполнения вышеназванных работ, мы предлагаем:

- доработать для Арктического региона морской аварийный радиобуй КОСПАС-САРСАТ ТА КСПС-АИС, оснастив его подогревателем, что позволит эксплуатировать его при температурах ниже -40°C ;
- в соответствии с требованиями ст. 10.3.2.2 «Международного кодекса для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярного кодекса)» доработать персональный радиомаяк ПАРМ-406СП симплексной радиостанцией 156,8 МГц (16 канал) для оснащения им спасательных плавсредств данных судов.

Список литературы

1. Cospas-Sarsat.int. Бюллетень № 48 декабрь 2022 г. «Сведения о системе КОСПАС-САРСАТ», опубликован Секретариатом КОСПАС-САРСАТ.
2. «Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс)», введён 15.05.2015 резолюцией МЕРС.264(68).

УДК 574.632:581.1:581.526.323
ББК 28.082

О.В. Степаньян

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр Российской академии наук»
г. Ростов-на-Дону, Россия

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА РЕАКЦИИ СООБЩЕСТВ МОРСКИХ МАКРОФИТОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ¹

Ключевые слова: морские макрофиты, арктические моря России, нефтяное загрязнение, морской шельф, экологический мониторинг, новые подходы, нефтегазовые компании, ОВОС.

O.V. Stepanyan

Federal Research Center Southern Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences
Rostov-on-Don, Russia

CONCEPTUAL SCHEME OF THE RESPONSE OF MARINE MACROPHYTE COMMUNITIES TO THE EFFECTS OF OIL POLLUTION

Key words: marine macrophytes, Arctic seas of Russia, oil pollution, off-shore, environmental monitoring, new approaches, oil and gas companies, EIA.

Арктические морские макроводоросли – одна из компонент в системе производственного мониторинга нефтегазовых компаний [12]. Макрофиты являются эдификаторами подводных растительных сообществ и выполняют множество экосистемных функций – от биотопа и пищевого объекта для беспозвоночных и рыб, до регулятора парниковых газов в системе океан – атмосфера и консерватора поллюантов. В программах экологического мониторинга должно уделяться особое внимание промысловым и средообразующим видам с учетом динамики их запасов под действием климатических факторов [3; 5; 6; 4; 1]. Макроводоросли также являются субстратом для многих нефтеокисляющих бактерий, что значительно повышает эффективность такого живого биофильтра в очистке водных акваторий от нефтепродуктов [2]. Нами предложен новый к определению уязвимых зон морского побережья на основе макрофитобентоса, в котором, наряду с указанными выше показателями (видовой состав, биомасса численность ключевых видов макрофитов), используются показатели: морфофизиологические параметры макрофитов (интенсивность роста, дыхания, фотосинтеза, стадии

¹ Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № 122011900153-9.

размножения, стадии зрелости) на конкретных участках побережья, в том числе подверженных антропогенному воздействию; экспериментально определенный порог устойчивости доминирующих, средообразующих и массовых видов к конкретным маркам нефти и нефтепродуктов, вероятность попадания которых в морскую среду для определенных участков побережья значительна. В дополнение к этому необходимо использовать прогностические модели разливов нефти («поведения» нефтяного пятна) для конкретных районов побережья, а также оценивать ответную реакцию сообществ макрофитов на загрязнение и давать оперативный прогноз (от нескольких суток до нескольких лет) развития сообществ при вероятных или реальных разливах нефти. Используя разработанный подход, можно получить не только более точную оценку реакции сообщества макрофитов при воздействии нефтепродуктов, но и дать объективный прогноз развития сообществ макрофитов при нефтяном загрязнении в ближайшем или отдаленном будущем [13; 7–9]. Адаптированные цифровые двойники позволяют прогнозировать ущерб водным биоресурсам при разливах нефти в Баренцевом море. Наши модельные расчеты распространения нефтяного пятна при вероятном разливе нефти показали, что в осенне-зимний период наиболее загрязненным может быть побережье Новой Земли и Печерского моря, а в весенне-летний – побережье Восточного Мурмана и северной части Белого моря [11]. Анализ возможных сценариев показал, что аварийное попадание нефти в морскую воду не приведет к полному исчезновению бурых водорослей. В случае крупной аварии (попадании в морскую воду более 10 тыс. т) и концентрации нефти в прибрежной зоне более 200 г/м² или 50 мг/л (1 000 ПДК) наиболее уязвимы фитоценозы литоральной зоны. Особенно опасны аварии в летний период, когда происходят репродуктивные процессы у большинства фукусовых и ламинариевых водорослей. Однократное попадание нефти не приведет к полному исчезновению бурых водорослей, которые являются доминантами прибрежной экосистемы. В тоже время, популяции макрофитов, обитающие в условиях хронического загрязнения выработали способность к адаптации к неблагоприятным условиям [14]. На основе проведенных исследований нами предложена концептуальная схема реакции сообществ макрофитов северных морей России к воздействию нефтяного загрязнения [10].

Список литературы

1. Виды – биологические индикаторы состояния морских арктических экосистем / ПАО «НК «Роснефть», ООО «Арктический Научный Центр», Фонд «НИР». М.: Фонд «НИР», 2020. 383 с.
2. Воскобойников Г.М., Ильинский В.В., Лопушанская Е.М., Макаров М.В., Пуговкин Д.В., Рыжик И.В., Ляймер А.В., Йенсен Д.Б. Санитарная водо-

- рослевая плантация для очистки прибрежных акваторий от нефтепродуктов: от теории к практике // Вопросы современной альгологии. 2017. № 3(15). С. 1–76.
3. Новиков М.А. Эколого-рыбохозяйственное картографирование акваторий Баренцева и Белого морей: теоретические основы и методические подходы. Мурманск: ПИНРО, 2006. 250 с.
 4. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. Изд. 2-е преработанное и дополненное: в 2 т. М.: ВНИРО, 2017. 610 с.
 5. Шавыкин А.А., Калинин О.П., Духно Г.Н., Сапрыгин В.В., Зырянов С.В. Оценка интегральной уязвимости акватории Баренцева моря к нефтяному загрязнению // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2008. № 3. С. 13–22.
 6. Шавыкин А.А., Малавенда С.В. Уязвимость макрофитобентоса Кольского залива от разливов нефти // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 10. С. 12–18.
 7. Степаньян О.В. Влияние сырой нефти на ранние стадии развития макроводорослей Баренцева моря // Ботанический журнал. 2013. Т. 98. № 7. С. 903–912.
 8. Степаньян О.В. Воздействие нефтяной пленки на фотосинтез бурых водорослей Баренцева моря // Ботанический журнал. 2014. Т. 99. № 10. С. 1095–1100.
 9. Степаньян О.В. Хроническое загрязнение повышает устойчивость бурой водоросли *Fucus vesiculosus* (L.) к действию углеводородов нефти // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 2. С. 22–25.
 10. Степаньян О.В. Концептуальная схема реакции сообществ макрофитов к воздействию нефтяного загрязнения // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2020. № 3. С. 26–32. DOI: 10.33285/2411-7013-2020-3(294)-26-32.
 11. Степаньян О.В., Матишов Г.Г., Кулыгин В.В. Устойчивость макроводорослей Баренцева моря к нефтяному загрязнению // Наука юга России. 2017. Т. 13. № 3. С. 103–108. Doi: 10.23885/2500-0640-2017-13-3-103-108.
 12. Экологический Атлас. Баренцево море / ПАО «НК «Роснефть», ООО «Арктический Научный Центр», Фонд «НИР». М.: Фонд «НИР», 2020. 447 с.
 13. Stepanyan O.V. Effects of crude oil on major functional characteristics of macroalgae of the Barents Sea // Russian Journal of Marine Biology. 2008. Vol. 34. № 2. P. 131–134. DOI: 10.1134/S1063074008020077.
 14. Stepanyan O.V., Voskoboinikov G.M. Effect of oil and oil products on morphofunctional parameters of marine macrophytes // Russian Journal of Marine Biology. 2006. Vol. 32. № 4. P. 241–248. DOI: 10.1134/S1063074006070042.

УДК 336.74:004
ББК 65.262.613

Т.А. Текфи
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

КРИПТОВАЛЮТА КАК КУЛЬТУРНЫЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН

Ключевые слова: криптовалюта, цифровая экономика, цифровая культура.

Т.А. Tekfi
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

CRYPTOCURRENCY AS A CULTURAL AND ECONOMIC PHENOMENON

Key words: cryptocurrency, digital economics, digital culture.

Исследование криптовалюты как экономического феномена вполне закономерно, она отражает сущность денег как эквивалента и ресурса развития деловых связей. Криптовалюты – это эквивалент, измеритель стоимости товара, существующий в цифровом виде, при этом такая валюта сама является товаром, который обладает рыночной ценой, изменяет свою ликвидность, вовлечен в экономические связи планетарного характера [3].

Общество интересуется новыми денежными технологиями, так в сервисе wordstat.yandex.ru было зафиксировано, что в январе 2023 г. запрос по ключу «криптовалюта» был проведен 784 405 раз, из них 518 121 с мобильных устройств (511 946 только с телефонов, 6 175 только с планшетов). По локализации самый большой показатель был в Москве – 104 042 запросов, из них с мобильных устройств 67 533 запроса (65%). В сравнении с этим Мурманск показал 1 542 запросов, в т.ч. 1 064 запроса с мобильных устройств (69%). Можно предположить, что в целом интерес к криптовалютам существенно вырос за последние годы. Возможно, это связано с растущим интересом к этим технологиям в обществе, а также с улучшением доступности информации о криптовалютах. В целом, анализ показывает, что общественный интерес к криптовалютам постоянно растет, и это может влиять на будущее развитие и адаптацию этих технологий под заинтересованных пользователей [5]. И этими пользователями выступают не только отдельные личности, но и компании, государства. Индивид, выходящий в мир виртуальных финансов может обладать знаниями уровня разработчика или эксперта криптовалюты, но может и просто быть вовлеченным в этой поле

на волне моды, неквалифицированных советов и т.п. [1]. Крупные игроки (бизнес, государства) более защищены от рисков некомпетентности, но сталкиваются с проблемой обвала своих финансовых ресурсов из-за неустойчивости и непрозрачности криптовалюты, её сильного влияния на другие деловые и финансовые процессы [2].

И всё же криптовалюты имеют несколько важных преимуществ.

1. Децентрализация: криптовалюты являются децентрализованными, что означает, что они не контролируются ни государством, ни банками.

2. Быстрая и дешевая передача: передача криптовалюты между двумя сторонами может происходить в кратчайшие сроки и по низким тарифам, чем традиционные методы передачи финансовых средств.

3. Невозможность контроля или изменения транзакций: Одна из важнейших ценностей криптовалюты состоит в том, что они обеспечивают постоянность и неизменность транзакций, что очень важно для бизнеса и финансовых сделок. Транзакции в криптовалюте защищены сложными криптографическими алгоритмами, и их невозможно изменить или отменить после того, как они были подтверждены в сети.

4. Растущий рынок: криптовалюты представляют собой новый и быстро развивающийся рынок, что предлагает возможности для инвестирования и заработка. Хотя рынок криптовалют имеет свои риски, он также может принести высокую доходность в краткосрочный и долгосрочный периоды.

Криптовалюта обеспечивает альтернативу традиционным финансовым системам, что формирует конкурентную среду и стимулирует технологии, создание и развитие новых интеллектуальных продуктов для финансовой системы и пользователей в повседневной жизни, которая становится всё более цифровой.

В отличие от экономических позиций культурный статус криптовалют только начинает складываться, поэтому этот процесс вызывает интерес у исследователей, изучающих различные аспекты социальной динамики. Здесь можно говорить о цифровой культуре и готовности к инновациям различных социальных групп. Обычно криптовалюты вызывают много обсуждений и споров: некоторые люди считают финансовой метавселенной, в то время как скептики не верят в их устойчивость и функциональность. Эта дискуссия захватывает всё больше участников, расширяется и круг тем, вызывающих полемику. Одна из них это тема обсуждения того, как поток цифровых технологий создает новые профессии и субкультуры, можно ли предположить, что они повлияют на систему образования, занятости или образа жизни [4]. Например, в сети обсуждается субкультура криптотрейдеров.

Криптотрейдеры – это быстрорастущая субкультура людей с разным опытом и технологической подготовкой, в том числе полученной путём самообразования, которые активно торгуют криптовалютами.

Таким образом можно выделить, что криптовалюта как финансовый инструмент представляет сферу экономики, в настоящее время её можно отнести к рисковым практикам предпринимательства, здесь весьма неустойчивая система регулирования и несовершенные связи с другими экономическими процессами. Однако, становление роли криптовалюты в культуре отражает меняющийся экономический и технологический ландшафт: криптовалюта используется все большим количеством людей и предприятий, все больше интегрируясь в нашу повседневную жизнь. В русле развития цифровых технологий можно предположить, что криптовалюта постепенно станет частью повседневной культуры, поэтому очень важно исследовать не только экономический, но и культурный потенциал этого финансового инструмента.

Список литературы

1. Бочковский А.Ф. Особенности развития правовой культуры в эпоху постиндустриализма // Вестник МГПУ. Серия: Философские науки. 2020. № 4(36). С. 93–101. DOI 10.25688/2078-9238.2020.36.4.12.
2. Винья Кейси. Эпоха криптовалют. Как биткойн и блокчейн меняют мировой экономический порядок. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. 784 с. URL: <https://altcoinlog.com/wp-content/uploads/2019/09/Pol-Vinya.pdf> (дата обращения: 23.01.2023).
3. Поппер Н. Цифровое золото. Невероятная история Биткойна, или Как идеалисты и бизнесмены изобретают деньги. М.: Диалектика, 2017. 390 с.
4. Раззак М.Р., Аль-Риями, Р. Паланик. Организационные метакомпетенции в контексте цифровой трансформации // Форсайт. 2022. Т. 16. № 4. С. 24–31. DOI: 10.17323/2500-2597.2022.4.24.31.
5. Столбов М.И. К десятилетию рынка криптовалют: текущее состояние и перспективы // Вопросы экономики. 2019. № 5. С. 136–148. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-5-136-148. EDN GMPVEI.
6. Сухарев М.В. Краудсорсинг, блокчейн и артели // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 10. С. 1687–1702. DOI: 10.18334/ce.12.10.39468.

УДК 681.518
ББК 32.96

Н.А. Тоичкин
Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Апатиты, Россия

АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЙ И УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ¹

Ключевые слова: информационная система, технологический процесс, управление безопасностью, агентные технологии, диагностика состояний.

N.A. Toichkin
Branch of the Murmansk Arctic State University
Apatity, Russia

INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE FOR DIAGNOSING STATES AND SAFETY MANAGING

Key words: information system, technological process, security management, agent technologies, states diagnostic.

Введение. Разработка автоматизированных информационных систем диагностики состояний и управления безопасностью технологических объектов является сложной и трудоемкой задачей [1].

При создании таких систем требуется применять современные методы, основанные на соединении отдельных блоков через унифицированные интерфейсы, что существенно упрощает дальнейшую эксплуатацию, модификацию и масштабирование [4].

В условиях промышленного производства, реализация системы диагностики состояний и управления безопасностью технологических объектов, должна соответствовать ряду требований [2]:

- сбор и мониторинг данных – получение массивов данных от технических устройств;
- организация хранения собранных данных;
- построение модели функционирования объекта управления;
- обеспечение процедур технической диагностика объекта управления;
- создание отчетов на всех стадиях процесса технической диагностики;
- формирование экспертных выводов о техническом состоянии объекта;

¹ Исследование проведено в рамках независимого научно-исследовательского проекта № 122060900083-7.

- оперативное выявление аварийных ситуаций в короткие сроки;
- организация взаимодействия между различными подсистемами;
- масштабируемость и расширяемость.

Проектирование архитектуры системы управления безопасностью. Одно из направлений развития технологии проектирования, ориентированной на сложные распределенные системы, являются мультиагентные системы [3].

Рассмотрим архитектуру системы с описанием входящих в нее агентов: формирование программной модели объекта управления, формирование сбора первичных данных, менеджер мониторинга и диагностики.

В функции *агента «формирование программной модели объекта управления»* входит декомпозиция объекта управления, на отдельные подсистемы согласно описанию технологического процесса и связей вход-выход, между отдельными подсистемами.

Агент «формирование сбора первичных данных» выполняет роль поставщика данных для программной модели объекта управления.

Ответственность агента «менеджер мониторинга и диагностики», заключается в осуществлении мониторинга текущих параметров ТП, реализации функционала детектирования текущих состояний, выдачи рекомендаций обслуживающему персоналу и протоколировании текущих событий. Рассмотрим возможный сценарий функционирования агента *менеджер мониторинга и диагностики*.

Основной поток событий:

1. Агент настраивает свое программное и аппаратное окружение.
2. Агент включает цикл опроса первичных данных с датчиков, взаимодействуя с агентом *формирования сбора первичных данных*.
3. Агент формирует серии данных, сохраняя значения параметров в базу данных технологических параметров, и передает их на слой представления для отображения на мониторах операторов.
4. Используя алгоритмы нечеткого вывода, агент выполняет расчеты текущих состояний и осуществляет прогноз их изменений, применяя дискретные модели и базу экспертных знаний.
5. Если диагностическая модель сигнализирует о возможной внештатной ситуации, то выполняется альтернативный поток событий А1, иначе управление ТП в обычном режиме.
6. Переход к шагу 3.

Альтернативный поток А1: программная оценка предиктивной информации о предполагаемой внештатной ситуации.

1. Вычисление индекса безопасности технологического процесса и сохранение его значения в базу данных.
2. Определение функционала ошибки для вычисленного индекса безопасности.

3. Сравнение полученного значения функционала с заданным порогом: если ниже нормы, то выполнение альтернативного потока А2.
4. Выполнение действий аналогичных шагам 1–3 для параметров состояния систем управления и оборудования.
5. Переход к шагу 3 основного потока.

Альтернативный поток А2: значение функционала ошибки ниже порога.

1. Фиксация в базе данных информации о возникших отклонениях.
2. Проведения мероприятий по поиску первичной неисправности.
3. Выдача рекомендаций для устранения причин ситуации.
4. Сохранение в базе данных информации о проведенных мероприятиях.

Заключение. В работе описаны требования, предъявляемые к информационным системам диагностики состояний и управления безопасностью технологических объектов, приведена базовая архитектура подобных систем и представлен проект системы, на основе объектно-ориентированного подхода и агентных технологий, для системы диагностики состояний четырехкорпусной выпарной установки.

Рассмотренные принципы диагностики, представляют эффективный инструмент для оценки состояний технологических процессов и принятия решений по управления их безопасностью, которые могут быть использованы в дальнейшем для построения системы управления технологической безопасностью различных технологических процессов.

Список литературы

1. Богатиков В.Н., Виноградов Г.П., Волков В.Ю. [и др.] Разработка интеллектуального управления в многоуровневых промышленных системах в условиях неполной информации на основе нечёткой формализации представлений о параметрах технологических процессов. Новомосковск: Новомосковский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», 2022. 374 с.
2. Костюков В.Н. [и др.] Комплексный мониторинг технологических объектов опасных производств // Контроль и диагностика. 2008. № 12. С. 8–18.
3. Массель Л.В., Гальперов В.И. Проектирование и разработка многоагентной системы оценивания состояний электроэнергетических систем // Вестник ИрГТУ. 2015. № 10(105). С. 27–32.
4. Мейер Б. Объектно-ориентированное конструирование программных систем. М.: Изд-во «Русская редакция», 2005. 768 с.

УДК 656.052.5:614.86(470.21)
ББК 65.37

А.В. Тулина, К.В. Хорошилов
ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
г. Петрозаводск, Россия

АНАЛИЗ РИСКОВ ПЕРЕКРЫТИЯ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОДОРОГЕ «КОЛА – СЕРЕБРЯНСКИЕ ГЭС», СВЯЗАННЫХ С ВОЗНИКНОВЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Ключевые слова: Мурманская область, перекрытие автодорог, ограничение движения, природные явления, риск.

A.V. Tulina, K.V. Khoroshilov
Petrozavodsk State University
Petrozavodsk, Russia

ANALYSIS OF THE RISKS OF BLOCKING TRAFFIC ON HIGHWAY “KOLA – SEREBRYANSKIYE GES” ASSOCIATED WITH OCCURRENCE OF NATURAL PHENOMENA

Key words: Murmansk region, road closures, traffic restrictions, natural phenomena, risk.

Основную задачу Транспортной стратегии РФ можно определить как повышение устойчивости функционирования транспортной системы, а также безопасности ее использования.

Выполнение задач по повышению устойчивости функционирования отраслей и объектов экономики способствует эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе наращивание мер в области безопасности дорожного движения способствует обеспечению общественной безопасности на транспорте в целом.

Основным фактором, влияющим на устойчивость функционирования отраслей и объектов транспортной инфраструктуры, являются опасные природные явления.

Опасные погодные явления: погодные или геофизические явления, которые по интенсивности развития, продолжительности и моменту возникновения представляют угрозу движения автомобильного транспорта, возникновения ДТП, снижения скорости движения и могут нанести значительный материальный ущерб [3].

Наиболее опасными погодными явлениями, обусловленными близостью моря, в зимний период года в Мурманской области являются циклоны,

приносящие с собой обильные снегопады, снижающие видимость, вызывающие возникновение снежных отложений и снежных заносов, при которых может быть не обеспечена безопасность дорожного движения.

В зимний и весенний период резко увеличивается риск воздействия опасных метеорологических процессов, в частности, в Кольском районе Мурманской области, часто принимаются решения о необходимости прекращения движения на участках региональных автодорог:

- «Кола – Серебрянские ГЭС» с 40-го по 95-й км;
- «Автоподъезд к селу Териберка» с 10-го по 40-й км.

Согласно статистическим данным Мурманскавтодора за 2020–2022 гг. можно сделать вывод, что автомобильные дороги «Кола – Серебрянские ГЭС» и «Автоподъезд к селу Териберка» перекрывались для движения автомобильного транспорта 85 раз, среднее время ограничения движения на данных дорогах составляло 59,5 часов. Все это, безусловно, воздействовало на жизнедеятельность населения и несло определенные риски для туристической деятельности региона.

Риск можно определить как вероятностную численно измеримую возможность наступления неблагоприятного события с вытекающими из него последствиями. Результаты оценки риска позволяют определить наиболее опасные и наиболее вероятные сценарии возникновения и развития ЧС, после чего используются в разработке мероприятий по повышению устойчивости функционирования и защищенности.

Оценим индивидуальный риск попадания человека в зону перекрытия движения на автомобильных дорогах «Автоподъезд к селу Териберка» и «Кола – Серебрянские ГЭС», возникшего вследствие воздействия опасных природных явлений по формуле:

$$R_{\text{инд}} = P_i * P_{\text{при}},$$

где: P_i – вероятность реализации i -го сценария происшествия;

$P_{\text{при}}$ – условная вероятность присутствия человека на территории реализации i -го сценария.

P_i определим как отношение количества суток, затронутых i -ым сценарием развития происшествия за исследуемый период, к их общему количеству:

$$P_i = \frac{(85 * 59,5)/24}{365 * 3} = 0,192$$

Условную вероятность присутствия человека на территории реализации i -го сценария с учетом туристического потока примем равной $9 * 10^{-3}$.

Тогда индивидуальный риск попадания в зону перекрытия согласно формуле 1 будет равен $1,73 * 10^{-3} \text{ год}^{-1}$.

Увеличение возникающих природно-климатических диспропорций и аномальных явлений, которое может способствовать возникновению при-

родных ЧС с нарастанием масштабов и частоты их проявлений, должно прогнозироваться с расчетом возможных потерь и требует соответствующей подготовки с выделением для этого необходимых ресурсов.

В целях оценки причинно-следственных связей наступления происшествия вследствие воздействия природных явлений на наиболее подверженных перекрытиям региональных автомобильных дорогах Мурманской области построена схема вида «причины – последствия – эскалация – ущерб» (рис. 1).

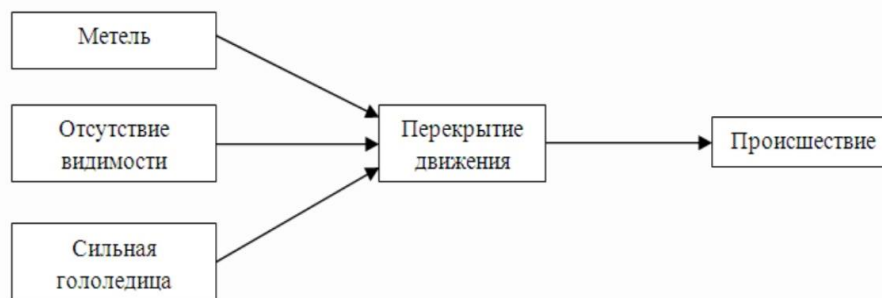


Рис. 1. Схема оценки причинно-следственных связей наступления происшествия

Fig. 1. Scheme for assessing the cause-and-effect relationships of the occurrence of an incident

Это позволит нам спрогнозировать наиболее критический вариант развития события и оценить ожидаемый риск с учетом имеющихся у нас статистических данных. При этом результат анализа «дерева событий» поможет определить, какие опасные природные явления могут произойти и могут ли они привести к ЧС.

Список литературы

1. Постановление Правительства Мурманской области от 22 апреля 2010 года № 179-ПП «Об утверждении перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Мурманской области».
2. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р).
3. ОДМ 218.8.001-2009 «Методические рекомендации по специализированному гидрометеорологическому обеспечению дорожного хозяйства (утв. распоряжением Росавтодора от 26.11.2009 № 499-р)».

УДК 551.583:620.9(985)
ББК 26.236.7+65.305.142

Д.В. Фасолько, Е.М. Акентьева
ФГБУ «Главная геофизическая
обсерватория имени А.И. Воейкова»
г. Санкт-Петербург, Россия

КЛИМАТ И ЭНЕРГЕТИКА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Ключевые слова: изменения климата, энергетика, Арктическая зона Российской Федерации.

D.V. Fasolko, E.M. Akentyeva
Voeikov Main Geophysical Observatory
Saint-Petersburg, Russia

CLIMATE AND ENERGY IN THE RUSSIAN ARCTIC ZONE

Key words: climate change, energy sector, Russian Arctic zone.

Климатические факторы во многом определяют устойчивое функционирование топливно-энергетического комплекса (ТЭК). В Шестом докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата [5] отмечается, что изменение климата будет влиять и на предложение, и на спрос в энергетической отрасли, что увеличит чувствительность энергетики к климатическим факторам.

Скорость потепления в Арктике в три раза превышает скорость среднеглобальных изменений температуры воздуха, а из-за большой протяженности территории, разнообразия географических и климатических условий, изменение климатических показателей в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) неоднородно. Температура воздуха растет на всей территории АЗРФ во все сезоны года, но наибольшая скорость роста температуры отмечается на Ямале, Таймыре и побережье Восточно-Сибирского моря (0,5–0,6°C/10 лет). Для режима увлажнения характерна большая пространственно-временная изменчивость, области увеличения количества осадков в АЗРФ чередуются с областями их уменьшения [3].

Воздействие изменений климата на функционирование и развитие энергетической инфраструктуры в АЗРФ неоднозначно, что обусловлено особенностями конкретных секторов этой отрасли и влиянием на них погодноклиматических факторов. Для нефтегазового сектора сокращение продолжительности зимнего сезона за счет роста температуры воздуха и уменьшения градусо-дней с отрицательной температурой создает благоприятные условия для производства буровых работ и прокладки трубопроводных сетей. Критические значения температуры воздуха для нефтегазовой отрасли приведены в таблице 1. По прогнозным оценкам, полученным на

основе ансамблевых расчетов по региональной климатической модели ГГО, к середине XXI века уменьшение числа дней с минимальной температурой воздуха ниже -30°C составит от 10 до 40 дней, что приведет к уменьшению простоев в работе.

Таблица 1

**Критические значения температуры воздуха
для функционирования нефтегазового комплекса**

Температура воздуха		
$\leq -15^{\circ}\text{C}$	$\leq -25^{\circ}\text{C}$	$\leq -30^{\circ}\text{C}$
Осложняется сварка полиэтиленовых труб (проведение сварочных работ в отапливаемых конструкциях)	Увеличивается загустение нефти и затрудняется ее перекачивание	Необходимо утепление трубопровода и использование морозостойких материалов, происходит удорожание работ

Еще одним важным фактором является сокращение отопительного периода и связанное с этим снижение расходов на отопление [1]. По модельным оценкам уменьшение отопительного периода составит 40–50 дней к середине XXI века и 60–70 дней к концу XXI века. При этом прогнозируется и повышение средней температуры отопительного периода (максимальные изменения ожидаются для севера Таймыра). Эти факторы, действуя совместно, могут привести к уменьшению дефицита тепла за отопительный период, величина которого может рассматриваться как индекс потребления энергии [4]. Уменьшение индекса потребления энергии, вероятно, будет наибольшим в Западной Арктике и составит около 30% к концу XXI века.

Изменение климата в ряде случаев оказывает и негативное воздействие на энергетический комплекс. Так, в теплый период года рост повторяемости температуры воздуха выше 15°C может приводить к падению мощности компрессорных станций и как следствие к уменьшению добычи газа.

К концу XXI века прогнозируется увеличение количества и интенсивности осадков во все сезоны года, но наиболее сильно оно проявляется в холодный период года в Азиатской части АЗРФ (на севере Якутии и Чукотского АО относительное увеличение годового количества осадков может достигнуть 70%) [3; 4].

Изменения в температурно-влажностном режиме создают риски усиления коррозионных повреждений практически для всех видов оборудования нефтегазового сектора, а также способствуют преждевременному таянию «зимников» и сокращению времени их эксплуатации, что негативно сказывается на снабжении энергетического сектора [3].

Значительные риски для устойчивого функционирования энергетики связаны с ростом повторяемости и интенсивности опасных погодных явлений. Основной вклад в годовую повторяемость опасных метеорологических явлений на большей части территории АЗРФ вносят сильные метели и вы-

сокие скорости ветра. Особенно сильно подвержены влиянию опасных явлений погоды линии электропередач из-за их значительной протяженности. Аварии на ЛЭП могут приводить к большим экономическим потерям, а их устранение в отдаленных районах может быть затруднено.

Еще одним неблагоприятным последствием изменений климата является деградация вечной мерзлоты и как следствие – снижение несущей способности грунтов и их проседание, что оказывает влияние на безопасность объектов энергетической инфраструктуры [3]. Таяние вечной мерзлоты создаёт риски уменьшения добычи нефти, т.к. происходит деформация нефтяных скважин, приводящая к снижению их производительности на 10–20%. [2]

Высокая скорость наблюдаемых изменений климата АЗРФ определяет необходимость разработки адаптационных мероприятий для топливно-энергетического комплекса, которые будут направлены не только на смягчение климатических стрессов, но и на извлечения выгод. На сегодняшний день, одним из основных направлений адаптации является минимизация ущерба от протаивания многолетнемерзлых грунтов. Для повышения надежности и эффективности работы ТЭК необходимо применять комплексный подход к адаптации, включающий технологические, поведенческие и институциональные меры.

Список литературы

1. Воронина С.А., Порфирьев Б.Н., Семикашев В.В., Терентьев Н.Е., Елисеев Д.О., Наумова Ю.В. Последствия изменений климата для экономического роста и развития отдельных секторов экономики российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2017. № 4(28). С. 4–17. DOI: 10.25283/2223-4594-2017-4-4-17.
2. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб.: Росгидромет. 2017. 106 с.
3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под ред. В.М. Катцова; Росгидромет. СПб.: Научно-технологические технологии, 2022. 676 с
4. Хлебникова Е.И., Катцов В.М., Пикалева А.А., Школьник И.М. Оценка изменения климатических воздействий на экономическое развитие территории российской Арктики в XXI веке // Метеорология и гидрология. 2018. № 6. С. 5–19.
5. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2022: Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. DOI: 10.1017/9781009325844.

УДК 334(470)
ББК 65.9(21)-94

А.Ю. Фофанова
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА И КРУПНОГО БИЗНЕСА¹

Ключевые слова: коренные малочисленные народы Севера (КМНС), природная среда, качество жизни, интересы, опыт, общественное движение, государственно-частное партнерство, социальная лицензия, социальная ответственность, крупный бизнес.

A.Yu. Fofanova
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

INTERACTION BETWEEN INDIGENOUS PEOPLES OF THE NORTH AND LARGE BUSINESSES

Key words: indigenous peoples of the North (indigenous peoples of the North), natural environment, quality of life, interests, experience, social movement, public-private partnership, social license, social responsibility, big business.

Современное освоение Севера исторически неизбежно, и это значимая задача для экономических интересов не только северных субъектов России, но и всего государства.

При этом, существенным фактором, отрицательно влияющим на жизнедеятельность КМНС, заключается во вмешательстве в их жизнь, которая исторически связана с окружающей КМНС природной средой. По мнению д.э.н. Веры Ивановны Сморгочевой [2], именно КМНС постоянно проявляют очень бережное отношение к окружающей их природе.

Поэтому, всегда будет присутствовать необходимость грамотного вторжения с законодательным оформлением оценки и компенсации ущерба на традиционных территориях жизни и хозяйствования КМНС.

Добывающие компании, функционируя на территориях исконного проживания КМНС, могут нанести существенный урон природной среде. Но, при сотрудничестве КМНС и бизнеса, серьезных последствий можно избежать и сохранять, развивать интересы коренных народов, повышая качество их жизни в сложных условиях Севера.

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной ИОКР № 122061400033-4.

Уже имеется положительный опыт сотрудничества КМНС с госструктурами, которое стало развиваться с момента создания в 1990 г. Ассоциации коренных малочисленных народов Севера, Сибири и ДВ РФ.

С течением времени представители КМНС приобрели опыт проведения переговоров и защиты своих интересов. По мнению И.Б. Сергеева [1], в РФ уже имеется заслуживающий внимания опыт по совместной деятельности КМНС и бизнеса (в некоторых регионах страны).

В мировом опыте наблюдаются следующие формы соцпартнерства крупного бизнеса и сообществ КМНС, например, сотрудничество в формальных и неформальных соглашениях; ГЧП; корпоративная социальная ответственность; социальная лицензия при взаимодействии КМНС и бизнеса.

Взаимоотношения основываются на контрактах, дающих возможность организации многостороннего сотрудничества государства, бизнеса, общественных организаций, а также представителей КМНС. Для РФ наиболее часто сотрудничество основывается:

- на формальных и неформальных соглашениях, т.е. в формировании общественных организаций, действующих в интересах КМНС;
- корпоративной социальной ответственности, т.е. компании добровольно берут на себя выполнение в интересах КМНС, обязательств.

Развивается и такая форма взаимодействия, как социальная лицензия на деятельность между крупным бизнесом и местным населением.

К примеру, тестовые исследования В.Н. Беляева, М.И. Игнатевой показывают, что, 82,7% опрошенных, считают, что компенсации надо выплачивать владельцам традиционных территорий; 11,2% – направлять средства коренным жителям, проживающих вблизи; 4,5% и 5,3% – разделить выплаты между коренными жителями района и округа [3].

Так, одной из крупнейших компаний РФ, осуществляющая свою работу на основе принципа корпоративной социальной ответственности, учитывая интересы местного населения, является «НОВАТЭК». Отметим, что она активно взаимодействует с администрациями регионов своего присутствия, участвует в проведении мероприятий, поддерживающих национально-культурные традиции.

Примером сохранения и развития нацкультуры КМНС в Мурманской области явился пример заключения соглашения «Норникель» о взаимодействии и сотрудничестве с «Ассоциация кольских саамов». Отметим, что осуществляемые «Норникелем» экологические и др. проекты способствуют сохранению их культуры, совершенствованию традиционного образа жизни и промыслов.

В рамках соглашения компания планирует выделение саамам Мурманской области путевок, помощи в проведении научно-исследовательских работ для поддержки саамского языка и другое.

В условиях современного развития экоотношений крупных компаний на территориях традиционного проживания КМНС считаем необходимым:

- изменить отношение государства и общества к поддержке КМНС. Важно не только социальная их защита, поддержка, но и предусматривать их развитие, изыскивать новые формы хозяйствования, учить сотрудничать с крупным бизнесом РФ;
- КМНС должны научиться и иметь возможность положительно воздействовать на развитие своих интересов, не зависеть от поддержки государства и корпораций;
- целесообразно обучать и привлекать к вопросам управления хозяйствованием на традиционных территориях представителей КМНС;
- корпоративная социальная ответственность и социальная лицензия на деятельность, как формы социальности должны развиваться и активизироваться в России, а положительный опыт должен широко распространяться в СМИ.

Список литературы

1. Сергеев И.Б. Коренные малочисленные народы Севера в условиях освоения Арктической зоны Российской Федерации // Росконгресс. Пространство доверия. Аналитика. 05.10.2021. URL: <https://roscongress.org/materials/korennye-malochislennye-narody-severa-v-usloviyakh-osvoeniya-arkticheskoy-zony-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения: 05.01.2023).
2. Сморгачева В.И. Социальное и экономическое развитие северных территорий России в современных условиях // Известные ученые. Диссертации. URL: <https://famous-scientists.ru/list/3471> (дата обращения: 03.01.2023).
3. Хакназаров С.Х. К вопросу о взаимодействии коренных народов Севера и промышленных компаний на примере Югры // Арктика и Север. 2018. № 30. URL: https://narfu.ru/upload/iblock/778/07_Khaknazarov.pdf (дата обращения: 08.01.2023).

УДК 004.94:551.578.48
ББК 26.222.817с51

Д.М. Хромова, И.М. Лазарева, С.А. Парфенов, О.И. Ляш
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СХОДА СНЕЖНОЙ ЛАВИНЫ¹

Ключевые слова: компьютерное моделирование, лавина, объем снега, дальность выброса, границы схода.

D.M. Khromova, I.M. Lazareva, S.A. Parfenov, O.I. Lyash
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

USING MODELING ALGORITHMS FOR COMPUTER VISUALIZATION OF THE CONSEQUENCES OF AN AVALANCHE

Key words: computer simulation, avalanche, snow volume, throwing range, exit borders.

Потребность в организации противолавинной защиты вызвана прежде всего масштабами охваченной лавинами территории: по данным Росгидромет [4] 18% от всей площади России – это 3 077,8 тыс. км² занято лавинами и еще 829,4 тыс. км² входят в группу потенциально опасных.

Хронология, подготовленная ТАСС [5], содержит информацию о более 23 инцидентах гибели людей при сходе снежной лавины на территории Хибинского массива, произошедших с начала 2016 г. В случаях, когда лавинная активность высока, а именно доходит до четвертой степени [2], основанием для схода может стать любое как природное, так и механическое явление.

Причиной возникновения лавин зачастую является слабое или полностью отсутствующее сцепление слоев свежевыпавшего снега с залежавшимся снежным покровом. В таких ситуациях скопившаяся снежная масса может начать сходить по непредсказуемой траектории, набирая при этом очень высокую скорость [1].

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 122060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

В настоящее время существуют активные и пассивные противолавинные мероприятия [3]. К пассивным относят установку различных сооружений, к активным – принудительные спуски, которые могут нанести ущерб инфраструктуре.

Компьютерное моделирование дает возможность оценить лавинную опасность, определенным образом спрогнозировать сход, что в свою очередь способствует оперативному принятию мер по минимизации и предотвращению возможной угрозы.

Для того, чтобы увидеть какие области затронет лавина, необходимо определять ее предельную дальность выброса. Учитывая такие параметры, как: высота склона, объем снега и тип лавины, можно рассчитать максимальную дальность выброса лавины, тем самым успешно определить границы схода.

В данном исследовании моделирование схода лавины реализовано решением двух задач:

1. Определение радиуса схода лавины из точки, определяющей очаг лавины. Это позволит зафиксировать максимально возможную зону поражения.
2. Расчет вероятностного распределение известного объема снега по склону с учетом перепада высот. Это позволит определить направление движения лавины.

Первая задача решается с использованием алгоритма, предложенного В.Н. Аккуратовым. В основе лежит математическая модель расчета наибольшей дальности выброса лавины (1):

$$L = \alpha h_{\max} (\log 10 \omega + 1) \quad (1)$$

где: α – эмпирический коэффициент, равный 0,48–0,55 для лотковых лавин (мокрые) и 0,72–0,75 для осовых (сухие);

ω – объем снега, м³;

h_{\max} – высота, измеренная от подножия склона до точки отрыва.

Данная модель позволяет рассчитать границы схода лавины, что является важным результатом, определяющим зону поражения.

Таким образом, для определения радиуса схода лавины необходимо:

1. Получение карты высот Хибинского массива в формате csv-файла.
2. Расчет объема снега на основе данных о площади очага и высоте снега.
3. Расчет дальности выброса по алгоритму В.Н. Аккуратова.

Для получения карты высот было изучено несколько возможных источников. По результатам анализа предложенных наборов данных принято решение строить карту высот на основе данных ALOS [6], тем самым обеспечить наиболее высокое разрешение.

Расчет вероятностного распределения снега по склону реализован на основе алгоритма обхода графа в ширину – BreadthFirstSearch (далее BFS). BFS стартует в заранее выбранной вершине и рассматривает все узлы графа, соседствующие с ней. Далее расчет выполняется для соседних вершин, и дальше по этому же принципу. Здесь графом является полученная дискретная сетка высот. Чтобы использовать алгоритм в трехмерном пространстве, принято решение представлять граф как диагональную сетку, тем самым во время обхода изучить все возможные пути.

Вероятность распределения определяется перепадом высот: чем больше перепад, тем слабее сила трения, тем больше вероятность, что в этом направлении пойдёт масса снега.

С результатами компьютерного моделирования можно ознакомиться на рисунке 1.

Таким образом, процесс моделирования на выходе позволит получить набор, содержащий в себе точки и параметры их насыщенности. С помощью таких данных определять площадь схода снежной лавины будут точки с насыщенностью больше порогового значения. Предложенное решение дает возможность проводить компьютерные эксперименты для настройки коэффициентов моделирования схода различных типов лавин.

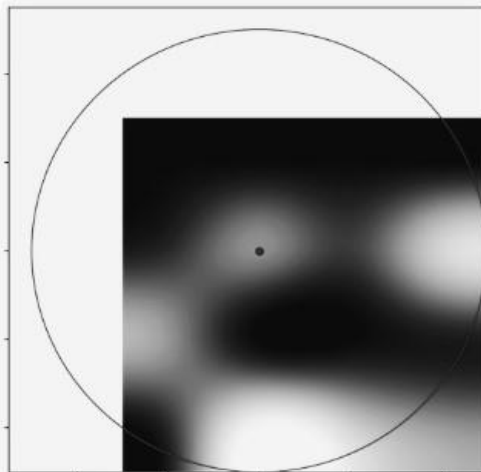


Рис. 1. Результат моделирования

Fig. 1. Simulationresult

Список литературы

1. Аккуратов В.Н. Снежные лавины в Хибинах: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: Изд-во МГУ, 1973. 26 с.
2. МЧС России // Снежные лавины. URL: <https://51.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 30.01.2023).
3. Панков М. Современные средства борьбы и защиты от снежных лавин // Инженерная защита. 2014. № 01. С. 20–25.
4. Противолавинная защита // Росгидромет. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/activ/anti-lav/lav-obs-anti/> (дата обращения: 18.11.2022).
5. Хронология случаев гибели людей при сходе снежных лавин в России // ТАСС URL: <https://tass.ru/info/10488515> (дата обращения: 18.11.2022).
6. ALOS URL: https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/index_e.htm (дата обращения: 30.01.2023).

УДК 502.37
ББК 39.491.6

А.Л. Цейтлина, В.Г. Краснополяский
Всемирный фонд природы
г. Мурманск, Россия

ПОДГОТОВКА ДОБРОВОЛЬЦЕВ – УЧАСТНИКОВ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Ключевые слова: ликвидация аварийных разливов нефти (ЛАРН), ликвидация разливов нефти (ЛРН), нефтеразливы, добровольцы, волонтеры, учения, Арктика.

A.L. Tseitlina, V.G. Krasnopolsky
World Wildlife Fund
Murmansk, Russia

TRAINING OF VOLUNTEERS – PARTICIPANTS IN LIQUIDATION OF EMERGENCY CRUDE OIL AND REFINED PRODUCTS SPILLS

Key words: oil spill response (OSR), oil spills, volunteers, exercises, Arctic.

Добыча, транспортировка и хранение нефти оказывают влияние на окружающую среду, особенно в случае аварийных разливов. Мероприятия по очистке берега с применением техники могут быть разрушительны для северных экосистем. Кроме того, береговая зона Арктических морей в значительной степени труднодоступна для тяжелой техники. Поэтому очистка загрязнённого побережья всегда требует применения ручных методов и значительного количества людских ресурсов, привлекаемых на добровольной основе. В России в течение многих лет осуществляются проекты по подготовке волонтеров для ликвидации разливов нефти (ЛРН) при сотрудничестве с Всемирным фондом природы, аварийно-спасательными службами, общественными и профессиональными экологическими организациями, высшими учебными заведениями. Актуальность волонтерского движения для ЛРН продолжает возрастать с увеличением риска крупных разливов при интенсификации разведки и добычи на арктическом шельфе, перевалки и транспортировки нефти по Северному морскому пути, строительства и развития портовой инфраструктуры в северных регионах.

В 2007 г. на Черном море произошла авария, в результате которой вылилось около 4 000 тонн нефти и нефтепродуктов, загрязнив побережье на десятки километров. В ликвидации последствий аварии участвовали не только специализированные формирования, но и группы добровольцев, призванные общественными организациями Всемирным фондом природы и

Союзом охраны птиц России, которые организовали полевой лагерь. Привлечение волонтеров к операциям по ликвидации последствий ЛРН является важным шагом в обеспечении безопасности населения и окружающей среды.

История волонтерского движения ЛРН в Мурманской области началась в 2005 г. Проект «Чистый берег» под руководством Всемирного фонда природы был предназначен для обучения добровольцев способам и приемам очистки береговой линии в случае нефтяного разлива в Баренцевом море и спасении животных, пострадавших от нефтеразлива. В июне того года прошли учения профессиональных спасательных служб Мурманской области и отряда волонтеров, организованного Всемирным фондом природы. Участвовало 11 волонтеров из общественных организаций, включая Беллона-Мурманск и «Природу и молодежь». В декабре того же года группа студентов Мурманского государственного педагогического университета приняла участие в учениях по ЛРН, проведенных ОАО «Мурманский Региональный Центр Аварийно-Экологических Операций» на промышленном объекте в г. Мурманске.

В марте 2006 г. молодёжная группа в составе 20 человек приняла участие в двухнедельной программе обучения при Мурманском государственном педагогическом университете и учениях в г. Вардё (Норвегия). Организаторами программы выступили WWF Норвегии и представительство Всемирного фонда природы в Баренц экорегионе при участии специалистов аварийно-спасательных служб Мурманской области.

В 2006–2008 гг. проходили учения по ликвидации аварийных разливов нефти на берегу Кольского залива для сторонников фонда, мурманчан и добровольцев. Учения проводились в различных районах Мурманской области, с участием аварийно-спасательных формирований и специальных служб. В них приняли участие больше 130 добровольцев, обученных по программам Всемирного фонда природы.

Учения 24 апреля 2008 г., проведенные аварийно-спасательными формированиями в п. Белокаменка, находящемся в непосредственной близости от танкера-накопителя, показали, что ранее подготовленные добровольцы не растеряли навыков участия в операциях по сбору нефтеразливов. В мае 2008 г. было организовано обучение для 12 инспекторов Дирекции ООПТ на берегу Кандалакшского залива Белого моря. Обучение проходило недалеко от нефтяного терминала порта Витино.

Учения по ликвидации аварийных разливов нефти в Баренцевом море продолжали проводиться при поддержке Всемирного фонда природы. Программа была направлена на снижение возможного ущерба природным морским и прибрежным экосистемам от аварийных разливов нефти.

В 2016 г. преподаватели Мурманского Государственного Педагогического университета совместно с сотрудниками ООО «ЭкоСервис» разработали дополнительную образовательную программу и учебно-методическое

пособие «Ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛАРН)». Примечательно, что в 2018 г., объявленном в России Годом добровольца и волонтера, вышло «Практическое пособие для добровольцев по ликвидации разливов нефти».

В последующие годы в учениях участвовали не только российские и норвежские профессионалы, но и заполярные студенты-добровольцы. В 2020 г. финансирование проекта завершилось, но сотрудники компании ООО «ЭкоСервис» и МАГУ решили продолжить работу по подготовке волонтеров. В 2022 г. учения проводились в рамках программы Всемирного фонда природы «Баренц для природы и людей», которая была направлена на поддержку гражданского общества и его участия в природоохранной деятельности. За 17 лет удалось подготовить более 800 человек.

Волонтеры могут быть задействованы в операции по ЛРН на побережье при различных масштабах разлива нефти, в зависимости от потребностей в людских ресурсах. Участие в операции по ЛРН требует от волонтеров соответствующих навыков и умений, позволяющих безопасно осуществлять мероприятия по очистке береговой полосы от нефти и нефтепродуктов. Поэтому волонтерское движение неразрывно связано с обучением волонтеров. Необходимо не только продолжать такую подготовку в Баренц регионе, но и искать пути тиражирования опыта на другие регионы Арктики.

Список литературы

1. Саркова О.М., Краснопольский В.Г. Практическое пособие для добровольцев по ликвидации разливов нефти / Всемирный фонд дикой природы (WWF). Мурманск, 2018. 107 с.
2. Постановление Правительства РФ № 2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» от 31.12.2020.
3. Постановление Правительства РФ № 2366 «Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» от 30.12.2020.
4. Федеральный закон № 151-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22.08.1995.
5. Федеральный закон № 135-ФЗ (ред. от 21.11.2022) «О благотворительной деятельности и благотворительных организациях» от 11.08.1995.

УДК 614.8.01(985)
ББК 68.902(2Рос)

Н.А. Цыбиков¹, М.И. Фалеев², В.А. Зверьков³, Т.И. Сидорович¹

¹ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
г. Москва, Россия

² ФГКУ «Государственный центральный аэромобильный
спасательный отряд МЧС России»
г. Жуковский, Россия;

³ ООО «АтомПроектЭнергоСервис»
г. Москва, Россия

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

Ключевые слова: *безопасность жизнедеятельности, гражданская защита, природные бедствия, управление, чрезвычайные ситуации.*

N.A. Tsybikov¹, M.I. Faleev², V.A. Zverkov³, T.I. Sidorovich¹

¹ All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Moscow, Russia;

² The State Central Airmobile Rescue Squad
of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Zhukovsky, Russia;

³ AtomProjectEnergyService LLC
Moscow, Russia

STRATEGIC APPROACHES TO OPTIMIZING THE ACTIVITIES OF THE EMERGENCY PREVENTION AND RESPONSE SYSTEM IN THE RUSSIAN ARCTIC

Key words: *life safety, civil protection, natural disasters, management, emergencies.*

Введение. Развитие функциональных и территориальные структур единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) повышает противоаварийный потенциал, аварийную готовность и аварийное реагирование (АГР) участников на возникающие техногенные, природные, террористические и др. риски/угрозы. Интенсивное освоение удаленных территорий, создание в них крупных промышленных, горнодобывающих, газо-нефтехимических и энергетических объектов определяют требования совершенствования управления РСЧС,

учета климатических, логистических условий, модернизации коммуникаций и инфраструктуры Северного морского пути (СМП) [3; 4]. Законодательное (от 28.06.2022 № 184-ФЗ) возложение на ГК «Росатом» функций ключевого разработчика комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры СМП на период до 2035 г., курирования работ ФГУП «Атомфлот» и ФГУП «Гидрографическое предприятие» ориентирует на стратегическое взаимодействие МЧС России и ГК «Росатом» по обеспечению энергетической, гидронавигационной, метеорологической, аварийно-спасательной, коммуникационной и информационной безопасности мореплавания в соответствии с утвержденным распоряжением Правительства РФ от 15 апреля 2021 г. № 996-р «Единым планом мероприятий по реализации Основ государственной политики РФ в Арктике, Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

Совершенствование технологий антикризисного управления на критически важных/потенциально опасных объектах российской Арктики предусматривает развитие многофункциональных антикризисных систем и создание центров/пунктов управления (ПУ) в расположении важнейших инфраструктурных объектов СМП (местных Центров управления в кризисных ситуациях (МЦУКС) и поисково-спасательных отрядов (ПСО) МЧС России). Развитие системы комплексной безопасности определяет Комплексный план развития аварийно-спасательной инфраструктуры в Арктической зоне Российской Федерации (утвержден 29 апреля 2021 г. № 4211п-П4). Вариант структурной схемы информационного взаимодействия в системе антикризисного управления в режиме ЧС на объектах российской Арктики в составе РСЧС приведен на рисунке 1 [3; 1].

Совершенствование арктического судоходства предусматривает создание на акваториях/прилегающих территориях СМП взаимодействующих отечественных систем:

- централизованного оперативно-тактического управления круглогодичным судоходством, организацией регулярных перевозок;
- федерального поиска и спасения на водах;
- мониторинга обстановки и прогнозирования ЧС с привлечением сил и средств дистанционного зондирования земли (ДДЗ);
- государственного мониторинга окружающей среды;
- мониторинга ключевых показателей безопасности деятельности техногенно опасных объектов (ТОО), кораблей/судов с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) на основе данных эксплуатирующих организаций, МЦУКС, региональных ЦУКС;
- оперативного информирования органов государственной власти и населения о возникновении/росте рисков негативного/опасного воздействия загрязняющих веществ/микроорганизмов, обусловленных изменениями климата;

- оповещения участников АГР на основе современных комплексов КВ-СВ-УКВ диапазонов радиоволн.

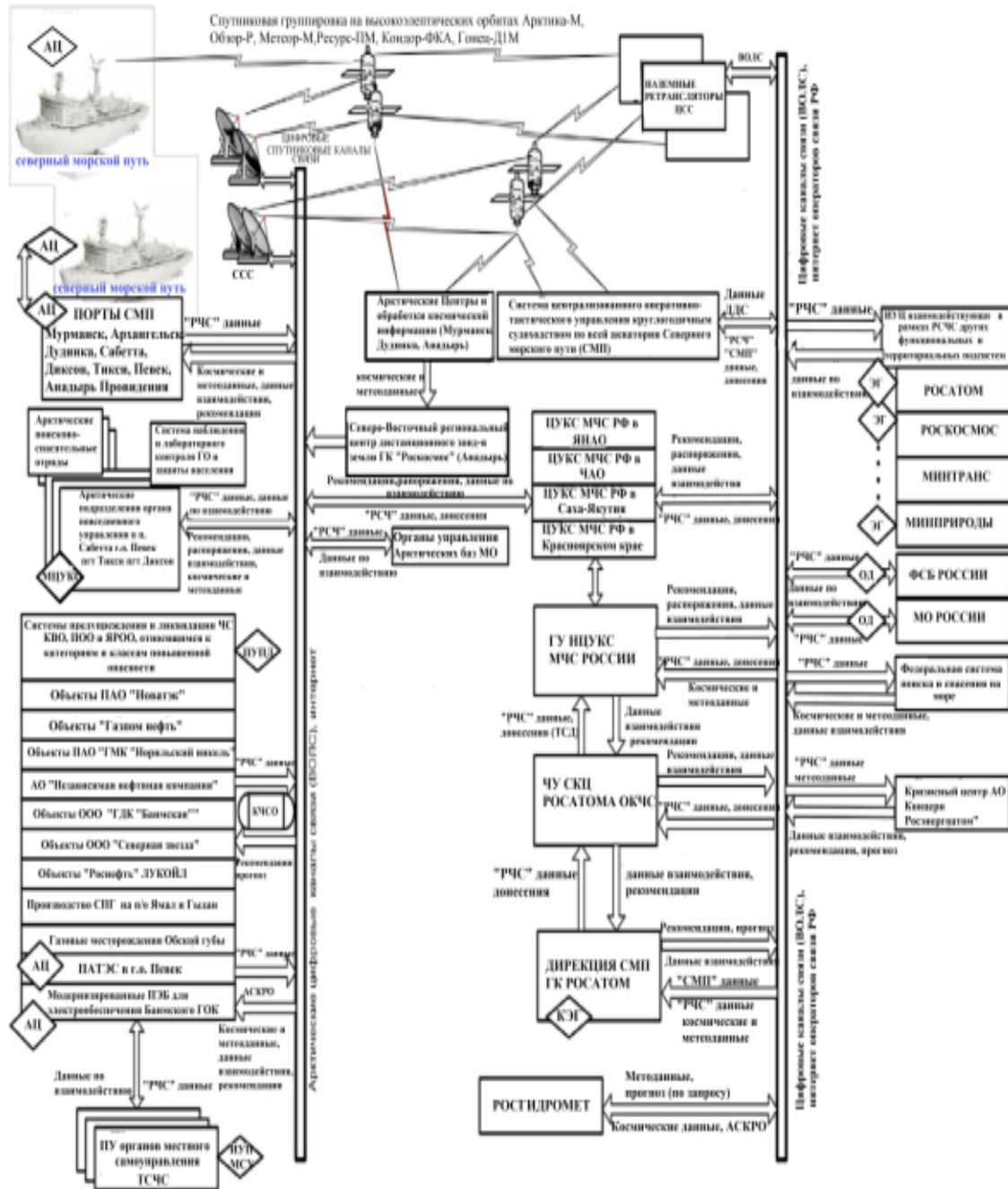


Рис. 1. Структурная схема информационного взаимодействия в системе антикризисного управления (вариант)

Fig. 1. Block diagram of information interaction in the anti-crisis management system (option) about

Интегрируемые в программно-аппаратную среду единого информационного пространства средства позволяют, по мнению авторов, сформировать комплексный показатель безопасности режимов эксплуатации ТОО; внедрение цифровых технологий/совершенствование программно-технических

комплексов (ПТК) – повысить надежность и эффективность управления АГР на объектах экономики стратегического значения, учесть рост опасностей совершения диверсионно-террористических актов, проявления внешних вызовов. В числе приоритетных следует проанализировать теоретически возможные сценарии радиационных аварий на действующих (г. Билибино, г.о. Певек) и планируемых к вводу в эксплуатацию (модернизированных плавучих энергоблоков (ПЭБ) в Чаунской губе у мыса Нагленгын при развертывании Баимского горно-обогачительного комбината) объектах атомной энергетики [4; 3]. Террористический акт подрыва магистральных газопроводов «Северный поток» подтвердил необходимость надежного обеспечения безопасности транспортно-технологических объектов в Арктике. В целом, стратегические задачи освоения и развития удаленных территорий обязывают государственные (с долей государственного участия) и частные компании совершенствовать технологии:

- защиты от бедствий/катастроф различного характера;
- антикризисного управления РСЧС;
- системного обеспечения комплексной безопасности вводимых и эксплуатируемых объектов экономики;
- судоходства по СМП [1; 2].

Заключение. Системное обеспечение комплексной безопасности населения и территорий возможно на основе стремительного привлечения ресурсов участников АГР, декарбонизации энергосистем страны, совершенствования безотходных и/или малоотходных технологий, реализации национальных проектов, оптимизации деятельности по предупреждению и ликвидации последствий ЧС, критического осмысления уникального опыта России по адаптации социально-экономической сферы в снижении отрицательного/сохранении положительного уроков прошлой деятельности.

Список литературы

1. Зверьков В.А., Фалеев М.И., Цыбиков Н.А. Перспективные направления совершенствования технологий защиты населения и окружающей среды от бедствий/катастроф на ТОО труднодоступных регионов // Проблемы и пути совершенствования проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации ЧС: сборник трудов секции № 2 XXXII МНПК «Предотвращение. Спасение. Помощь», 1 марта 2022 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2022. С. 37–47.
2. Малышев В.П. Актуальные проблемы интеграции Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС и ГО // Сборник материалов круглого стола «Современный миропорядок и его влияние на национальную безопасность РФ». М.: ВАГШ ВС РФ, 2020. С. 283–291.
3. Фалеев М.И., Цыбиков Н.А. Преодоление экологических проблем предупреждения и ликвидации ЧС – одно из приоритетных направлений ор-

- ганизации спасательных операций // Материалы III МНПК, посвященной Всемирному дню ГО: в 3 ч. Ч. I: Проблемы ГО / Алешков М.В. [и др.]. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. С. 65–74.
4. Варианты оптимизации комплексного радиоэкологического мониторинга в Арктической зоне России при эксплуатации плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов» / М.И. Фалеев [и др.] // Технологии гражданской безопасности». 2020. Т. 17. 2020. № 3(65). С. 69–79.

УДК 551.465(268.5)
ББК 26.221.8с51

М.В. Цыганова, Е.М. Лемешко
ФГБУН Федеральный исследовательский центр
«Морской гидрофизический институт Российской академии наук»
г. Севастополь, Россия

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН АРКТИКИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ключевые слова: речной сток, плюм, коэффициент поглощения окрашенной компоненты органического вещества, поверхностная соленость.

M.V. Tsyganova, E.M. Lemeshko
Federal Research Center
“Marine Hydrophysical Institute of the Russian Academy of Sciences”
Sevastopol, Russia

MONITORING OF ECOLOGICAL STATE OF THE ARCTIC COASTAL ZONES ON THE BASIS OF SATELLITE INFORMATION

Key words: river discharge, plume, coefficient of colored detrital matter, surface salinity.

Общий объем пресной воды, поступающей в Северный Ледовитый океан, увеличивается по мере таяния ледников и увеличения речного стока. Увеличение речного стока может оказать существенное влияние на циркуляцию верхнего слоя океана. Стоки северных рек Обь, Енисей и Лена являются важным источником пресной воды в Карском море и море Лаптевых. Суммарный сток Енисея и Оби в Карское море достигает максимума в июне по среднемноголетним данным и превышает $113\,560\text{ м}^3/\text{с}$, что примерно составляет треть от суммарного стока арктических рек в Северный Ледовитый океан. Пресная речная вода смешивается с океанской водой и образует опресненный поверхностный слой, несущий большое количество растворенного органического вещества и взвешенных веществ в Северный Ледовитый океан.

В работе анализируются многолетние спутниковые данные в Карском море в летний период свободный ото льда за 2011–2019 гг. с целью идентификации положения и динамики речного плюма, образованного суммарным стоком Енисея и Оби. В качестве маркера распространения речных вод используется коэффициент поглощения окрашенной компоненты органического веществ CDM (<http://www.globcolour.info/>).

Суммарный сток Енисея и Оби оказывает существенное влияние на распределение верхнего слоя Карского моря, распространение пресных вод

происходит в северо-восточном направлении от устьевых районов, а межгодовая изменчивость площади распространения пресных вод в первую очередь определяется межгодовыми аномалиями расходов рек. На рисунке 1 по климатическим данным из атласа термохалинных характеристик построена карта поверхностной солености для летнего сезона (<https://www.aari.ru/data/climate>). Границы распространения плюма идентифицируются по изохалине 16 епс, а области смешения речных вод идентифицируются по изохалине 26 епс (рис. 1). На основе анализа межгодовой изменчивости суммарного стока рек Енисей и Обь были выбраны периоды минимального $2,25 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{с}$ (август 2012 г.) и максимального $3,9 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{с}$ (август 2002 г.) величин стока.

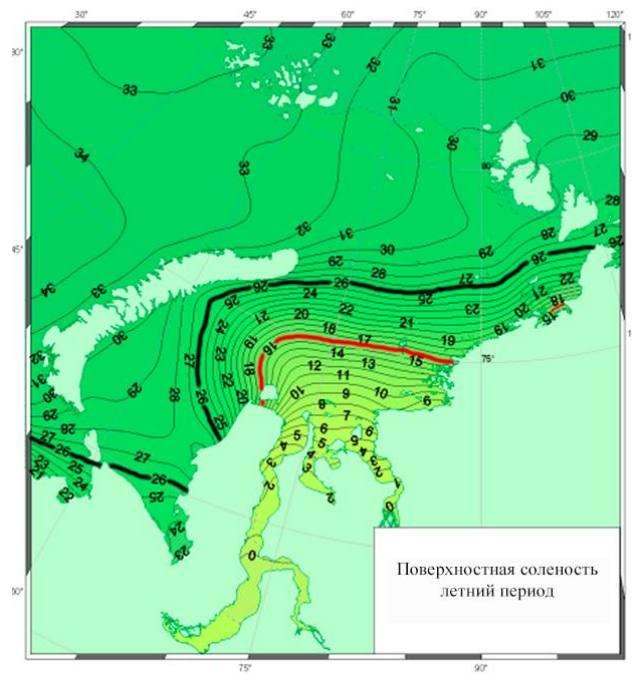


Рис. 1. Поверхностная соленость для летнего сезона по климатическим гидрологическим данным

Fig. 1. Surface salinity for the summer season from climatic hydrological data

Поверхностное распределение распресненных вод для исследуемого района по спутниковым данным получено на основе коэффициента поглощения окрашенной компоненты органического вещества соответственно для августа 2002 г. (рис. 2а) и августа 2012 г. (рис. 2б).

Разница в пространственном распределении коэффициента окрашенного органического вещества для периодов максимального и минимального стока рек (рис. 2) согласуется с климатическим распределением солености для изохалин 16 епс и 26 епс (рис. 1). Для периода максимального стока рек область распространения речных вод, идентифицируемая по изолинии $0,2 \text{ м}^{-1}$ (рис. 2а), находится севернее положения изохалины 16 епс (рис. 1).

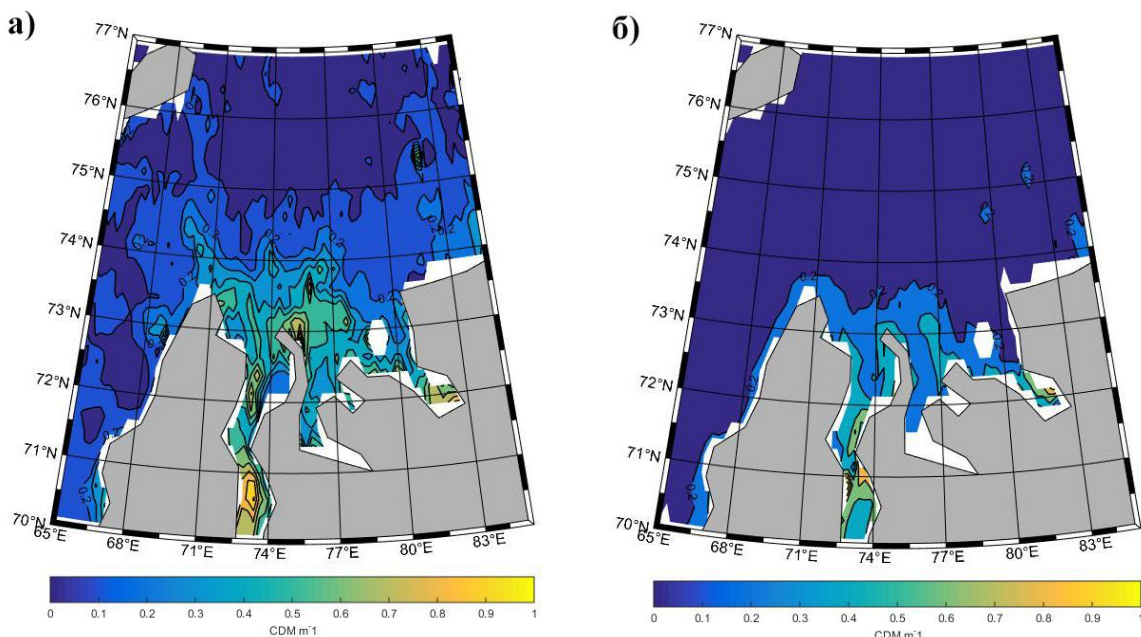


Рис. 2. Поверхностное распределение CDM [m^{-1}] для августа:
а) 2002 г.; б) 2012 г.

Fig. 2. Surface distribution of CDM [m^{-1}] for August:
а) 2002.; б) 2012

Область смешения морских и распресненных вод с показателями CDM от $0,1 \text{ m}^{-1}$ до $0,2 \text{ m}^{-1}$ (рис. 2а) соответствует климатическому распределению солёности от 16 до 26 епс (рис. 1). Для периода минимального стока область распределения CDM, ограниченная изолинией $0,2 \text{ m}^{-1}$ (рис. 2б), не выходит за границу расположения изохалины 16 епс (рис. 1).

Использование спутниковых продуктов на основе коэффициента поглощения окрашенной компоненты органического вещества позволяет выделить межгодовой сигнал в распространении распресненных вод, обусловленный различием в величине стока рек Енисей и Обь. Появление спутниковых продуктов о поверхностной солёности Северного Ледовитого океана позволяет получить регрессионные соотношения между величиной солёности и CDM, которое можно использовать в дальнейшем для мониторинга распространения речных вод и описания экологического состояния прибрежных арктических районов.

УДК 579.6:504.5(470.21)

ББК 28.082.7

А.А. Чапоргина, В.А. Мязин

*Институт проблем промышленной экологии Севера –
обособленное подразделение*

*ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия*

УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ СООБЩЕСТВ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКОВ¹

Ключевые слова: Арктика, биоремедиация, углеводородокисляющие микроорганизмы, нефтезагрязнение, прибрежные территории.

А.А. Chaporgina, V.A. Myazin

*Institute of North Industrial Ecology Problems –
Subdivision of the Federal Research Centre*

*“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”
Apatity, Russia*

HYDROCARBON-OXIDIZING POTENTIAL OF MICROORGANISM COMMUNITIES IN THE COASTAL ZONE OF THE KOLA BAY AND THEIR USE FOR CLEANING UP OIL-CONTAMINATED AREAS

Key words: Arctic, bioremediation, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, oil pollution, coastal areas.

В последние годы интерес к освоению Арктики привел к увеличению количества используемого топлива, доставляемого морем, что в свою очередь сопровождается техногенным загрязнением морских вод и прибрежных территорий. Несмотря на то, что страны Арктического совета утвердили курс на внедрение возобновляемых источников энергии, основанных на базе водородной энергетики [6]. Дизельное топливо до сих пор остается наиболее используемым видом горючего, от которого так и не смогли отказаться. Возникновение экологических проблем обуславливает необходимость поиска методов очистки загрязненных экосистем. Особенности климата затрудняют использование физических, термических и химических методов очистки [3]. В связи с этим значительно возрос интерес к экологически безопасным и экономичным методам восстановления арктических почв и прибрежных территорий от нефтяных загрязнений [1; 3; 4].

¹ Исследование выполнено в рамках темы НИР по госзаданию № 1021051803684-1.

Целью исследования было изучение углеводородокисляющего потенциала аборигенных микроорганизмов и дальнейшее их применение для очистки нефтезагрязненных территорий.

Отбор проб воды и грунтов проводили на территориях, близко расположенных к местам потенциальных загрязнений нефтепродуктами, побережья Печенгской губы и Кольского залива. Выделены наиболее эффективные нефтеокисляющие микроорганизмы (11 штаммов бактерий, 33 штамма грибов и 52 штамма водорослей). Изучена токсичность водонефтяных эмульсий, приготовленных на основе разных типов нефти (легкая, средняя, тяжелая) для бактерий (5 штаммов и их ассоциации) и грибов (4 штамма и их ассоциации). В качестве критерия оценки для грибов были выбраны радиальная скорость роста и величина биомассы, для бактерий – наличие/отсутствие зоны просветления. Водонефтяные эмульсии в концентрациях 1 и 5% стимулировали развитие микроскопических грибов по сравнению с контролем. Биомасса грибов увеличилась почти в 4 раза. Было обнаружено, что водонефтяные эмульсии не оказывали токсического действия на скорость радиального роста микроскопических грибов. А в случае с отдельными штаммами и ассоциациями бактерий не были заметны зоны просветления, что свидетельствует об отсутствии токсичности водонефтяной эмульсии в концентрациях от 0,1 до 10%.

Выявлены наиболее активные штаммы бактерий и водорослей, а также их ассоциации. Подтверждена способность цианобактериально-грибных ассоциаций развиваться на водонефтяных эмульсиях, приготовленных из разных типов нефти.

Проведен лабораторный опыт по изучению нефтедеструкционной активности ассоциаций микроорганизмов в воде и прибрежных грунтах (песок, почва) при температуре 10°C (в холодной комнате). В качестве субстратов был взят прибрежный грунт и песок. В качестве загрязняющего вещества использовали водонефтяную эмульсию из нефти трех типов (легкой, средней, тяжелой). Варианты опыта: 1 – контроль (незагрязненный субстрат), 2 – загрязненный субстрат, 3 – загрязненный субстрат + I консорциум (*Tolypocladium inflatum*, *Meyerozyma guilliermondii*), 4 – загрязненный субстрат + II консорциум (*Penicillium janthinellum*, *P. simplicissimum*, бактерии), 5 – нефть + удобрения NPK. Численность микроорганизмов в исходных образцах почвы и песка сильно отличалась. Исходная численность бактерий в увлажненной почве в начале опыта составляла около 10^7 кл/г, то в песке она не превышала 10^5 кл/г. Данная закономерность сохранялась на протяжении всего опыта во всех вариантах. Для микроскопических грибов – деструкторов нефтепродуктов отмечалась аналогичная тенденция: их численность в песке была в 2 раза меньше, чем в почве на протяжении всего опыта. Внесение удобрений не оказало влияния на численность углеводородокисляющих бактерий (УОБ). В опыте с песчаным грунтом как для бактерий, так и для грибов были отмечены иные закономерности. Внесение удобрений не повлияло на

увеличение численности аборигенной микобиоты в песке. Содержание углеводов в начале опыта составляло от 3 763 до 7 314 мг/кг. За 3 месяца в условиях Севера (температура +10°C) происходит снижение содержания углеводов нефти на 15–45% при загрязнении прибрежного песка водо-нефтяной эмульсией и на 6–42% при загрязнении прибрежной почвы.

Таким образом выявленные активные штаммы нефтеокисляющих микроорганизмов станут основой для работ по восстановлению территорий Арктической зоны от нефтяных разливов.

Список литературы

1. Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П. Сравнительная характеристика микробной биомассы Al-Fe-гумусовых подзолов Кольского полуострова // Почвоведение. 2001. № 12. С. 1465–1472.
2. Переверзев В.Н. Лесные почвы Кольского полуострова. М.: Наука, 2004. С. 225–231.
3. Переверзев В.Н. Почвы и почвенный покров Кольского полуострова: история и современное состояние исследований // Вестник Кольского научного центра Российской академии наук. 2011. № 1. С. 39–43.
4. Korneykova M.V. Comparative analysis of the number and structure of the complexes of microscopic fungi in tundra and taiga soils in the north of the Kola Peninsula // Eurasian Soil Sci. 2018. V. 51. P. 89–95.
5. Nikitin D.A., Semenov M.V., Chernov T.I., Ksenofontova N.A., Zhelezova A.D., Ivanova E.A., Kozlov D.N., Khitrov N.B., Stepanov A.L. Microbiological indicators of soil ecological functions: a review // Eurasian Soil Sci. 2021. V. 55(2). P. 221–234.
6. Rühland K.M., Paterson A.M., Keller W., Michelutti N., Smol J.P. Global warming triggers the loss of a key Arctic refugium. Proc. R. Soc. // BBiol. Sci. 2013. 280, 20131887.

УДК 349.6:502.51(26):504.5:665.6
ББК 67.407

А.А. Шавыкин, А.Н. Карнатов
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

ГОТОВА ЛИ РОССИЯ К ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ?

Ключевые слова: ликвидация разливов нефти, нормативно-правовое обеспечение.

A.A. Shavykin, A.N. Karnatov
Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

IS RUSSIA READY TO OIL SPILL RESPONSE IN THE ARCTIC SEAS?

Key words: oil spill response, regulatory support.

Задачи ликвидации разливов нефти в море. Разливы нефти, несмотря на все усилия, предпринимаемые в мире по их предотвращению, неизбежны. Задача мер по ликвидации разливов нефти (ЛРН) – снижение тяжести экологического и общественно-экономического ущерба, способствование восстановлению экосистемы, которой причинен ущерб. Начиная с 80-х гг. крупнейшие международные экологические организации, обобщая опыт многих стран и нефтяных компаний, подготовили и готовят сейчас рекомендации по решению этих задач. В этих документах описаны необходимые для ЛРН мероприятия, которые реализованы во многих странах. Наиболее важный, по мнению ИРЕСА, компонент ЛРН, определяющий ее успех – карты уязвимости прибрежно-морских зон от нефти. «Составление и обновление карт уязвимых зон является ключевым моментом процесса планирования. Эти карты дадут важную информацию ликвидаторам разлива, показав, где находятся различные прибрежные ресурсы и обозначив экологически чувствительные зоны» [1]. Подготовлены и рекомендации по составлению таких карт [2].

Согласно закону № 7-ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» хозяйственная деятельность должна осуществляться на основе ряда принципов, в том числе это: «научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды»; ...ответственность органов всех уровней государственной власти страны за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях.

Обеспечение ЛРН в море. С общей точки зрения для ЛРН и плана операций по ЛРН в море необходимы, как главные компоненты:

- нормативно-правовое обеспечение (законы, постановления, приказы...);
- силы – обученные и аттестованные ликвидаторы (АСС и АСФ);
- средства локализации и сбора нефти, другое оборудование, суда;
- информационное обеспечение: сведения об источнике разлива (объем разлива, свойства нефти), условиях в районе разлива (карты гидрометеорологической обстановки, карты уязвимости от нефти, карты логистики);
- методическое обеспечение – рекомендации по действию в тех или иных условиях;
- финансовое обеспечение для мероприятий плана ЛРН.

Требования к планам ЛРН и их ОВОС в России. По российским законам № 155-ФЗ «О внутренних морских водах...» (статья 16.1) и № 187-ФЗ «О континентальном шельфе...» (статья 22.2) любая деятельность с нефтью в море возможна, если есть утвержденный план ЛРН. Его содержание устанавливает Правительство России. Это Постановление № 2366 от 30.12.2020 «Правила организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти...». Существуют и другие документы по ЛРН.

В плане ЛРН должны быть **«прогнозируемые зоны распространения разливов нефти и нефтепродуктов (с учетом проектных решений по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов) с описанием возможного характера негативных последствий разливов нефти и нефтепродуктов для окружающей среды, населения и нормального функционирования систем его жизнеобеспечения»** (п. 3 (г) Постановления № 2366).

По определению прогнозируемых зон распространения нефти текст Постановления № 2366 отличается от того, что было до этого (Постановление № 1189 от 14.11.2014). Если до 2021 г. требовались: **«прогнозируемые зоны распространения разливов нефти и нефтепродуктов при неблагоприятных гидрометеорологических условиях»**, то сейчас для района разлива необходимо просто определить **«прогнозируемые зоны распространения нефти и нефтепродуктов»**. Вероятно, это подразумевает максимально возможные (?) зоны распространения при любых (?) допустимых для этого района гидрометеорологических условиях; но ни в этом, ни в других документах нет таких указаний, как и требований к программам (моделям) для расчета таких зон: использовать двумерные или трехмерные модели, как учитывать и учитывать ли загрязнение нефтью берега, толщи воды, дна.

Для эффективных мер по ЛРН одного **«описания... последствий»** недостаточно. Согласно мировому опыту ключевой элемент планирования ЛРН – карты уязвимости. Но о них в упомянутых документах ничего не говорится. То есть в нормативно-правовых документах РФ нет ничего о важнейшем компоненте информационного обеспечения, и ликвидаторам будет

неизвестно, как ориентироваться – что защищать в первую очередь, чем жертвовать для минимизации ущерба.

Для корректной оценки прогнозируемых зон распространения нефти (при моделировании) требуется знать подробные свойства нефти. Важны они и для ликвидаторов. В настоящее время такие свойства не определяются. В России существовала специализированная лаборатория исследования свойств нефти (передана Норвегией в Мурманский ЦСМС в 2008 г.), но за невостребованностью – закрыта. Не зная свойств нефти невозможно прогнозировать разлив и выбирать средства ЛРН. Характерен пример плана ЛРН и его ОВОС для Варандейского отгрузочного терминала (2021 г.), в которых не были учтены реальные свойства нефти.

Исключены из новых Правил и требования, что в планах ЛРН должны быть описаны *«мероприятия по реабилитации загрязненных территорий и (или) водных объектов... и восстановления нарушенного состояния водных объектов и водных биологических ресурсов»*, что, возможно, логично. Последнее (о водных объектах и ресурсах) отсутствует и в новых требованиях к ОВОС (Приказ МПР РФ № 999 от 01.12.2020), что, на наш взгляд, не логично. Ничего не говорится о возможном/недопустимом использовании диспергентов, сорбентов, сжигании нефти и при каких условиях. Нет никаких общих рекомендаций по ЛРН в ледовых условиях.

Есть и проблемы по доступности для общественности утвержденных планов ЛРН и их ОВОС, о статусе волонтеров...

Один из важных моментов ситуации в России с ЛРН – отношение органов власти к предложениям общественности по приведению требований по ЛРН в целях минимизации ущерба от разливов в соответствии с рекомендациями науки и мировой практики. Власть их игнорирует.

Вывод. Россия не в полной мере готова к ЛРН в море, особенно в арктических морях. В российских нормативно-правовых документах по ЛРН много пробелов, в том числе отсутствуют ключевые элементы информационного обеспечения – карты уязвимости и другие важные компоненты.

Список литературы

1. IPIECA (Международная ассоциация представителей нефтегазовой промышленности по экологическим и социальным вопросам). Руководство по планированию действий в чрезвычайных ситуациях при разливах нефти на воде. 2-е изд. Лондон, 2000. 30 с.
2. IPIECA (Международная ассоциация представителей нефтегазовой промышленности по экологическим и социальным вопросам), IMO (Международная морская организация), IOGP (Международная ассоциация производителей нефти и газа). Создание карт чувствительности для ликвидации разлива нефти. Лондон, 2012. 40 с.

УДК 349.6:[502.51(26):504.5:665.6]
ББК 67.407

А.А. Шавыкин
ФГБУН «Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук»
г. Мурманск, Россия

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В МОРЕ. ОБСУЖДЕНИЕ ДОПОЛНЕНИЙ

Ключевые слова: ликвидация разливов нефти, нормативно-правовое обеспечение.

A.A. Shavykin
Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, Russia

REGULATIONS FOR OIL SPILL RESPONSE IN THE SEA. DISCUSSION OF ADDITIONS

Keywords: oil spill response, regulatory support.

Введение. Разливы нефти и нефтепродуктов в море неизбежны и необходимо быть к ним готовыми. Эта готовность зависит от многих составляющих. В работе проанализированы отдельные компоненты информационного и нормативно-правового обеспечения ликвидации разливов нефти (ЛРН). Последнее – это положения федеральных законов (условно документы 1-го уровня); постановления Правительства России, приказы, положения, правила, требования... утверждаемые федеральными министерствами (2-й уровень); СТО, РД, ОСТы, ГОСТы... (3-й уровень). Исходное и главное содержится в законах, а детальные разъяснения – в документах Правительства и документах более низкого уровня.

Предложения по дополнению федеральных законов в отношении карт уязвимости для ЛРН. Карты уязвимости прибрежно-морской зоны от нефти – ключевой элемент всех действий при ЛРН, в том числе их планирования, выполнения самих операций и рекультивации. К сожалению, ни в одном документе 1-го и 2-го уровней нет ничего о таких картах.

Так, в законе «О континентальном шельфе...» № 187-ФЗ, ст. 16.1 (и в законе № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море...», ст. 22.2) говорится, что создание, эксплуатация искусственных островов, установок, сооружений на континентальном шельфе при геологическом изучении, разведке и добыче его минеральных ресурсов осуществляются при условии определения: «5) мер по предупреждению, снижению и ком-

пенсации ущерба, наносимого морской среде и природным ресурсам континентального шельфа...; б) мер по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций».

С учетом важности карт уязвимости последний пункт предлагается дополнить текстом (полный текст пункта): «б) мер по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций, в том числе по защите и сохранению морской среды, водных биологических ресурсов, социально-экономических объектов и природоохранных территорий при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов с учетом содержащихся в плане предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов карт уязвимости прибрежно-морских зон и карт экологической чувствительности береговой линии».

Наши предложения направлялись сенаторам Федерального Собрания и депутатам Госдумы от Мурманской области, а также в Мурманскую областную Думу (все они имеют право внесения законодательных инициатив). Полученные ответы, отклоняющие эту поправку, проанализированы с точки зрения их логичности и обоснованности. Корректных обоснований фактически нет, и ответы, судя по всему, составляются чиновниками, часто далекими от проблем ЛРН. Предложения по законопроекту направлялись также в Мурманскую региональную приемную Партии «Единая Россия, Д.А. Медведеву через аппарат Президента РФ, а также в Общественную палату России (в последнем случае – для оценки законодательных инициатив). В последних трех случаях конечного ответа не было. Получился «законодательский эксперимент» – как власть реагирует на обращения организаций и граждан с предложениями по законодательным вопросам, связанным с защитой окружающей среды и экологией.

Разработка методики построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти. Сейчас ни в России, ни в мире, насколько нам известно, нет корректной методики построения карт уязвимости, так как в этих методиках выполняются расчеты с порядковыми величинами. Есть и широко используются только методики картирования чувствительности береговой линии по ESI. Существуют разработки и в ММБИ, в которых представлены основные, начальные положения методики построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти. По результатам ранее сделанного обзора таких методик, наш институт предлагает разработать карты уязвимости для Кольского залива, как пилотного района, что одновременно позволило бы сформулировать и полный вариант российской методики их построения. На данный момент это требует дополнительного финансирования сверх Госзадания для НИР.

Обсуждения планов ЛРН и ОВОС этих планов. Еще одна проблема, связанная с ЛРН – общественные обсуждения плана ЛРН и его ОВОС, которые проходят до сдачи этих материалов на госэкспертизу. Как позывает практика последних лет в таких обсуждениях (Варандейский отгрузочный терминал, терминал на о. Колгуев – Печорское море) принимает участие

очень небольшое число специалистов по экологии, в основном – сотрудники местных администраций, компании(й) разработчиков материалов, и компании, занимающейся отгрузкой нефти с этих терминалов. Этого явно недостаточно для полноценного обсуждения.

Кроме того, для улучшения общественных обсуждений планов ЛРН и ОВОС этих планов на сайтах региональных управлений Росприроднадзора должны размещаться итоговые протоколы как предыдущих, так и только что закончившихся, а также замечания государственной экологической экспертизы, ее протоколы и утвержденные планы ЛРН и ОВОС этих планов.

Это во многом способствовало бы обмену опытом различных регионов и компаний-исполнителей по подготовке таких документов, практике избегать типичных ошибок и недоработок, а также более действенному контролю общественности за процессом обсуждения планов ЛРН и ОВОС таких планов от их разработки до утверждения.

Информационное и методическое обеспечение ЛРН. Было бы также целесообразно на сайте Росприроднадзора (федеральном или региональных) иметь доступную для общественности информацию по ЛРН: подробные сведения о разливах нефти в морях российской зоны ответственности (при объеме разлива свыше 5–10 м³), ущербах и штрафах за них; на сайте Росморспасслужбы (федеральном или его филиалов) – краткое описание операций по ЛРН (место, сроки, условия, задействованные силы и средства, результаты...), возможно, наиболее важные научные статьи по этим вопросам.

На соответствующих сайтах могли бы также размещаться методические материалы: свойства нефти и ее параметры, необходимые для моделирования разливов; краткие описания и ссылки на рекомендуемые программы по расчету распространения нефти в море (и адреса организаций, которые могут выполнить такое моделирование); утвержденные методики построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти, примеры таких карт; методики по расчету ущербов от разливов; нормативно-правовые документы и методические рекомендации по применению диспергентов, сорбентов и сжигания нефти; методические рекомендации по реабилитации загрязненных нефтью и нефтепродуктами водных объектов. Все это требует дополнений в соответствующие нормативно-правовые документы.

Выводы. В области нормативно-правовой, информационной и методической готовности России к ЛРН в море существует много пробелов и проблем. К сожалению, федеральная и региональная власти пока отрицательно воспринимают предложения общественности по использованию мирового опыта ЛРН и устранению указанных выше проблем, без чего вряд ли удастся в полной мере минимизировать ущербы от разливов нефти и от операций по ЛРН, в том числе в арктических морях.

Д.А. Шахин, О.И. Землянова
ООО «ФРЭКОМ»
г. Москва, Россия

**УЧЁТ В ПЛАНАХ ЛРН ВОПРОСОВ ЗАЩИТЫ И СПАСЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ БИОТЫ, А ТАКЖЕ ЗОНИРОВАНИЯ АКВАТОРИЙ
ПО СТЕПЕНИ УЯЗВИМОСТИ БИОТЫ К РАЗЛИВАМ
НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Ключевые слова: ликвидация аварийных разливов углеводородов, спасение, реабилитация, морские млекопитающие, птицы.

D.A. Shakhin, O.I. Zemlyanova
FRECOM LLC
Moscow, Russia

**INCORPORATION OF BIOTA OBJECTS' PROTECTION
AND RESCUE ISSUES INTO OSR PLANS, AS WELL AS ZONING
OF WATER AREAS DEPENDING ON BIOTA VULNERABILITY
TO SPILLS OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS**

Key words: oil spill response, rescue, rehabilitation, marine mammals, birds.

Разработка Планов ЛРН (ПЛРН) является нормативным требованием. В то же время в структуре ПЛРН отсутствуют разделы, посвященные защите и спасению представителей биоты – наиболее уязвимого компонента природы при разливах. Многочисленные примеры аварий, в т.ч. крупных – таких как в Керченском проливе – однозначно говорят о необходимости на нормативно-методическом уровне учитывать вопросы спасения биоты в ПЛРН, вести подготовку к таким мероприятиям.

В этой связи требуется разработка методов организации, проведения и управления мероприятиями по защите, спасению и реабилитации представителей животного мира в результате разлива нефти и нефтепродуктов в соответствии с прогнозируемыми зонами распространения разливов нефти и нефтепродуктов, а также с учётом зонирования морских акваторий и побережий по степени уязвимости биоты.

Планирование и выполнение работ по сохранению представителей животного мира включает следующие задачи и работы, проводимые при ликвидации последствий разливов нефти:

- определение ресурсов и территорий, оказавшихся в зоне риска или поражения нефтяными загрязнениями;

- районирование акваторий и побережий, ранжирование по степени уязвимости, выделение особо ценных участков (приоритетной защиты);
- разработка Оперативного плана работ по защите и сохранению загрязненных нефтью животных;
- предупреждение загрязнения животных нефтью;
- отлов загрязненных животных;
- транспортировка;
- очистка;
- реабилитация;
- документирование;
- составление отчетности.

При разливах нефти на морские организмы оказывается сильное воздействие. Масштаб воздействия зависит от объемов выбросов, состава биоценозов, стадий жизненных циклов организмов, на которые оно пришлось, и конкретных сложившихся гидрометеорологических условий. Это воздействие может проявиться на уровне как отдельных организмов, так и морских и береговых биоценозов. Имеющийся опыт спасательных операций в отношении представителей биоты при ЛРН относится в первую очередь к морским птицам, также частично изучены вопросы спасения ластоногих и других морских млекопитающих. Вопросы спасения рыб, а также организмов бентоса пока не рассматривались.

Первоочередные задачи и мероприятия по спасению биоты при ЛРН:

- выявить наличие в зоне воздействия скоплений птиц и морских млекопитающих; постоянный мониторинг скоплений в зоне разлива (авиационный, судовой);
- оценить (если возможно) примерное количество птиц и морских млекопитающих, уже попавших в зону воздействия;
- выявить наличие скоплений птиц и морских млекопитающих и их примерную численность (если возможно) на участках акватории, находящихся в зоне риска в зависимости от текущей скорости и направления распространения нефтяного пятна;
- спрогнозировать наиболее вероятные районы появления загрязнённых птиц (ближайшие участки побережья);
- осуществлять мероприятия по предотвращению распространения разлива;
- по возможности организовать боновые ограждения для предупреждения распространения разлива в сторону скоплений животных;
- с привлечением обученного персонала применять методы отпугивания.

Методы защиты, спасения и реабилитации представителей животного мира сводятся к следующим:

- мониторинг обстановки и окружающей среды;
- предотвращение загрязнения животных;

- шумовое отпугивание, визуальное отпугивание, изоляция нефтяных пятен и недопущение их контакта с животными;
- для морских млекопитающих – отпугивание животных от загрязненных участков, препятствие покиданию загрязненными животными ограниченного участка для предотвращения вторичного загрязнения;
- отлов животных сачками, сетями, руками с последующей полевой стабилизацией и транспортировкой в центр спасения;
- сбор погибших животных;
- сортировка и ветеринарные манипуляции с животными в центре спасения (стабилизация);
- эвтаназия животных, которым невозможно помочь;
- очистка (определение очередности оказания помощи, отмывка, ополаскивание, сушка, оценка состояния перьевого покрова птиц);
- реабилитация и передержка птиц (обустройство бассейнов и вольеров, кормление, ветеринарный контроль). Реабилитация млекопитающих в условиях полевых лагерей невозможна, после отмывания и высушивания выпускаются в течение суток;
- выбор места для выпуска и выпуск.

Важным компонентом является укомплектование баз ЛРН необходимым оборудованием, кормами и другими средствами для спасения животных.

Необходимо периодическое обучение персонала по методикам спасения биоты, желательно в обустроенных центрах (имеется опыт компании «ЛУКОЙЛ»). Тренинги для планируемого к привлечению персонала должны проводиться не реже, чем раз в год. Учения по спасению представителей животного мира проводятся совместно с комплексными учениями по ЛРН. Кроме того, необходимо поддерживать связь с волонтерскими центрами, поскольку сил собственного персонала для спасения биоты, как правило, не хватает.

Рекомендуется всем нефтегазовым компаниям, работающим на шельфе, провести соответствующие исследования и разработать «Руководства по спасению и реабилитации представителей животного мира при ЛАРН».

УДК 004.9:627.512(282.247.18)
ББК 26.222.53с51

Г.С. Шелегов, И.М. Лазарева, О.И. Ляш
ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет»
г. Мурманск, Россия

**МОНИТОРИНГ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ НА РЕКАХ
МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
ХАРАКТЕРИСТИК СПУТНИКОВЫХ
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ¹**

Ключевые слова: дистанционное зондирование земли, поляризация, мониторинг, ледовая обстановка, арктический регион.

G.S. Shelegov, I.M. Lazareva, O.I. Lyash
Murmansk Arctic State University
Murmansk, Russia

**RIVERS ICE SITUATION MONITORING IN THE MURMANSK
REGION BASED ON THE ANALYSIS OF SATELLITE
RADAR DATA CHARACTERISTICS**

Key words: earth remote sensing, polarization, monitoring, ice conditions, arctic region.

Формирование и схождение льда на реках процесс не всегда спокойный. Особенно в районах крайнего севера, где может произойти резкая смена погоды, а реки на всём Кольском полуострове довольно извилисты и имеют пороги. Все это способствует формированию заторов и зажоров и, как следствие, может спровоцировать развитие половодий. Что бы не допустить этого в каждое межсезонье проводится мониторинг состояния рек. По данным МЧС особый интерес в Мурманской области представляют реки Варзуга и Кола. На них почти каждый период межсезонья проходит с осложнениями.

В настоящее время для мониторинга ситуации на реках используют гидропосты, которые предоставляют локальные данные, не охватывая всё русло. В экстренных случаях, когда требуется оценить общее состояние реки привлекается аэрофотосъемка. Так же используют дроны, емкости аккумулятора которых может не хватить для осмотра потенциально опасных

¹ Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 22060900081-3 в ЕГИСУ НИОКТР.

зон реки. Все перечисленные методы требуют материальных затрат и использования людских ресурсов.

Альтернативой существующим методам может являться применение дистанционного зондирования земли. Наиболее подходящим для задачи мониторинга ледовой обстановки в арктических условиях, видится использование спутника с микроволновым оборудованием. Обилие облачности в межсезонный период не позволяет взять за основу источника данных видимый спектр. Так же существуют проблемы с орбитой. Мурманская область находится за полярным кругом, покрытие этой зоны довольно слабое, что так же вызывает осложнение в выборе источника данных.

Учитывая все особенности условий, в которых предполагается проводить дистанционное зондирование, предлагается использовать спутники Sentinel-1. Антенны радиолокационной станции (РЛС), установленные на подобных спутниках, предназначены для передачи электромагнитных волн выбранной поляризации.

Фиксируемые Sentinel-1 поляризации VV и VH по-разному взаимодействуют с поверхностью реки, в зависимости от того, замерзла она или нет, поскольку диэлектрические свойства воды и льда различаются. Не только лед и вода по-разному влияют на обратное рассеяние, волны имеют тенденцию влиять на сигнал как в VV, так и в VH. Значения VH менее чувствительны к волнению и, следовательно, к ветру. На отражение волны от льда влияют и другие факторы, такие как тип льда, толщина льда, кристаллографический тип льда, влажность потенциального снежного покрова льда, глубина реки.

Для определения значений, которые будут показывать состояния ледовой обстановки, были исследованы различные комбинации поляризации и составлены временные ряды.

В итоге наиболее состоятельным оказалось использование отношения VV/VH и, что бы явно можно было фиксировать значимые отклонения, предлагается дополнить график долгосрочным значением отношения поляризаций.

Долгосрочное значение строится на основе десяти первых данных и корректируется дальше на основе новых данных. Так же оно дополняется диапазоном $\pm 40\%$, полученным на основе сравнения модельных и метеогидрологических данных. В свою очередь изменение состояния на реке характеризуется резким скачком или падением графика. Скачок графика и его выход за пределы $+40\%$ от среднего долгосрочного значения происходит в случае образования льда. Падение и выход в -40% характеризует начало схождения льда.

Рассмотрим данные по реке Кола весной 2020 г. (рис. 1). Наблюдения начинаются с 1 апреля. 15 апреля было построено первое среднее долгосрочное значение. Для наглядности особые участки отмечены и пронумерованы.

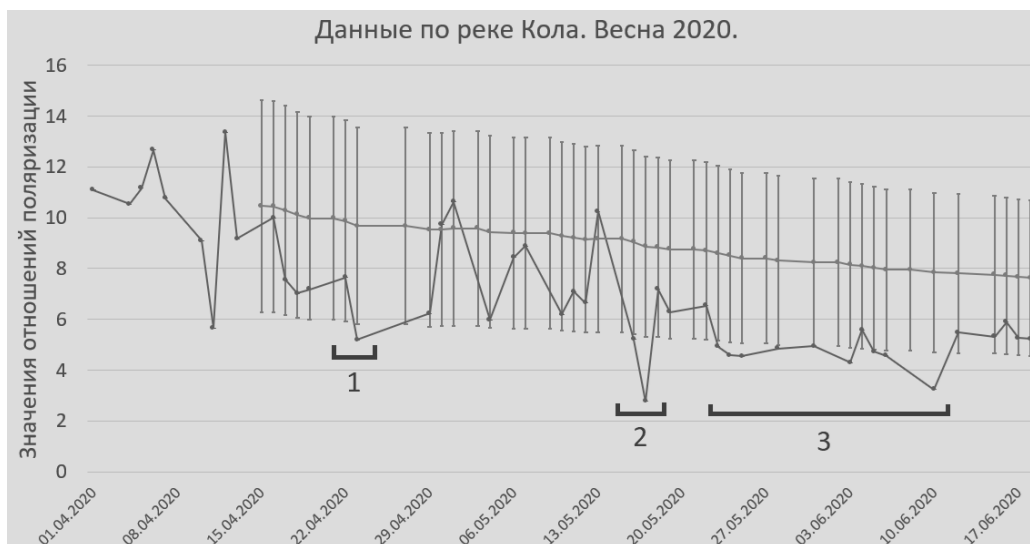


Рис. 1. График значений отношений поляризаций на реке Кола

Fig. 1. Values graph of polarization ratios on the Kola River

Первое не значимое отклонение от долгосрочного среднего наблюдалось 23 апреля (Участок 1). Можно говорить, что на реке образовались первые небольшие проталины, которые повлияли на поляризацию, но вскоре они пропали и последующие получаемые данные не отклонялись от диапазона.

Следующее отклонение от 16–17 мая наиболее показательное, в виду его значительности (Участок 2). На основе этого отклонения можно точно говорить о начале схождения льда.

Весной 2020 г. на реке Кола произошло половодье, повлекшее подтопление населенного пункта Кильдинстрой и прилегающей территории. Данные предоставленные МЧС показывают, что с 25 мая по 10 июня случилось затопление в 0,43 км². Паводок затронул три улицы и дачное товарищество. Пострадало 20 человек, в том числе 2 детей, 33 дома и 3 моста были повреждены.

Результат обработки спутниковых снимков смог зафиксировать половодье, случившееся в районе населенного пункта Кильдинстрой. На графике 23 мая наблюдается отклонение от среднего, которое продолжалось до 10 июня (Участок 3). Только одна точка от 4го июня не вышла из полосы среднего значения, но была близка к этому. Подобное может быть обусловлено такими факторами как наличие льдин в русле, отражающие поляризацию, или смещение орбиты пролета спутника.

Наблюдение за рекой Кола весной 2020 г. показывает возможность применения метода дистанционного зондирования на основе отношений поляризаций в качестве системы мониторинга ледовой обстановки на реках Мурманской области.

УДК 551.466.3.06(985)
ББК 26.221.37

М.В. Юровская^{1,2}, В.Н. Кудрявцев^{2,1}

¹ ФГБУН Федеральный исследовательский центр
«Морской гидрофизический институт Российской академии наук»
г. Севастополь, Россия;

² ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»
г. Санкт-Петербург, Россия

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОЯВЛЕНИЯ ВЫСОКИХ ВОЛН В АРКТИКЕ ПО МНОГОЛЕТНИМ АЛЬТИМЕТРИЧЕСКИМ ИЗМЕРЕНИЯМ¹

Ключевые слова: волны, альтиметрия, Арктика, оценка рисков.

M.V. Yurovskaya^{1,2}, V.N. Kudryavtsev^{2,1}

¹ Federal Research Center
“Marine Hydrophysical Institute Russian Academy of Sciences”
Sevastopol, Russia;

² Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Russia

THE PROBABILITY OF OCCURRENCE OF HIGH WAVES IN THE ARCTIC FROM LONG-TERM ALTIMETRY MEASUREMENTS

Key words: waves, altimetry, Arctic, risk assessment.

Сильные ветра, связанные с холодными арктическими фронтами и полярными циклонами, и генерируемые ими волны, представляют серьезную угрозу для морской и прибрежной инфраструктуры Арктики. Информация об условиях поверхностного волнения необходима при проектировании объектов инфраструктуры и планировании маршрутов судов. В данной работе проводится оценка вероятности появления аномально высоких волн в акватории Баренцева, Карского и Норвежского морей на основе многолетних измерений спутниковой альтиметрии.

Для оценки распределений значительной высоты волн использовался архив альтиметрических измерений с 1985 по 2018 гг, откалиброванных по измерениям буёв, представленный в работе [1], и архив CMEMS (<https://doi.org/10.48670/moi-00178>) с данными измерений 7 альтиметров (SARAL/AltiKa, CryoSat-2, CFOSAT, HY-2B, JASON-3, Sentinel-3A, Sentinel-3B) с 2020 по 2022 гг.

Алгоритм расчета вероятности появления волн заданной высоты:

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 21-17-00236 и государственных заданий № FNNN-2021-0004 в МГИ РАН и № 0736-2020-0005 в РГГМУ.

1. Зона Арктики разбивается на участки сеткой с шагом $75 \text{ км} \times 75 \text{ км}$.
2. Среди измерений альтиметров, треки которых пересекли ячейку сетки в течение суток, выбирается 25% волн с наибольшей высотой. Медианное значение высоты этих волн служит оценкой максимальной высоты волн в данной точке в данные сутки.

3. Для каждой ячейки сетки ведется подсчет количества дней N_0 , в которые присутствовали спутниковые измерения, и количество дней N_i , в которые максимальная высота волн превышала каждое из заданных пороговых значений (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 м).

4. Количество дней в году, когда высота волны превышает заданное пороговое значение, оценивается как $N_i/N_0 \cdot 365$.

Результаты расчетов представлены на рис. 1. Получено, что в акватории Арктики частота возникновения волн с высотой более 3 м в среднем составляет около 100 дней в году; с высотой более 5 м – несколько десятков случаев в год; более 7 м – до 10 случаев в год; более 9 м – до 3 дней в год. Отметим, что эти значения превышают оценки, полученные в работе [2], где расчет проводился для волн, генерируемых исключительно полярными циклонами.

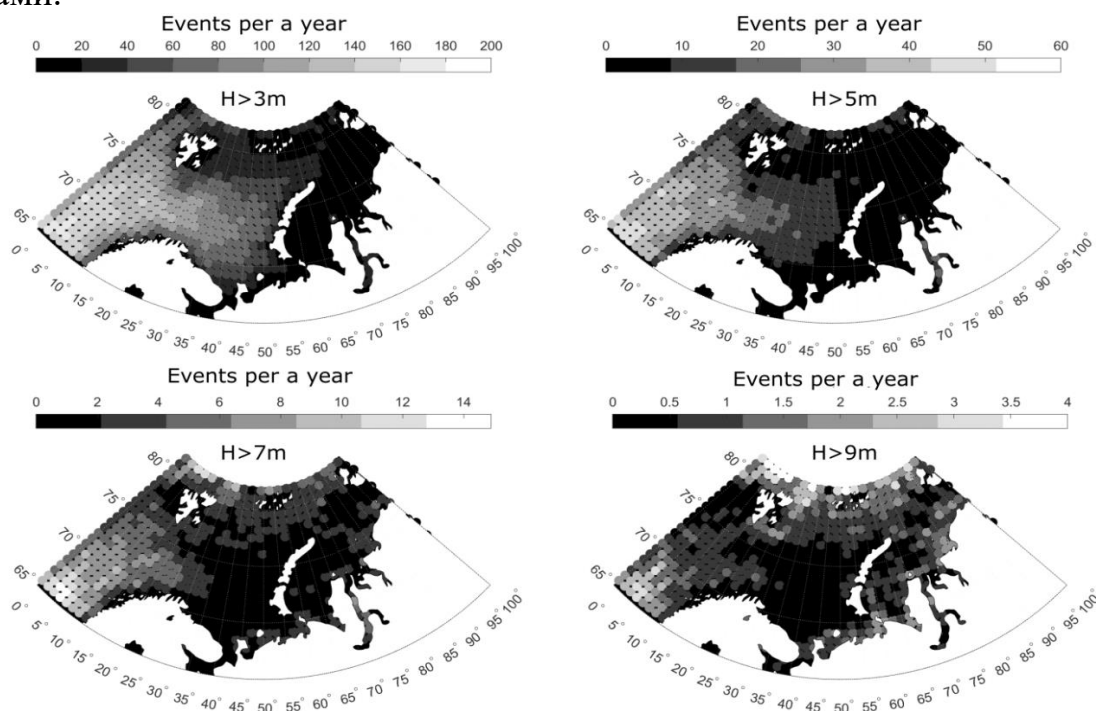


Рис. 1. Распределения годового числа случаев появления волн, превышающих заданные пороги высоты

Fig. 1. Annual occurrence of waves exceeding given wave height thresholds

Вероятность возникновения высоких волн в среднем увеличивается в зимний период и уменьшается в летний, следуя сезонной изменчивости ветра. Сезонный ход имеет отличия для Баренцева и Карского морей из-за влияния оледенения морской поверхности в Карском море; максимальное

волнение в Баренцевом море наблюдается с ноября по февраль, в Карском – с июля по декабрь с пиком в сентябре-октябре. Аномально высокие волны (более 10 м) чаще наблюдаются на севере Норвежского моря в январе-феврале и на западе Баренцева моря в марте-апреле.

Более детальный анализ может быть проведен для отдельных районов Арктики, представляющих наибольший научный или практический интерес. На рис. 2 приведен пример распределения количества случаев возникновения волн, превышающих различные уровни от 2 до 10 м, и тренды их межгодовой изменчивости в окрестности точки с координатами 75° с.ш. 45° в.д. Установлено, что частота возникновения волн выше 2–4 м увеличивается на 5–30 дней за десятилетие (значения в скобках на рис. 2, слева). Однако для более высоких волн существенных трендов в данной точке не обнаружено.

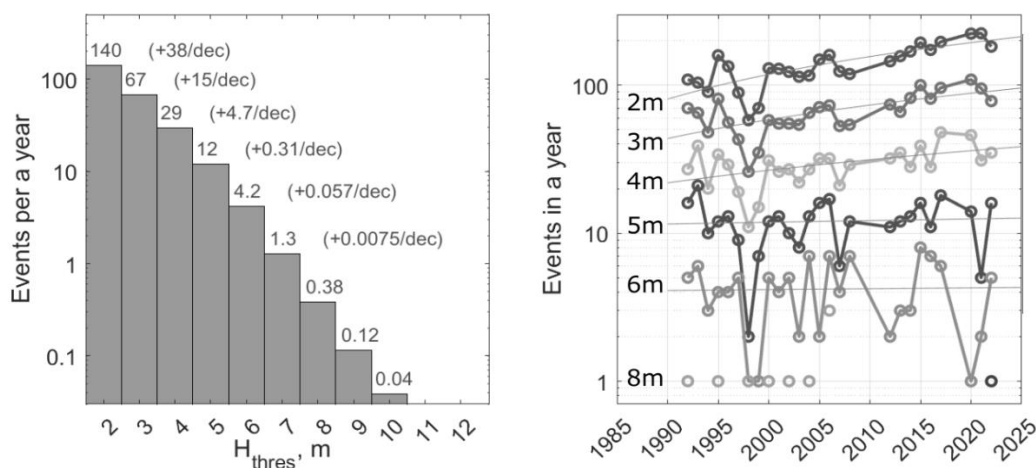


Рис. 2. Слева: годовое числа случаев появления волн, превышающих заданный порог высоты; справа: межгодовая изменчивость числа событий для заданных порогов. Район 75° с.ш. 45° в.д.

Fig. 2. Left: the annual number of days when wave height exceeds a given threshold; right: interannual variability in the number of events for given thresholds. Region of 75°N 45° E

Разработанный подход к оценке вероятности возникновения высоких волн поможет расширить представление о климате волнения в Арктическом регионе, а полученные оценки могут учитываться при строительстве инженерных сооружений.

Список литературы

1. Ribal A., Young I.R. 33 years of globally calibrated wave height and wind speed data based on altimeter observations // Sci Data. 2019. V. 6, № 77. URL: <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0083-9>.
2. Кудрявцев В.Н., Заболотских Е.В., Шапрон Б. Аномально высокие волны в Арктике: оценка вероятности и пространственное распределение // Метеорология и Гидрология. 2019. № 4. С. 79–88.

УДК 551.466.3.06
ББК 26.221.371+32.95

Ю.Ю. Юровский^{1,2}, В.Н. Кудрявцев^{2,1}

¹ ФГБУН Федеральный исследовательский центр
«Морской гидрофизический институт Российской академии наук»
г. Севастополь, Россия;

² ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»
г. Санкт-Петербург, Россия

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ: ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ СИЛЬНОМ ВЕТРЕ¹

Ключевые слова: волны, течения, ветер, морская поверхность, мониторинг.

Yu.Yu. Yurovsky^{1,2}, V.N. Kudryavtsev^{2,1}

¹ Federal Research Center
“Marine Hydrophysical Institute Russian Academy of Sciences”
Sevastopol, Russia;

² Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Russia

SEA SURFACE RADAR MONITORING: THE OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS AT STRONG WINDS

Key words: waves, currents, wind, sea surface, monitoring.

В данной работе представлены натурные измерения поперечного сечения обратного рассеяния морской поверхности и среднего доплеровского сдвига частоты в Ка-диапазоне, полученные при достаточно сильных (до 33 м/с) скоростях ветра, во время которых наблюдалось образование брызг над поверхностью моря. Данные, представленные в исследовании, были получены со Стационарной океанографической платформы МГИ РАН в период с 24 по 25 октября 2018 г. Распространение капель воды в луче скаттерометра вызывает объемное рассеяние и высокочастотные сигнатуры в доплеровском спектре со скоростями до 10 м/с. Однако спектральная энергия высокочастотной части спектра на 3–4 порядка слабее, чем спектральная энергия обратно рассеянного от морской поверхности сигнала. Следовательно, вклад брызг в среднее сечение рассеяния, наблюдаемое в нашем эксперименте, незначителен.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 21-17-00236 и Государственного задания ФГБУН ФИЦ МГИ № FNNN-2021-0004.

Используя разработанный подход к анализу сечения рассеяния, сделана оценка поляризованных и неполяризованных компонент обратного рассеяния в широком диапазоне скоростей ветра при одинаковых волновых условиях. Несколько геофизических модельных функций (ГМФ) для L-, C-, Ku-диапазонов, используются для оценки спектра мелкомасштабного ветрового волнения наряду с полученными измерениями. Настоящие наблюдения показывают, что неполяризованная компонента начинает возрастать при скорости ветра более 15 м/с, что приводит к локальному минимуму её относительного вклада. Эмпирические ГМФ показывают, что такой локальный минимум, а значит и поляризационное отношение, присутствует и в других диапазонах. Хотя относительный вклад компоненты обратного рассеяния от обрушений волн (зеркальной компоненты) увеличивается при сильном ветре, спектр мелкомасштабной шероховатости (резонансное поляризованное обратное рассеяние) входит в насыщение при скорости ветра более 15 м/с. Баланс между поляризованными и неполяризованными компонентами обратного рассеяния определяет зависимость сечения рассеяния от скорости ветра.

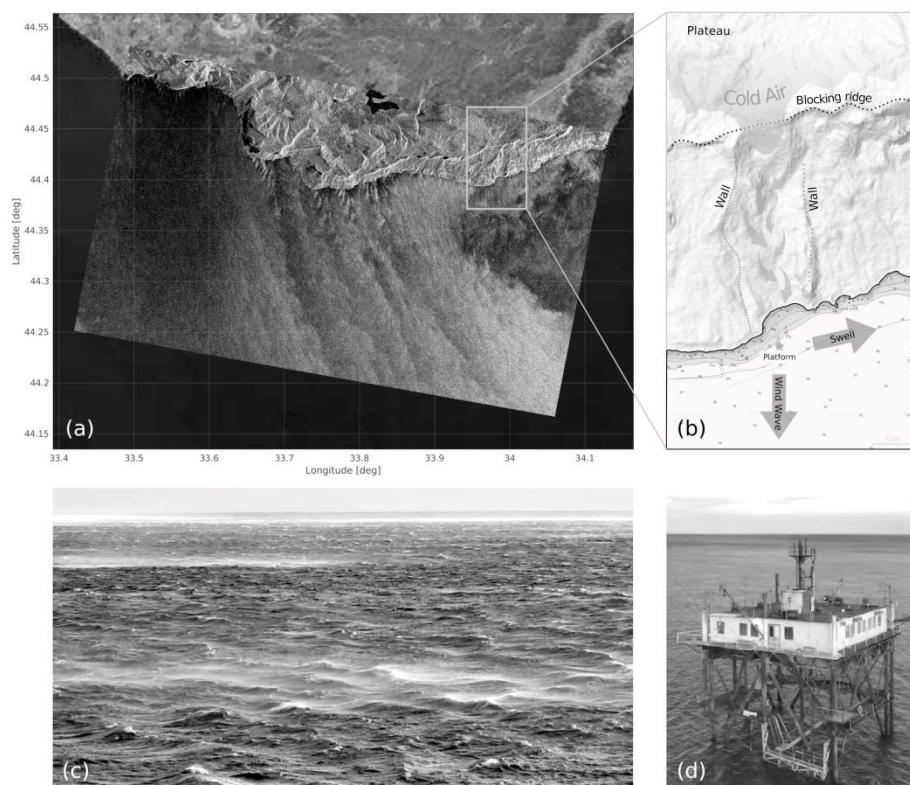


Рис. 1. Обзор эксперимента: (а) снимок PCA Sentinel-1A, сделанный в 03:57 UTC 25 октября 2018 г., (б) карта береговой линии, глубины воды и высоты гор со схематическим объяснением стокового формирования ветра, (с) квазисинхронный снимок с платформы во время перехода Sentinel-1A, (д) вид платформы

Fig. 1. Experiment overview: (a) Sentinel 1A image made at 03:57 UTC 25-oct-2018; (b) map of the experiment site showing gap wind mechanism; (c) quasi-synchronous image of the sea surface taken from the platform; (d) platform view

В доплеровском спектре преобладает «медленное» поверхностное, а не «быстрое» объемное рассеяние. Имея в наличии несколько длинных записей, показано, как модуляционная передаточная функция (принятая для оценки среднего доплеровского сдвига) может быть применена к изменяющимся условиям ветра и волнения. Используемая модель KaDOP [1] адекватно воспроизводит доплеровские измерения морской поверхности. Однако, для описания быстрых изменений ветра и волновых условий необходима точная информация о спектрах волн.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что правильное предсказание средних доплеровских сдвигов, и, соответственно, точность восстановления параметров морской поверхности, зависят в первую очередь от адекватного описания параметров поверхностных волн, а не от параметров ветра. В отличие от традиционных ГМФ сечения рассеяния, которые зависят только от скорости ветра, модельные функции для доплеровского сдвига должны непосредственно включать в себя информацию о поверхностном волнении.

Список литературы

1. Yurovsky Y., Kudryavtsev V., Grodsky S. & Chapron B. Sea Surface Ka-Band Doppler Measurements: Analysis and Model Development // Remote Sensing. 2019. Vol. 11, Issue 7. 839. URL: <https://doi.org/10.3390/rs11070839>.

УДК 004.9:614.8
ББК 30.604н6

С.Ю. Яковлев, А.С. Шемякин, А.Г. Олейник
*Институт информатики и математического
моделирования имени В.А. Путилова –
обособленное подразделение
ФГБУН Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»
г. Апатиты, Россия*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ЗНАЧИМОСТИ И ОЦЕНКИ
БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ
АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ**

*Ключевые слова: паспорт безопасности, потенциально опасные объ-
екты, промышленная безопасность.*

S.Yu. Yakovlev, A.S. Shemyakin, A.G. Oleynik
*Putilov Institute for Informatics and Mathematical Modeling –
Subdivision of the Federal Research Centre
“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”
Apatity, Russia*

**INFORMATION TECHNOLOGY METHODOLOGICAL BASE
FOR CATEGORING THE SIGNIFICANCE AND EVALUATION
OF THE ARCTIC REGIONS INFRASTRUCTURE OBJECTS SAFETY**

*Key words: safety data sheet, potentially dangerous objects, industrial
safety.*

Начиная с 2020 г., законодательство РФ по регулированию промышленно-экологической безопасности и разработке планирующих документов претерпевает существенные изменения. Авторами ранее были освещены вопросы борьбы с разливами нефтепродуктов и безопасности критически важных объектов. В настоящее время выполняется анализ изменений в разработке паспортов безопасности – направления, охватывающего, пожалуй, наибольшее число опасных объектов техносферы. Формирование нового законодательства продолжается, однако процесс паспортизации стартует в 2023 г.

Одним из относительно новых выявленных подходов к регулированию безопасности представляется вопрос идентификации и классификации опасных объектов. Рассмотрим его на примере вышедших норм по паспортам безопасности (ПБ) потенциально опасных объектов (ПОО) и критически важных объектов (КВО).

ПБ разрабатываются для предприятий, которые отнесены к потенциально опасным объектам (ПОО) на основании постановления Правительства РФ от 14.08.2020 № 1226. Отметим, что этот документ определяет только правила разработки критериев отнесения к ПОО, самих критериев он не содержит. ПБ не разрабатывается в случае отнесения объекта к КВО на основании постановления Правительства РФ от 14.07.2022 № 1265. Отметим, однако, что согласно постановлению Правительства РФ от 10.11.2022 № 2034 для КВО также разрабатываются паспорта безопасности (ранее были планы повышения защищённости КВО). Как в старой, так и в новой правовой базе КВО представлены «параллельно» с ПОО. Для КВО Постановлением РФ от 14.08.2020 № 1225 утверждены правила, согласно которым должны разрабатываться критерии КВО. Это, в том числе, подразумевает, что необходимо чёткое разделение КВО и ПОО. В постановлениях № 1226 и № 1225 органам власти и ведомствам предписывается разработка правовых актов по критериям, а МЧС России – методическое руководство обоснованием критериев ПОО и КВО. Критерии должны включать в себя конкретные показатели и соответствующие им значения, на основе этих критериев ПОО и КВО относятся к одной из категорий опасности (значимости).

Среди «основополагающих принципов» при разработке критериев отнесения объекта к той или иной категории КВО автор [1] называет, в частности, объективность и прозрачность. Под объективностью им понимается обоснованность аргументов, на основе которых делаются выводы, а под прозрачностью – минимизация возможных различий в толковании критерия. Автор [4] также отмечает, что «для оценки уровня значимости различных критически важных объектов целесообразно иметь адекватный методический аппарат, однозначно трактуемый в различных министерствах и ведомствах».

Решению данной задачи может способствовать использование современных информационных технологий. Так для согласования понятийного аппарата в рамках рассматриваемой предметной области и выявления «ведомственных» противоречий в толковании понятий применимы формальные онтологии. Например, в работе [3] авторами предложен вариант формирования с использованием онтологий интегрированного пространства знаний мультидисциплинарного научного центра, где также стоит проблема согласования понятийного аппарата исследователей различных научных областей. В работе [2] представлена технология поддержки системы нормативно-правовых документов на основе онтологического подхода, которая может быть полезна при создании общей методической базы формирования и использования критериев отнесения объектов к категориям ПОО и КВО.

Необходимым условием достижения целей по эффективному управлению ПОО и КВО, защитой населения и территорий от связанных с этими объектами чрезвычайных ситуаций различной природы является создание и

использование единой проблемно-ориентированной информационно-аналитической среды. Эта среда должна обеспечивать объективный анализ свойств объектов, поддерживать обоснованную выработку рекомендаций по разработке требований к обеспечению устойчивости их функционирования и безопасности.

Список литературы

1. Глебов В.Ю. К проблеме разработки критериев отнесения объектов всех форм собственности к критически важным объектам и их категорированию // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Научный информационный сборник. 2021. С. 45–49.
2. Ломов П.А., Олейник А.Г. Разработка технологии проверки и согласования нормативно-правовой базы на основе онтологий // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2013. Т. 63, № 2. С. 62–69.
3. Олейник А.Г., Ломов П.А. Разработка онтологии интегрированного пространства знаний // Онтология проектирования. 2016. Т. 6, № 4(22). С. 465–474. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-4-465-474.
4. Подрезов Ю.В. Особенности функционирования и защиты критически важных объектов в современных условиях // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Научный информационный сборник. 2021. № 4. С. 131–139.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абанин Сергей Сергеевич – ФАНУ «Восточный центр государственного планирования», ведущий эксперт-аналитик направления «Цифровая трансформация и пространственное развитие», г. Хабаровск, Россия; e-mail: s.abanin@vostokgosplan.ru

Абрашкина А.В. – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г. Мурманск, Россия

Агапов И.В. – АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», г. Королёв, Россия; e-mail: AIV@tsniimash.ru

Акентьева Е.М. – ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова», г. Санкт-Петербург, Россия

Аляутдинов А.Р. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический ф-т, г. Москва, Россия; e-mail: ali_alia@mail.ru

Амбросимов Альберт Константинович – ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской академии наук», доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: ambrosimov@ocean.ru

Анискина Т.А. – Центр геоданных ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”», г. Москва, Россия; e-mail: taniskina@hse.ru

Антонова Мария Юрьевна – Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», преподаватель, г. Кировск, Россия; e-mail: mara280505@mail.ru

Артёменко Сергей Сергеевич – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, г. Мурманск, Россия; e-mail: sergey.rodos1@gmail.com

Артемов Г.Б. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Бадина С.В. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия

Балабин Ю.В. – ФГБУН «Полярный геофизический институт», г. Апатиты, Россия

Балдина Е.А. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия; e-mail: baldina@geogr.msu.ru

Банщикова Любовь Святославовна – ФГБУ «Государственный гидрологический институт», кандидат географических наук, старший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: Banchshikova@yandex.ru

Бастрыгина Светлана Валентиновна – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Апатиты, Россия

Батмазова Анна Александровна – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», аспирант кафедры инженерной гидрологии, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: oderiut@mail.ru

Бац Елизавета Александровна – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», младший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: stef-el@mail.ru

Белаховский Владимир Борисович – ФГБУН «Полярный геофизический институт», кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, г. Апатиты, Россия; e-mail: belakhov@mail.ru

Белишева Наталья Константиновна – Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике – филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», доктор биологических наук, главный научный сотрудник, г. Апатиты, Россия; e-mail: natalybelisheva@mail.ru

Березенко Сергей Дмитриевич – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», директор Института «Морская академия», г. Мурманск, Россия; e-mail: office@mstu.edu.ru

Бирюкова Валентина Андреевна – ФГБУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», аспирант, г. Санкт-Петербург, Россия

Блиновская Яна Юрьевна – ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», доктор технических наук, профессор, г. Владивосток, Россия; e-mail: bli-povskaya@hotmail.com

Богатова Дарья Максимовна – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: aleksyutina@geogr.msu.ru

Борисова Людмила Федоровна – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент, г. Мурманск, Россия; e-mail: borisovalf@mstu.edu.ru

Брушков Анатолий Викторович – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», геологический ф-т, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геокриологии, г. Москва, Россия; e-mail: brouchkov@geol.msu.ru

Буданов Л.М. – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского», г. Санкт-Петербург, Россия

Бхагват Джавахар Вишну – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», PhD, доцент, кафедра регионоведения, международных отношений и политологии, г. Архангельск Россия; e-mail: jawahar.bhagwat@gmail.com

Вавилова С.Ю. – ФГБУН «Институт химии имени Г.А. Крестова Российской академии наук», г. Иваново, Россия; e-mail: npp@isc-ras.ru

Варюхина Ирина Михайловна – Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», преподаватель, г. Кировск, Россия; e-mail: irinavaruhina21@gmail.com

Васеха М.В. – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия; e-mail: vasekhamv@mstu.edu.ru

Васильева Жанна Вячеславовна – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой техносферной безопасности, г. Мурманск, Россия; e-mail: vasilevazhv@mstu.edu.ru

Вашенко Павел Сергеевич – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: vashenko@mmbi.info

Викулина Марина Александровна – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический ф-т, кандидат географических наук, научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: masanna2003@mail.ru

Витинг К.Б. – ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия

Вожова Ирина Рашитовна – АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», главный специалист, г. Королёв, Россия; e-mail: VozhovaIR@tsniimash.ru

Волощук Галина Владимировна – Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», преподаватель, г. Кировск, Россия; e-mail: galya19780101@mail.ru

Воропаев В.А. – ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук», г. Москва, Россия; e-mail: voropaev@keldysh.ru

Вязилов Евгений Дмитриевич – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных», доктор технических наук, заведующий лабораторией, г. Обнинск, Россия; e-mail: vjaz@meteo.ru

Гаврилов Анатолий Васильевич – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», геологический ф-т, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: gavrilov37@bk.ru

Гаврилов Тиммо Александрович – ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», кандидат технических наук, доцент, г. Петрозаводск, Россия; e-mail: gtimmo@mail.ru

Гаврилова Ольга Ивановна – ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор, г. Петрозаводск, Россия; e-mail: ogavril@petsu.ru

Гайдукова Екатерина Владимировна – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной гидрологии, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: oderiut@mail.ru

Гайнанова Рамзия Ильшотовна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Мониторинг и сохранение природных экосистем Арктики», г. Мурманск, Россия; e-mail: gaynanova@mail.ru

Гогоберидзе Георгий Гививич – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», доктор экономических наук, проректор по научно-исследовательской работе, г. Мурманск, Россия; e-mail: gogoberidze,gg@yandex.ru

Гордей А.А. – ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской академии наук», г. Москва, Россия

Гордиенко Алексей Николаевич – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», заместитель начальника научно-исследовательского центра, г. Москва, Россия; e-mail: a_gordienko@vniigochs.ru

Гребенец А.А. – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», г. Мурманск, Россия; e-mail: grebenets.anna@ya.ru

Григорьев Андрей Глебович – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского», кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник; г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: Andrey_Grigiryev@vsegei.ru

Губайдуллин Марсель Галиуллович – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой транспорта, хранения нефти, газа и нефтегазового промыслового оборудования, г. Архангельск, Россия; e-mail: m.gubaibulin@narfu.ru

Гулиев Рамиль Зафарович – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», старший преподаватель, г. Архангельск, Россия; e-mail: r.guliev@narfu.ru

Демешко Д.М. – ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия; e-mail: demeshko@phystech.edu

Деркачева Анна Андреевна – Международная лаборатория ландшафтной экологии ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”», кандидат географических наук, научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: aderkacheva@hse.ru

Дешевой Юрий Викторович – АО «Научно-исследовательский институт космического приборостроения», начальник службы сервиса, г. Москва, Россия; e-mail: Deshevoy_UV@orkkniikp.ru

Дрегваль Мария Станиславовна – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», старший преподаватель, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: msdregval@mail.ru

Дронь О.В. – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского», г. Санкт-Петербург, Россия

Дымникова Наталья Сергеевна – ФГБУН «Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук», кандидат технических наук, научный сотрудник, г. Иваново, Россия

Епифанов А.О. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Еролов Александр Александрович – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический ф-т, кандидат географических наук, научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: ermolov@geogr.msu.ru

Ерохина Е.В. – ФГБУН «Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук», г. Иваново, Россия

Жамойда В.А. – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского», г. Санкт-Петербург, Россия

Железнова И.В. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический ф-т, г. Москва, Россия; e-mail: ijeleznova@gmail.com

Желнина Зоя Юрьевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат философских наук, доцент кафедры, г. Мурманск, Россия; e-mail: zzhelnina@yandex.ru

Захваткин М.В. – ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук», г. Москва, Россия; e-mail: zakhvatkin@kiam1.rssi.ru

Зверьков В.А. – ООО «АтомПроектЭнергоСервис», г. Москва, Россия; e-mail: vzverkv@mail

Землянова О.И. – ООО «ФРЭКОМ», г. Москва, Россия; e-mail: o.zemlyanova@frecom.ru

Зимин Алексей Вадимович – ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской академии наук», доктор географических наук, главный научный сотрудник, доцент; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: zimin2@mail.ru

Золотой Сергей Анатольевич – Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие «Геоинформационные системы», кандидат технических наук, директор, г. Минск, Республика Беларусь; e-mail:gis@gis.by

Зраев Роман Александрович – Научно-исследовательский институт спасания и подводных технологий ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», старший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vunc-vmf-5fil@mil.ru

Зубачева А.А. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Иванова А.Г. – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: a.ivanova@ksc.ru

Ивашнев Михаил Валерьевич – ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», доктор технических наук, доцент, профессор кафедры, г. Петрозаводск, Россия; e-mail: ivashnev.mv@yandex.ru

Ильин Геннадий Васильевич – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», ведущий научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: ilyin@mmbi.info

Ильин Евгений Александрович – ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: ilyine@imbp.ru

Казakov Д.В. – Физико-математический институт ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Сыктывкар, Россия; e-mail: kazakov@ipm.komisc.ru

Калинин Роман Константинович – Главное управление МЧС России по Республике Карелия, аспирант, г. Петрозаводск, Россия; e-mail: komers.for@gmail.com

Калинка Ольга Петровна – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», кандидат географических наук, старший научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: olg-kalinka@yandex.ru

Калинкин Александр Михайлович – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», доктор химических наук, главный научный сотрудник, г. Апатиты, Россия; e-mail: a.kalinkin@ksc.ru

Калинкина Е.В. – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: e.kalinkina@ksc.ru

Калишин А.С. – ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»), г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: askalishin@aari.ru

Канашин С.А. – ФГБУ «Государственный гидрологический институт»), г. Санкт-Петербург, Россия

Карелина Элеонора Анатольевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», аспирант, г. Мурманск, Россия; e-mail: eleonora.vorobjeva@yandex.ru

Карнатов Андрей Николаевич – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: karnatov@mmbi.info;

Карпов А.И. – Физико-математический институт ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Сыктывкар, Россия

Карцева Анастасия Ивановна – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”»), техник, г. Обнинск, Россия; e-mail: pryakina@rpatyphoon.ru

Касаткина Н.Е. – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», г. Мурманск, Россия

Каткова М.Н. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”»), г. Обнинск, Россия

Кизяков А.И. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический ф-т, г. Москва, Россия

Киреева Татьяна Васильевна – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»), научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: stef-el@mail.ru

Киселев Михаил Григорьевич – ФГБУН «Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук», доктор химических наук, профессор, директор, г. Иваново, Россия; e-mail: mgk@isc-ras.ru

Кислов А.В. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический ф-т, г. Москва, Россия

Клоков А.В. – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»), г. Москва, Россия; e-mail: kav181174@student.bmstu.ru

Ковалева Маргарита Викторовна – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», инженер, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: oderiut@mail.ru

Колбин Вячеслав Андреевич – ООО «МикроСтеп-МИС», ведущий метеоролог, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vyacheslav.kolbin@microstep-mis.com

Колгушкина Ирина Викторовна – АО «Военно-промышленная корпорация “Научно-производственное объединение машиностроения”», начальник сектора, г. Реутов, Россия; e-mail: i.v.kolgushkina@vpk.npomash.ru

Комиссарова Юлия Сергеевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, г. Мурманск, Россия; e-mail: komissarova5555@mail.ru

Коржева Ксения Николаевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, г. Мурманск, Россия; e-mail: zikevichrihard@gmail.com

Коробко Александр Николаевич – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», преподаватель среднего профессионального обучения, г. Мурманск, Россия

Королев Владимир Вячеславович – АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», ведущий инженер, г. Королёв, Россия; e-mail: KorolevVV@tsniimash.ru

Коротаев Борис Александрович – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», доцент, г. Мурманск, Россия; e-mail: korotaevba@mstu.edu.ru

Кохичко Андрей Николаевич – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г. Мурманск, Россия; e-mail: andrey_kokhichko@mail.ru

Краморенко А.В. – Научно-исследовательский институт спасания и подводных технологий ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vunc-vmf-5fil@mil.ru

Краснопольский В.Г. – Всемирный фонд природы, г. Мурманск, Россия; e-mail: vkraspopolsky@wwf.ru

Кругляк Е.А. – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: e.krugliak@ksc.ru

Крышев А.И. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Крышев И.И. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Кудрявцев В.Н. – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург; ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт Российской академии наук», г. Севастополь; e-mail: kudr@rshu.ru

Кузнецов Николай Матвеевич – Центр физико-технических проблем энергетики Севера – филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, г. Апатиты, Россия; e-mail: n.kuznetsov@ksc.ru

Кузнецова Ольга Борисовна – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», кандидат экономических наук, доцент кафедры судовождения, г. Мурманск, Россия; e-mail: kuznetsovaob@mstu.edu.ru

Кузнецова Светлана Юрьевна – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», аспирант, г. Архангельск, Россия; e-mail: s.kuznecova@narfu.ru

Кузьмин В.С. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Кулюшина Алла Валерьевна – ООО «МикроСтеп-МИС», кандидат географических наук, руководитель Прогностического центра, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: alla.kulyushina@microstep-mis.com

Кучейко А.А. – ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия; e-mail: alexindia@mail.ru

Лазарева Ирина Михайловна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат физико-математических наук, заведующий НИЛ «Анализ данных и искусственный интеллект в арктических исследованиях», г. Мурманск, Россия; e-mail: lazareva.irina@masu.edu.ru

Леднова Юлия Анатольевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат географических наук, старший научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: lednovajulia@mail.ru

Лемешко Евгений Михайлович – ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт Российской академии наук», кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, г. Севастополь, Россия; e-mail: m.tsyanova@mhi-ras.ru

Леонова Алла Николаевна – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: all_leo@mail.ru

Леонова Елена Михайловна – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», старший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: elenaleon@mail.ru

Лобатюк Юлия Даниловна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, г. Мурманск, Россия; e-mail: julia.alex@inbox.ru

Локтионов Егор Юрьевич – ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кандидат технических наук, заведующий лабораторией, г. Архангельск; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия; e-mail: eloktionov@mail.ru

Лямин Валерий Вячеславович – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, e-mail: lyaminvalery1337@gmail.com

Ляш Олег Иванович – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, физики и информационных технологий, г. Мурманск, Россия; e-mail: lyash.oleg@masu.edu.ru

Малавенда Светлана Владимировна – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: malavenda@yandex.ru

Малахова В.В. – ФГБУН «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск, Россия; e-mail: malaxv@list.ru

Мальков Дмитрий Михайлович – Физико-математический институт ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», аспирант; ГБУ РК «Территориальный фонд информации Республики Коми», г. Сыктывкар, Россия; e-mail: dimamalkov93@mail.ru

Манакова Надежда Кимовна – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат технических наук, научный сотрудник, г. Апатиты, Россия; e-mail: n.manakova@ksc.ru

Маурчев Е.А. – ФГБУН «Полярный геофизический институт», г. Апатиты, Россия

Маценко Сергей Валентинович – АО «Южный морской научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт имени Адмирала Флота Советского Союза И.С. Исакова», кандидат технических наук, генеральный директор, г. Новороссийск, Россия; e-mail: msv@ujniimf.ru

Мегорский В.В. – Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике – филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: v.megorskiy@ksc.ru

Меньшакова Мария Юрьевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат биологических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Мониторинг и сохранение природных экосистем Арктики», г. Мурманск, Россия; e-mail: menshakova.maria@masu.edu.ru

Мёрзлый А.М. – ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук»; Совет по космосу РАН, г. Москва, Россия; e-mail: pinega142@yandex.ru

Миличенко Александр Николаевич – ФГБУН «Полярный геофизический институт», заместитель директора, г. Мурманск, Россия; e-mail: genera@pgi.ru

Милкин Владимир Иванович – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», доцент, г. Мурманск, Россия; e-mail: office@mstu.edu.ru

Минлигареев Владимир Тимурович – ФГБУ «Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова», доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, г. Москва, Россия; e-mail: vns32@yandex.ru

Мирошников Алексей Юрьевич – ФГБУН «Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук», кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: alexey-miroshnikov@yandex.ru

Мочалова Светлана Михайловна – АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», ведущий инженер, г. Королёв, Россия; e-mail: MochalovaSM@tsniimash.ru

Мухин Иван Андреевич – ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», кандидат биологических наук, доцент, г. Вологда; ООО Научно-производственное объединение «Гидротехпроект», г. Санкт-Петербург; Россия; e-mail: mukhinia@vogu35.ru

Мязин Владимир Александрович – Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, г. Апатиты, Россия; e-mail: myazinv@mail.ru

Назаров Дмитрий Валерьевич – Научно-образовательный центр «Композиты России» ФГБОУ «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»; ООО «МОСБАЗАЛЬТ», эксперт, г. Москва, Россия; e-mail: dmitry.v.nazarov@gmail.com

Никитина Лариса Александровна – ООО «МикроСтеп-МИС», эксперт по авиационной метеорологии, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: larisa.nikitina@microstep-mis.com

Никифорова Екатерина Сергеевна – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», младший научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: nikiforovaes@mstu.edu.ru

Огородов Станислав Анатольевич – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доктор географических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией, г. Москва, Россия; e-mail: ogorodov@geogr.msu.ru

Олейник А.Г. – Институт информатики и математического моделирования имени В.А. Путилова – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: oleynik@iimm.ru

Орлов К.Г. – ФГБУН «Полярный геофизический институт», г. Апатиты, Россия

Осинцева Татьяна Николаевна – ООО Научно-производственное объединение «Гидротехпроект», руководитель группы экологии и гидробиологии, г. Санкт-Петербург; e-mail: tosin73@mail.ru

Павлова Елена Александровна – ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук», старший инженер, г. Москва, Россия; e-mail: elena@keldysh.ru

Парфенов С.А. – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», старший преподаватель, г. Мурманск, Россия; e-mail: parfenov.sergey@masu.edu.ru

Петрученко Александра Игоревна – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», младший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: ai.petruchenko@mail.ru

Петухова М.Д. – ООО Научно-производственное объединение «Гидротехпроект», г. Санкт-Петербург; ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», г. Вологда, Россия

Пижанкова Елена Ивановна – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», геологический ф-т, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: pijankova@yandex.ru

Позин Анатолий Александрович – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», доктор технических наук, заведующий лабораторией, г. Обнинск, Россия; e-mail: pozin@rpatyphoon.ru

Полухина А.М. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Поляков Алексей Васильевич – ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, доктор медицинских наук, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом, г. Москва, Россия; e-mail: apolyakov@imbr.ru

Поляков М.В. – ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, г. Москва, Россия; e-mail: apolyakov@imbr.ru

Порцель Александр Константинович – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры социально-гуманитарных дисциплин, г. Мурманск, Россия; e-mail: portsel@inbox.ru

Починок Игорь Олегович – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», стажер-исследователь, г. Мурманск, Россия; e-mail: igoamigo2000@gmail.com

Пророкова Наталия Петровна – ФГБУН «Институт химии имени Г.А. Крестова Российской академии наук», доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново, Россия; e-mail: prorokovan@mail.ru

Радун Леонид Семенович – Российско-Сербский гуманитарный центр, начальник оперативной группы – спасатель (начальник отдела), г. Ниш, Республика Сербия; e-mail: lradun@mail.ru

Рашева Наталья Юрьевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат юридических наук, доцент, г. Мурманск, Россия; e-mail: anyta_us@mail.ru

Решин Николай Алексеевич – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», и.о. зам. директора ИГиО РГГМУ по дистанционному обучению, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: oderiut@mail.ru

Рожко Олег Игоревич – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», кандидат политических наук, старший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: rozhko@mail.ru

Ромашин Д.В. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Росновская Нелли Александровна – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», инженер, г. Обнинск, Россия; e-mail: rosnovskaya@rpatyphoon.ru

Румянцева Екатерина Александровна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», старший научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: rumkate@rambler.ru

Рябчук Д.В. – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского», г. Санкт-Петербург, Россия

Савельев Михаил Иванович – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: savelev-22@mail.ru

Садовский Андрей Михайлович – ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук», кандидат физико-математических наук, ученый секретарь, г. Москва, Россия; e-mail: a.sadovski@cosmos.ru

Сакович Владимир Михайлович – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», кандидат географических наук, доцент, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: sakovich@rshu.ru

Санин Александр Юрьевич – ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», Росгидромет, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: eather86@mail.ru

Сахаров Ярослав Алексеевич – ФГБУН «Полярный геофизический институт», кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник; Центр физико-технических проблем энергетики Севера – филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: sakharov@pgia.ru

Свергун Егор Игоревич – ФГБУН «Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской академии наук», младший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург, Россия

Селиванов Василий Николаевич – Центр физико-технических проблем энергетики Севера – филиал ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат технических наук, директор, г. Апатиты, Россия; e-mail: v.selivanov@ksc.ru

Сергеев Евгений Борисович – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: alik574@mail.ru

Сидняев Николай Иванович – ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», доктор технических наук, заведующий кафедрой, профессор, г. Москва, Россия; e-mail: sidnyaev@bmstu.ru

Сидорович Т.И. – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», г. Москва, Россия; e-mail: s.t.i.-2009@mail.ru

Скотаренко Оксана Вячеславовна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры, г. Мурманск; ФГКВООУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: ksen-13@mail.ru

Степанов Николай Александрович – АО «Научно-исследовательский институт космического приборостроения», главный специалист, г. Москва, Россия; e-mail: Deshevoy_UV@orckniikpr.ru

Степаньян Олег Владимирович – ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», кандидат биологических наук, заведующий лабораторией прикладной океанографии ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия; e-mail: step@ssc-ras.ru

Стрельцов А.И. – ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук», г. Москва, Россия; e-mail: Arthur.Streltsov@yandex.ru

Струминский А.Б. – ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук», г. Москва, Россия

Суворова Ольга Васильевна – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Апатиты, Россия

Сумачев А.Э. – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

Тарасенко А.О. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Текфи Тимур Александрович – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, г. Мурманск, Россия; e-mail: timurtekfi@yandex.ru

Тоичкин Николай Александрович – филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники, г. Апатиты, Россия; e-mail: toichkin@list.ru

Тулина Анастасия Васильевна – ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», преподаватель, г. Петрозаводск, Россия; e-mail: nast.tulina2016@yandex.ru

Тутунин А.С. – ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия

Уваров А.Д. – ФГБУ «Научно-производственное объединение “Тайфун”», г. Обнинск, Россия

Усов Виталий Михайлович – ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, г. Москва, Россия; e-mail: khoper.1946@gmail.com

Усягина И.С. – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», г. Мурманск, Россия; e-mail: usyagina@mmbi.info

Фалеев М.И. – ФГКУ «Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд МЧС России» (Центроспас МЧС России), г. Жуковский, Россия; e-mail: OD_CAMO@mail.ru

Фасолько Динара Викторовна – ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова», старший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: dvfasolko@mail.ru

Федотов Анатолий Александрович – ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», доктор, технических наук, доцент, г. Москва, Россия; e-mail: fedotov_a_a@bmstu.ru

Фофанова Анна Юрьевна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», кандидат экономических наук, доцент кафедры юриспруденции юридического факультета, г. Мурманск, Россия; e-mail: n.p.fofanova@mail.ru

Хворостова Анна Константиновна – Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», преподаватель, г. Кировск, Россия; e-mail: ak-8888@mail.ru

Хорошилов К.В. – ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Россия; e-mail: ale-ks-na@yandex.ru

Храпов Павел Васильевич – ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», кандидат физико-математических наук, доцент, г. Москва, Россия; e-mail: khrapov@bmstu.ru

Хромова Дарья Максимовна – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», студент, г. Мурманск, Россия; e-mail: dariakhromova143@yandex.ru

Цейтлина Александра Леонидовна – Всемирный фонд природы, младший научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: atceitlina@wwf.ru

Цыбиков Николай Александрович – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)», кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, член-корреспондент Российской экологической академии; г. Москва, Россия; e-mail: ntsybikov@yandex.ru

Цыганова Марина Владимировна – ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт Российской академии наук», младший научный сотрудник, г. Севастополь, Россия; e-mail: m.tsyganova@mhi-ras.ru

Чапоргина Александра Александровна – Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», инженер, г. Апатиты, Россия; e-mail: a.chaporgina@ksc.ru

Чекулаев А.В. – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского», г. Санкт-Петербург, Россия

Чумакова А.В. – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

Шабанова Н.Н. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия

Шавыкин Анатолий Александрович – ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук», доктор географических наук, главный научный сотрудник, г. Мурманск, Россия; e-mail: anatoli.shavykin@mail.ru; shavykin@mmbi.info

Шараборова Е.С. – ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва, Россия; Федеральная политехническая школа (EPFL), г. Лозанна, Швейцария; e-mail: lisaenergo@yandex.ru

Шатров Я.Т. – АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», г. Королёв, Россия; e-mail: ecologrzd@tsniimash.ru

Шахин Дмитрий Александрович – ООО «ФРЭКОМ», кандидат биологических наук, начальник отдела, г. Москва, Россия; e-mail: d.shakhin@frecom.ru

Швед В.А. – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия; e-mail: shvedvera@mail.ru

Шевченко Э.В. – Научно-исследовательский институт спасания и подводных технологий ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vunc-vmf-5fil@mil.ru

Шелегов Глеб Сергеевич – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», стажер-исследователь, г. Мурманск, Россия; e-mail: glebsorta@gmail.com

Шемякин А.С. – Институт информатики и математического моделирования имени В.А. Путилова – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия; e-mail: shemyakin@iimm.ru

Шилин Михаил Борисович – ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», ведущий научный сотрудник, г. Мурманск, Россия

Ширшова В.Ю. – АО «Российские космические системы», г. Москва, Россия; e-mail: vshirshova.msu@yandex.ru

Шульженко Александр Евгеньевич – ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», старший преподаватель, г. Мурманск, Россия; e-mail: office@mstu.edu.ru

Щукин Юрий Александрович – ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»», ведущий инженер, г. Обнинск, Россия; e-mail: schukin@rpatyphoon.ru

Юровская Мария Владимировна – ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт Российской академии наук», старший научный сотрудник, г. Севастополь; ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: mvkosnik@gmail.com

Юровский Юрий Юрьевич – ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт Российской академии наук», кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, г. Севастополь; ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: y.yurovsky@mhi-ras.ru

Яковлев Сергей Юрьевич – Институт информатики и математического моделирования имени В.А. Путилова – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, г. Апатиты, Россия; e-mail: yakovlev@iimm.ru

Коллектив авторов

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы
научно-практической конференции

4–7 апреля 2023 года

Ответственный редактор Е. А. Румянцева

Подписано в печать 10.05.2023. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 23,3.

Мурманский арктический государственный университет.
183038, г. Мурманск, ул. Капитана Егорова, 15.