



УДК: 55.58:504(470-922); 614.8:338.2

DOI: 10.26277/SECNRS.2025.115.1.001

© 2025. Все права защищены.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СЛОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО- И РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ СЕВЕРНЫХ МАКРОРЕГИОНОВ

Фалеев М. И.*, канд. полит. наук (od_camo@mail.ru), Сидорович Т. И.** (s.t.i.-2009@mail.ru),
Цыбиков Н. А.**, канд. физ.-мат. наук (nfsybkov@yandex.ru), Зверьков В. А.*** (vzverkov@mail.ru),
Каганов В. М.****, канд. мед. наук (gniiivm@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 10 февраля 2025 г.

Аннотация

На основе анализа системных подходов к управлению технологической, ядерной и радиационной безопасностью организаций, эксплуатирующих производства и объекты Российской Федерации высокой потенциальной опасности, обоснованы приоритетные направления совершенствования системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при реализации экономических и инфраструктурных проектов осваиваемых северных макрорегионов, комплексного обеспечения безопасной жизнедеятельности населения. Расположение обширных стратегических запасов природных ресурсов на севере России ставит перед необходимостью применять в их добыче сложнейшие современные технологии повышенной степени опасности на суше/акваториях, учитывать ледовую обстановку, экстремальные погодные и опасные гидрометеорологические явления, внедрять уникальные мероприятия в последующей разработке месторождений, формировании транспортных коридоров, сохранении окружающей среды, обеспечении кадрами и благоприятными условиями жизни населения. Реализуемые программы в составе приоритетных направлений обеспечения устойчивого развития территорий/акваторий повышенного природного и техногенного риска предполагают создание многоуровневой системы предупреждения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах/их инфраструктурах, сопредельных территориях, магистралях и (или) «коридорах» транспортировки сырья и переработанной продукции, портовых, терминальных, складских акваториальных (морских и речных) производственных комплексах. Важнейшими их составляющими должны стать подсистемы производственно-технологической безопасности эксплуатируемых потенциально опасных объектов, отслеживающие возникающие нарушения с приоритетными химическими, ядерными, радиационными и другими последствиями и обеспечивающие противодействие факторам развития чрезвычайных ситуаций, предупреждение/смягчение воздействий природных бедствий на состояние и загрязнение окружающей среды. Программы реагирования должны включать в себя оценку природных и техногенных рисков, разработку принципиальных вариантов экстренного реагирования оперативных служб на предпосылки и (или) возникающие чрезвычайные ситуации. В качестве «пилотных» их целесообразно реализовать в стратегически приоритетных для экономики страны макрорегионах Арктики, приарктической зоны, Балтики, Каспия, Дальнего Востока, на присоединенных (возвращенных) исторических российских территориях.

► **Ключевые слова:** комплексная безопасность, макрорегионы, управление, чрезвычайные ситуации, экономические и инфраструктурные проекты, потенциально опасные объекты.

* ФГКУ «Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд» (Центроспас) МЧС России, Московская область, г. Жуковский, Россия.

** ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий), Москва, Россия.

*** ООО «АтомПроектЭнергоСервис», Москва, Россия.

**** ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия.

FUNDAMENTAL DIFFICULTIES IN IMPROVING SAFE OPERATION OF NUCLEAR AND RADIATION-HAZARDOUS FACILITIES IN CONDITIONS OF INTENSIVE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NORTHERN MACROREGIONS

Faleev M. I.*, Ph. D. (od_camo@mail.ru),
Sidorovich T. I.** (s.t.i.-2009@mail.ru),
Tsybikov N. A.**, Ph. D. (ntsybikov@yandex.ru),
Zverkov V. A.*** (vzverkov@mail.ru),
Kaganov V. M.****, Ph. D. (gniiivm@mail.ru)

The article was received by the editors' crew on February 10th 2025.

Abstract

Based on the analysis of systemic approaches to the management of technological, nuclear and radiation safety of organizations operating production facilities and facilities of the Russian Federation of high potential hazard, the priority areas for improving the system of prevention and elimination of consequences of natural and man-induced emergencies in the implementation of economic and infrastructural projects of the developed northern macroregions, as well as comprehensive provision of safe life of the population were substantiated. The location of vast strategic reserves of natural resources in the north of Russia focuses on the use of the most sophisticated modern technologies in their extraction with a high degree of hazard on land/in water areas, considering the ice situation, extreme weather and dangerous hydrometeorological phenomena, introduction of unique measures in the subsequent development of deposits, formation of transport corridors, preservation of the environment, provision of personnel and favorable living conditions for the population. The implemented programs, as part of the priority areas for ensuring the sustainable development of territories/water areas of increased natural and man-induced risk, involve the creation of a multi-level emergency prevention system for potentially hazardous facilities/their infrastructures, adjacent territories, highways and/or "corridors" for the transportation of raw materials and processed products, port, terminal, and warehouse aquaterritorial (marine and river) production complexes. Their most important components should be subsystems of production and technological safety of potentially hazardous facilities in operation, monitoring emerging violations with priority chemical, nuclear, radiation, and other consequences, ensuring counteraction to the factors of emergency situations, prevention/mitigation of the effects of natural disasters on the state and pollution of the environment. Response programs should include an assessment of natural and man-induced risks, the development of basic options for emergency response of operational services to the background and/or emerging emergencies. As "pilot" projects, it is advisable to implement them in the macro-regions of the Arctic, the Arctic zone, the Baltic, the Caspian Sea, the Far East, and the annexed (returned) historical Russian territories, which are of strategic priority for the country's economy.

► **Keywords:** *integrated security, macroregions, management, emergencies, economic and infrastructural projects, facilities of potential hazard.*

* FSPI "State Central Airmobile Rescue Team of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation" ("Centrospas"), Moscow region, Zhukovsky, Russia.

** FSBI "All-Russian Research Institute for Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation" (Federal Science and High Technologies Center), Moscow, Russia.

*** AtomProektEnergoService LLC, Moscow, Russia.

**** FSBI "State Scientific Research Testing Institute of Military Medicine" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Введение

Развитие сырьевых и перерабатывающих отраслей экономики, транспортной инфраструктуры, обеспечение социально-экономической устойчивости России – одни из важнейших условий эффективности перспективных проектов по освоению природных ресурсов северных макрорегионов, обеспечению комплексной безопасности жизнедеятельности населения. Актуальность статьи обусловлена рассмотрением принципиальных позиций, ориентированных на:

- внедрение наилучших доступных технологий, обеспечение минимизации выбросов и сбросов загрязняющих (в том числе радиоактивных) веществ, реализацию комплекса мер по исключению попадания радиоактивных веществ в российскую и дальневосточную Арктику, отнесенных к числу основных задач в сфере охраны окружающей среды (ОС) в соответствии с пунктом 15 «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года», утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 05.03.2020 № 164;

- повышение эффективности функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) на этих территориях, предусмотренной пунктом 31 «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645;

- совершенствование ядерной и радиационной безопасности, укрепление национальной безопасности в целом.

Северный морской путь и атомный флот в развитии макрорегионов

Современные жесткие требования к интенсивному освоению северных и дальневосточных удаленных территорий, вводу на них надежно функционирующих комплексов экономики и обеспечения безопасности жизнедеятельности населения объективно оптимизируют направления совершенствования всех уровней привлекаемых сил, средств, звеньев управления систем безопасности объектов экономической деятельности РСЧС: федерального, регионального, территориального, муниципального, объектового и организаций, в полномочия которых входят вопросы защиты населения и территорий от ЧС.

Основополагающие позиции обеспечения устойчивого развития северных макрорегионов директивные документы рекомендуют отрабатывать в составе стратегических решений проблем развития коммуникаций, логистики, акваториальных производственных комплексов, инфраструктуры Северного морского пути (СМП) [1, 2]. Интенсивная реализация экономических и инфраструктурных проектов, обеспечение их комплексной (технологической, энергетической, транспортной, ядерной, радиационной, экологической и других приоритетных видов) безопасности деятельности должны стать принципиальными направлениями в решении важнейших государственных проблем достижения:

- стабильного экономического развития территорий с повышенными природными и техногенными рисками;

- технологического, энергетического и ресурсно-сырьевого суверенитета и (или) паритета с ведущими державами мира, обладания ключевыми технологиями развития стратегических, социально-экономических и оборонных направлений;

- инвестиционной, экономической, иммиграционной привлекательности осваиваемых территорий, создания благоприятного социально-психологического климата и условий их опережающего экономического роста;

- сбалансированной трудовой занятости населения, решения социальных задач повышения качества жизни.

В числе приоритетных направлений реализации федерального проекта «Развитие Северного морского пути» авторы рассматривают достижение важнейших показателей обеспечения безопасности судоходства (ответственные – «Дирекция Северного морского пути Госкорпорации «Росатом»), требующих скоординированного с МЧС России взаимодействия в области компетенции, определенной Указом Президента Российской Федерации от 11.07.2004 № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Развитие арктического ледокольного флота предусматривает поэтапное введение шести атомных двухосадочных атомных ледоколов проекта 10510 «Лидер». Совместно они должны обеспечить на период 2025–2030 гг. достижение контрольных показателей инвестиционных проектов акваториальных производственных комплексов вдоль всей трассы СМП основными реализаторами:

ПАО «Новатэк», ПАО ГКМ «Норникель», ПАО «НК «Роснефть», ООО «Северная звезда». Модернизация лоцмейстерского и гидрографического флота организацией ФГУП «Гидрографическое предприятие», ввод в эксплуатацию с 2024 г. головных судов ледового класса не ниже Arc7 направлены на расширение детальных гидрографических промеров и проводок по малоизученным высокоширотным трассам СМП. Это позволит предложить судовладельцам оптимальные маршруты, надежное, экономически эффективное и безопасное ледокольное сопровождение. В целом, перспективное ледокольное строительство, согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 01.08.2022 № 2115-р, утвердившему «План развития Северного морского пути на период до 2035 года», ориентировано на бесперебойную логистику и приоритетный рост грузопотоков восточного сектора СМП в условиях арктической навигации.

Мероприятия по совершенствованию деятельности аварийно-спасательных центров МЧС России в акватории Северного морского пути

Основные задачи аварийно-спасательных центров – контроль территории российской Арктики и акватории СМП, обеспечение безопасности создания/функционирования вводимых экономических объектов, арктических поселений, предупреждение и ликвидация последствий ЧС природного и техногенного характера, поиск и спасение людей, терпящих бедствие на море в зоне ответственности России (рис. 1) (АКАСЦ на рис. 1 – арктические комплексные аварийно-спасательные центры).

Существующая РСЧС испытывает необходимость в модернизации и совершенствовании своих функциональных, региональных, местных и объектовых подсистем с учетом специфики их работы в сложных климатических условиях Крайнего севера и Дальнего Востока, удаленности от федеральных центров принятия решений, неразвитой региональной транспортной логистики, недостаточности возможностей применяемых систем связи, укомплектования задействованных подразделений, существующих сил/средств подразделений РСЧС, их компетенций для обеспечения безопасности деятельности, особенно на территориях/акваториях растущей интенсивности социально-экономического освоения удаленных макрорегионов. Большая часть национальных законодательных актов, регламентирующих поисково-спасательное обеспечение морской деятельности в российской Арктике, требует

актуализации. Нормативно-правовые аспекты поисково-спасательного обеспечения морской деятельности зависят от решения вопросов стратегии построения/развития федеральной системы поиска и спасения, Арктических центров управления в кризисных ситуациях в ключевых пунктах и прилежащих территориях/акваториях СМП (г. Певек, пгт. Диксон и Тикси, пос. Сабетта), оснащенности опорных аварийно-спасательных центров (гг. Нарьян-Мар, Дудинка, Певек) специализированными, работоспособными (в сложных арктических условиях на суше, воде, под водой, в воздухе) аппаратурой, приборами, техникой. В кризисных ситуациях аэромобильные резервные аварийно-спасательные центры гг. Архангельска, Анадыря, Воркуты, Мурманска, Надыма, пгт. Проведения и Тикси прикрывают территорию контроля российской Арктики в реальном времени. В состав формирований введены:

- арктические аварийные/поисковые спасательные отряды, обеспечивающие организацию и ведение оперативных работ/профилактических мероприятий;
- информационно-аналитические комплексы поддержки действий дежурных смен поисковых спасательных отрядов, принятия управленческих решений, сбора, обработки и предоставления информации другим органам управления;
- специальные авиагруппы постоянного базирования аэродромов в гг. Анадыре, Воркуте, Мурманске и Норильске;
- усиленные группировки катеров (морских пожарно-спасательных, водолазных прибрежного плавания, поисково-спасательных морского класса), многофункциональных аварийно-спасательных судов со специальным оборудованием [3–5].

Размещение на территориях/акваториях осваиваемых макрорегионов потенциально опасных и критически важных объектов: атомных электростанций (плавающих и наземных малой/средней мощности), баз атомных кораблей Военно-морского флота (ВМФ) Российской Федерации и атомных ледоколов, рудников, горнодобывающих предприятий, химически- и взрывопожароопасных объектов, стратегически важных коммуникаций требует эффективного взаимодействия участников, подготовленности персонала, привлечения вузов, научных центров, некоммерческих общественных организаций и бизнеса при обеспечении/координации работ по минимизации рисков возникновения природных и техногенных ЧС, выявлению зон экологического неблагополучия/бедствия, охране ОС, рациональному природопользованию. Перечисленные



Рис. 1. Перспективы развития Единой государственной системы предупреждения ликвидации чрезвычайных ситуаций на удаленных северных и дальневосточных макрорегионах
[Fig. 1. Prospects for the development of the Unified state System of prevention and liquidation of emergency situations in remote northern and Far Eastern macroregions]

требования должны привести к расширению объемов обследований и ужесточить регламенты валидации получаемой на всех этапах информации, что, естественно, потребует привлечения дополнительных сил и средств участников на выполнение новых, достаточно сложных, частично рассмотренных в статье задач.

Стратегические направления российской деятельности в Арктике и на Дальнем Востоке

Интенсивное освоение удаленных территорий должно, по мнению авторов, максимально учитывать положительный и отрицательный опыт исторической деятельности, рекомендации стратегических документов государства: приоритетно, Единого плана мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.04.2021 № 996-р), Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года (утв. Указом Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645), Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» и других. На всех этапах освоения северных территорий исключительно востребованы надежные электрификация и газификация поселений, вводимых экономических объектов, в большей части потенциально

опасных, со сложнейшей (портовой, транспортной, логистической) инфраструктурой обеспечения деятельности, совокупная безопасность их функционирования, максимально возможное применение низкоуглеродных источников энергии, безопасность жизнедеятельности и качество жизни населения, включая приверженные традициям коренные малочисленные народы Севера, бесперебойность материально-технического и продовольственного снабжения участников, корректный учет глобальных последствий климатических изменений.

Варианты размещения объектов электроэнергетики

Утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.12.2024 № 4153-р Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики определила принципиальные направления формирования рациональной структуры генерирующих мощностей и объектов электросетевого хозяйства, обеспечивающей перспективный баланс производства и потребления в единой энергосистеме России, предотвращение прогнозируемых дефицитов электроэнергии до 2042 г. Увеличение доли мощностей атомных электростанций в структуре производства электроэнергии запланировано в диапазоне с 18,9 % в 2023 г. до 24 % в 2042 г., солнечных и ветровых электростанций – с 0,8 до 3,3 % при постоянном снижении доли тепловых электростанций от 62,7 % в 2023 г. до 57,4 % в 2042 г. Первичные этапы организации энергетического обес-

печения удаленных территорий, создание достаточной инфраструктуры функционирования СМП, развитие технопарков предпочтительнее проводить на базе компактных атомных энергоблоков средней/малой мощности, сводя к минимуму сопутствующие негативные техногенные воздействия [3]. Современное территориальное распределение уровня атомной генерации электричества в России эксперты оценивают в 20 %, на северо-западе – до 46–48 %, в центральной ее части – свыше 40 %. Стратегические планы развития определяют достижение обозначенных уровней в 2042 г. через преодоление хронического вызова вывода из эксплуатации и замены (с соответствующей модернизацией обеспечивающей инфраструктуры) 10 блоков большой и средней мощности в основной зоне расселения страны. Вводы блоков большей, по сравнению с предшественниками, мощности запланированы на территории Европейской части России, наземных и плавучих станций средней/малой мощности – преимущественно в ее Азиатской части, быстрых реакторов естественной безопасности со свинцовым теплоносителем («Брест») – в республике Саха (Якутия) и Томской области (г. Северск). Двухконтурная схема отвода тепла к турбине и критические параметры пара будут, по мнению конструкторов, эффективны в формате промышленного комплекса по переработке отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) замкнутого цикла и собственно экспериментального реактора БРЕСТ-ОД-300. В г. Заречный Свердловской области запущенные уникальные опытно-промышленные энергоблоки на быстрых нейтронах БН-600 и БН-800 Белоярской АЭС должны составить основу «зеленой» энергетики.

Разработанные специалистами НИКИЭТ для планируемых проектов в конфигурациях с электрическими мощностями 300 и 1 200 МВт реакторы БРЕСТ отличают высокая комплексная безопасность и экономичность [6, 7]. Их основными достоинствами полагают:

- радиационную безопасность, не требующую эвакуации населения при любых возможных авариях по внутренним и внешним причинам;
- практически не ограниченную во времени обеспеченность топливными ресурсами за счет эффективного применения природного урана;
- соблюдение условий Договора о нераспространении ядерного оружия, одобренного резолюцией XXII Генеральной Ассамблеи ООН от 12.06.1968 № 2373, вследствие исключения технологий наработки «оружейного» плутония

и пристанционной сухой переработки топлива без разделения урана и плутония;

- экономическую конкурентоспособность благодаря удешевлению строительства, отказу от сложных инженерных структур безопасности, расширению топливной базы – подпитки реактора только ^{238}U , высоким параметрам свинца, обеспечивающим критические параметры паротурбинного контура, высокий коэффициент полезного действия термодинамического цикла.

Опытно-демонстрационный энергетический комплекс, сооружаемый на территории АО «Сибирский химический комбинат» в рамках проекта «ПРОРЫВ», включает энергоблок с реактором БРЕСТ-ОД-300, замыкающий ядерный топливный цикл пристанционный завод, модули переработки облученного смешанного уран-плутониевого (нитридного) топлива и фабрикация/рефабрикация для изготовления стартовых твэлов из привозных материалов/переработанного ядерного топлива/ОЯТ. Впервые в мире, он должен продемонстрировать устойчивую работу полного комплекса объектов, обеспечивающих замыкание ядерного топливного цикла, практически подтвердить основные технические решения, применяемые в РУ со свинцовым теплоносителем в соответствии с концепцией естественной безопасности, поэтапно обосновать ресурсные характеристики элементов РУ. Лицензия Федеральной службы по экологическому и технологическому надзору на сооружение реактора была получена Госкорпорацией «Росатом» в 2021 г. Сочетание перечисленных характеристик выводит БРЕСТ-ОД-300 на качественно новый уровень безопасности, обеспечивает его устойчивость без срабатывания активных средств противоаварийной защиты в крайне тяжелых авариях. В целом, перспективы реализации атомной программы предусматривают создание экономически выгодной, экологически безопасной электроэнергетики России XXI века, максимально учитывающей негативные последствия мирового опыта [2, 6–9].

Радиационный фактор. Негативные последствия мировой атомной деятельности XX века

Исследователи считают необходимым при реализации социально-экономических программ освоения ресурсов Севера преодоление негативных последствий предыдущей атомной деятельности, в которой они выделяют пять этапов интенсивного радиоактивного загрязнения экосистем морей, побережий и архипелагов Арктики и Дальнего

Востока с последующим мощнейшим воздействием на среду, биоту и человека:

- конец 1940-х–90-е гг. – выносы западно-сибирскими реками в Карское море техногенных радионуклидов уральских и южносибирских предприятий;
- середина 1950-х и до 1960-х гг. – ядерные испытания в Северном полушарии;
- середина 1970-х–80-е гг. – сливы отходов радиохимических комбинатов «Селлафилд» (Великобритания) в Ирландское море и «Кап де ля Аг» (Франция, полуостров Котантен) в пролив Ла-Манш;
- 1986 г. до настоящего времени – распространение радионуклидов после аварии на Чернобыльской АЭС;
- 1950–1990-е гг. – периодические сливы в моря и океаны жидких радиоактивных отходов (ЖРО), затопление контейнеров с твердыми радиоактивными отходами (ТРО), ядерных реакторов, аварии на атомных подводных лодках (АПЛ). Радионуклидный баланс экосистемы Баренцева и Карского морей (таблица № 1) [6, 10], при неоднократно отмечаемой исследователями геофизической неопределенности его оценки, в целом достаточно объективно отражает созданную к 1991 г. ситуацию (принципиально сохранившую к настоящему времени основные позиции).

Современное интенсивное освоение северных шельфов повышает значимость рисков, связанных с затопленными ядерно- и радиационно опасными объектами (ЯРОО) на дне Баренцева и Карского морей в местах разведки и добычи углеводородов [6, 10–12].

Последствия влияния проведенных ядерных взрывов в мире на радиоактивное загрязнение атмосферы Северного полушария

Ядерные испытания мировых держав сформировали мощнейший стратосферный источник глобальных радиоактивных выпадений, наряду с локальными, определивший сложное, квазиизменчивое, широкомасштабное долговременное радиоактивное загрязнение преимущественно северных территорий/акваторий планеты.

Проводимые в СССР регулярные высотные зондирования установили практически полное загрязнение арктической стратосферы долгоживущими радионуклидами и постепенное снижение высоты слоев их максимальных концентраций (рис. 2, 3).

Наблюдения на метеорологических станциях СССР за радиоактивными выпадениями установили определяющие вклады китайских термоядерных взрывов в суммарное загрязнение атмосферы ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs над территорией СССР после 1967 г. вплоть до 1986 г. [10, 12–14]. После серии атмосферных испытаний мегатонной мощности КНР в 1967–1980 гг. в зонах прохождения траекторий непосредственного повышения радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы не фиксировали (рис. 2, 3).

Продолжительные с большей пространственной однородностью повышения загрязнения регистрировали на всей территории СССР спустя месяцы и годы в периоды поступления радионуклидов ядерных взрывов из стратосферы в тропосферу. Эти радионуклиды были распределены в атмосфере

Таблица № 1

Баланс антропогенных радионуклидов в экосистеме Баренцева и Карского морей за 1961–1990 гг. The balance of anthropogenic radionuclides in the ecosystem of the Barents and Kara Seas in 1961–1990

№ п/п	Источник долгоживущих радионуклидов	Баренцево море		Карское море		Экосистема в целом		
		Активность		Активность*		Активность		Вклад, %
		кКи	ТБк	кКи	ТБк	кКи	ТБк	
1	Атмосферные выпадения	100	3 700	70	2 600	170	6 300	6,2
2	Вынос реками	6	200	33	1 200	39	1 400	1,4
3	Поступления по системе Гольфстрима	200	7 400	-	-	200	7 400	7,3
4	Сброс твердых и жидких радиоактивных отходов	13	480	16	600	30	1 100	0,7
5	Затопления твердых радиоактивных отходов с отработавшим ядерным топливом	-	-	2 300	85 300	2 300	85 100	84,4
6	Подводные и надводные ядерные взрывы	нет данных		нет данных		нет данных		
Суммарно (верхний предел)		319	11 780	2 419	89 700	2 739	101 300	100

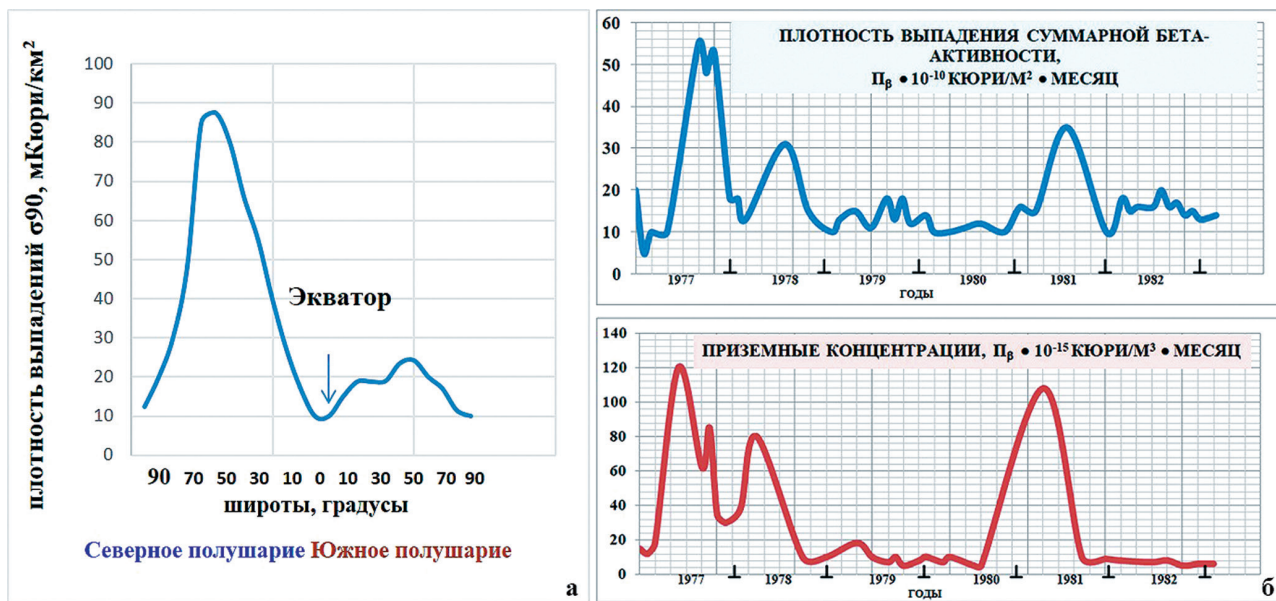
* Экспертная оценка верхнего предела активности на момент захоронения.

неравномерно, их распространение во многом зависело от широты местности их проведения и мощности. Взрывы большой мощности выносили радионуклиды в основном в стратосферу, которую они затем неравномерно покидали с определяемыми годами периодами полувыведения. Взрывы малой мощности загрязняли, в основном, тропосферу, очищение которой проходило существенно быстрее – с периодами полувыведения, равными десяткам (30–40 и выше) дней [13–15, 17].

Зависимости на рис. 3 отражают темп и интенсивность испытаний в Северном полушарии. Максимумы, приходящиеся на весенние и летние месяцы, отражают факт получения стратосферой в год, предшествующий рассматриваемому, запаса радиоактивных нуклидов при проведении одиночных и (или) групповых мощных ядерных взрывов. Так, влияние последнего ядерного взрыва в КНР (16.10.1980) на загрязнение приземного слоя атмосферы в СССР достигло максимума через полгода,



Рис. 2. Траектории воздушных масс (синяя – 3 км, красная – 5 км, зеленая – 9 км) над территорией СССР с радиоактивными нуклидами от ядерных взрывов КНР. Около траекторий – даты регистрации. Даты проведения и мощности взрывов: а) 27.10.1966, 12 кт; б) 27.06.1973, 2–3 Мт; в) 17.06.1966, ≈ 1,0 Мт [Fig. 2. Trajectories of air masses (blue – 3 km, red – 5 km, green – 9 km) over the territories of the USSR with radioactive nuclides from the nuclear explosions of the PRC. Next to the trajectories are the registration dates. Dates and power of explosions: a) 27.10.1966, 12 kt; b) 27.06.1973, 2–3 Mt; c) 17.06.1966, ≈ 1.0 Mt]



а) Широтное распределение выпадений ⁹⁰Sr в Северном полушарии
 б) Влияние проведенных в КНР атмосферных ядерных взрывов в 1976–1980 гг. на динамику плотности выпадений (верхняя кривая) из атмосферы и приземной концентрации (нижняя кривая) Σ бета-активности

Рис. 3. Последствия влияния проведенных ядерных взрывов в мире на радиоактивное загрязнение атмосферы Северного полушария [Fig. 3. The consequences of the impact of nuclear explosions in the world on the radioactive pollution of the atmosphere of the Northern hemisphere]

в апреле – мае 1981 г. Его вклад в содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 1981 г. эксперты оценили примерно в 85 %, остальных ранее проведенных испытаний – примерно в 15 % (14 % из которых от взрыва в КНР 17.11.1976, т. е. пятилетней давности) [15–17].

Наблюдаемое с 1982 г. в воздушном пространстве над СССР радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы определяли только долгоживущие радионуклиды, преимущественно ^{90}Sr и ^{137}Cs . По абсолютному значению концентрации не превышали установленные санитарно-гигиенические нормативы [10–12]. В [13–17] по материалам открытых публикаций были проанализированы вопросы воздействия на компоненты природной среды и человека глобальных радиоактивных выпадений – важнейшей составляющей осложняющего современную интенсивную эксплуатацию северных регионов радиационного фактора. Полученные заключения позволили констатировать [14–24]:

- Московский договор между СССР, США и Великобританией о запрещении ядерных испытаний в трех средах (Договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой, подписанный 05.08.1963) позволил резко снизить поступление радиоактивных нуклидов в ОС;

- формирование доз внутреннего облучения населения почти полностью определяют глобальные выпадения практически на всех территориях/акваториях субполярных и заполярных регионов России. Вследствие фракционирования выпадения значительно обогащены биологически опасными долгоживущими радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr ;

- абсолютные значения концентраций глобальных выпадений ниже установленных санитарно-гигиенических нормативов.

Обследованные территории позволили установить критические группы коренных малочисленных народов Севера, традиционно занятых оленеводством, рыболовством, сбором дикоросов. Эти группы потенциально могут быть подвержены дополнительной угрозе воздействий глобальных выпадений с отдаленными, трудно предсказуемыми последствиями вследствие хронического поступления в организмы людей долгоживущих дозообразующих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr по основным пищевым цепочкам «лишайник – олень – человек», «вода – рыба – человек», «дикоросы – человек». Вариант принципиальной схемы мониторинга антропогенных изменений ОС и оценки потенциального воздействия этих радионуклидов на

организм человека представлены в [12, 19–23], где обоснованы принципиальные направления организации комплексного радиоэкологического мониторинга.

Проблемы ядерного наследия в арктических и дальневосточных макрорегионах

Радиационный потенциал накопленного Россией в реакторах АПЛ и в хранилищах береговых технических баз (БТБ) ОЯТ к 1993 г. в десятки/сотни и более раз превысил (таблица № 1) уровни реального радиоактивного загрязнения Арктического региона от различных источников [6, 10, 13–17, 24]. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.05.1998 № 518 определило Минатом России (преемником стала Госкорпорация «Росатом») генеральным заказчиком и координатором работ по утилизации выведенных из боевого состава АПЛ ВМФ. Применение принципа «стратегической пирамиды», детализация этапов и задач позволили сформулировать конечную цель – «видение» [24, 25]:

- ликвидация угрозы от выведенных из состава ВМФ ЯРОО и обеспечивавшей инфраструктуры, воздействие от которых на персонал, население и ОС могут превышать действующие в России нормативы;

- реабилитация в пунктах временного хранения ОЯТ и радиоактивных отходов до уровней, не приносящих вреда здоровью человека и ОС при предполагаемом будущем землепользовании (рис. 4).

Рамочное соглашение о многосторонней ядерно-экологической программе в Российской Федерации (Соглашение МНЭПР), подписанное 21.05.2003 в Стокгольме, привлекло средства ~ €2 млрд международного Фонда экологического партнерства Северного измерения (ЭПСИ) для софинансирования запланированных мероприятий. Были обоснованы очередность подлежащих утилизации объектов ВМФ, создания/реконструкции производственной и транспортной инфраструктуры, ориентировочные сроки завершения ключевых этапов при условии выделения необходимых ресурсов [24–26].

По состоянию на конец 2020 г. на базах ВМФ Кольского полуострова было утилизировано 120 АПЛ, 123 реакторных отсека разместили на безопасное береговое хранение, 100 % радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РИТЭГ) удалили с побережья омывающих Россию морей с заменой на альтернативные источники электроэнергии, организовали вывоз ОЯТ практически со всех

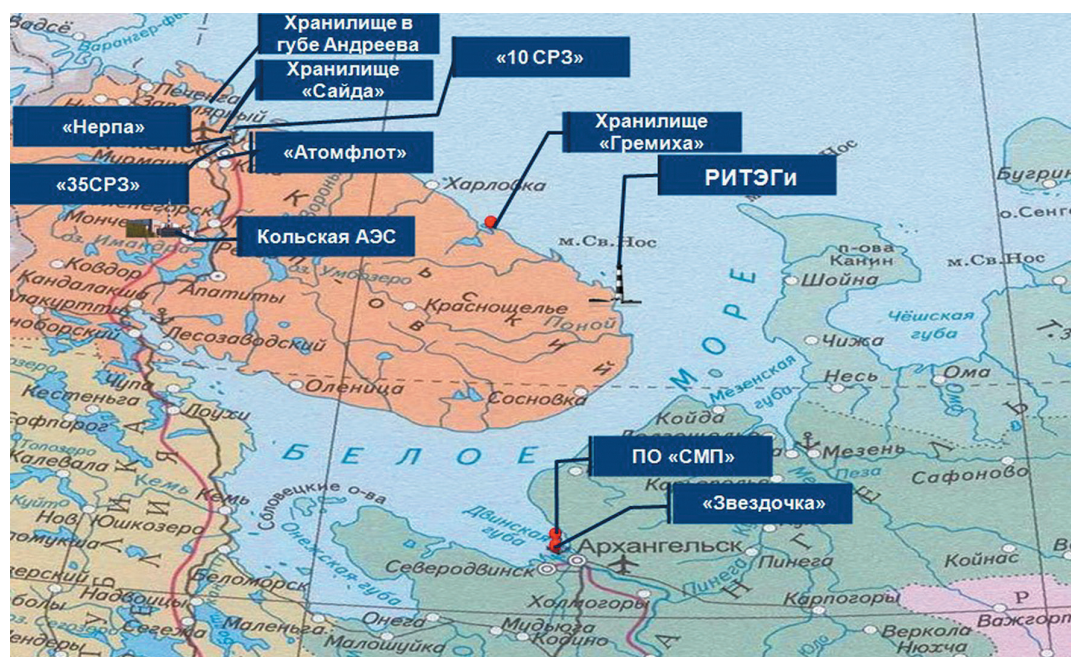


Рис. 4. Береговые хранилища радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива на территории Кольского полуострова

[Fig. 4. Onshore storage facilities for radioactive waste and spent nuclear fuel on the territory of the Kola Peninsula]

объектов хранения. В 2019–2020 гг. из региона удалили рекордное количество ядерного топлива суммарной активностью не менее 700 000 Ки [26, 27].

Оценка радиационной безопасности и радиэкологической обстановки в губах Андреева и Сайда, в пос. Гремиха

Оценку радиационной безопасности и радиэкологической обстановки в губах Андреева и Сайда, в пос. Гремиха проводили по данным мониторинга загрязнения ОС, состояния здоровья населения и потенциальных рисков работ. Оценивали содержание радиологически значимых ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{60}Co в ОС, возможность их вторичной миграции в подземные воды. В губе Андреева отмечены очень высокие уровни загрязнения почвы, снижение загрязнения донных отложений по отношению к береговым показателям вследствие промывки течениями. Загрязнение воды и водорослей в прилегающей акватории Баренцева моря в десятки, сотни раз превышало среднерегиональные. На дне мощность дозы гамма-излучения контролируемого участка превышала нормальные уровни. Зафиксировано загрязнение губы Андреева тяжелыми металлами первого и второго класса опасности с превышением предельно допустимых концентраций по ртути и свинцу почти в два раза [24–26].

Завершение вывоза топлива из хранилища в Гремихе запланировано на 2025 г., а по государственной программе «Развитие атомного энерго-

промышленного комплекса» – к 2028 г. Работы потребовали от специалистов атомной отрасли нестандартных технических решений с применением робототехнических, дистанционно управляемых комплексов. При очищении акватории Арктики и Дальнего Востока от ЯРОО отработаны инновационные методики, и накоплен уникальный опыт приведения объектов уранового наследия в безопасное состояние [24–26]. В условиях антиросийских санкций сохранены контакты с МАГАТЭ. Завершение работ на участках Кольского полуострова потребует существенного (миллионы рублей) финансирования.

Сливы жидких радиоактивных отходов

Сливы ЖРО британского атомного комплекса «Уиндскейл» («Селлафилд») и французского завода по переработке ядерного топлива «Кап де ла Аг» в морскую среду при последующем переносе радионуклидов водами Норвежского течения приводили к радиоактивному загрязнению юго-западной части Баренцева и Карского морей. Оцененная специалистами НПО «Тайфун» длительность транспортирования с Уиндскейла в юго-западную часть Баренцева моря составила \approx в 5,8 года, в юго-западную часть Карского моря \approx 6,2 года и соответствовала коррелирующим вариациям динамики ежегодных сбросов с Уиндскейла, роста концентраций радионуклидов – трассеров ^{137}Cs и ^{134}Cs в Баренцевом, Карском и Гренландском морях, изменения соотношения их концентраций $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$

вследствие большого различия периодов полураспада радионуклидов (30,1 и 2,1 года, соответственно) [28]. Исходными показателями для сбросов завода в Уиндскейле за период наблюдений 1970–1978 гг. приняли среднее значение этого соотношения по данным [29], в качестве величины, характеризующей глобальное загрязнение района ^{137}Cs – среднюю концентрацию в слое 0–50 м в западной части Гренландского моря. Было установлено, что на радиационную обстановку обследованной специалистами НПО «Тайфун» акватории в 1982 г. влияли сбросы завода в Уиндскейле 1976 г. По этим же оценкам примерно пятая часть годового сброса ^{137}Cs поступала в Баренцево и Карское моря, среднегодовые сливы от Селлафилда за период 1960–1990 гг. достигали 2,4 ПБк/год, среднегодовое поступление ЖРО от судов атомного флота СССР не превышало ~ 10 ТБк/год (соответственно, ниже в 240 раз) [10, 28, 30].

Выносы активности северными реками России за период 1961–1989 гг. в Карское море из Оби и Енисея оценены в ≈ 1 ПБк ^{90}Sr [10, 18]. Оценки вкладов различных источников в загрязнение Карского моря ^{90}Sr показали, что вынос активности северными реками России за время наблюдений был на уровне фоновых значений, значительно меньших глобальных выпадений.

Многолетняя эксплуатация атомного флота СССР/России сформировала в местах базирования, отстоя, ремонта и обслуживания на БТБ, утилизации кораблей с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), на судоремонтных предприятиях локальные загрязнения участков суши и прилегающих к ним участков акваторий арктических морей с превышением концентраций ^{60}Co над фоновыми уровнями в 30–70 раз, ^{137}Cs – в сотни и тысячи раз [18, 25, 26]. Вследствие неудовлетворительных условий хранения радиационно опасных конструкций и материалов на территориях БТБ в губе Андреева и пос. Гремиха на загрязненных участках почвы мощность дозы γ -излучения достигала 1–10 мЗв/ч, в несколько тысяч раз превышая предельно допустимые мощности дозы непрерывного облучения (0,5 мкЗв/ч). Концентрации техногенных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr были в тысячи раз выше предельно допустимых. Местами плотность поверхностного загрязнения β -радионуклидами достигала 10^5 расп/(мин·см²), в десятки тысяч раз превышая предельно допустимые уровни. Смыв радионуклидов с поверхности за счет осадков приводил к загрязнению прилегающих, локальных участков акватории БТБ. Хранение на плаву АПЛ

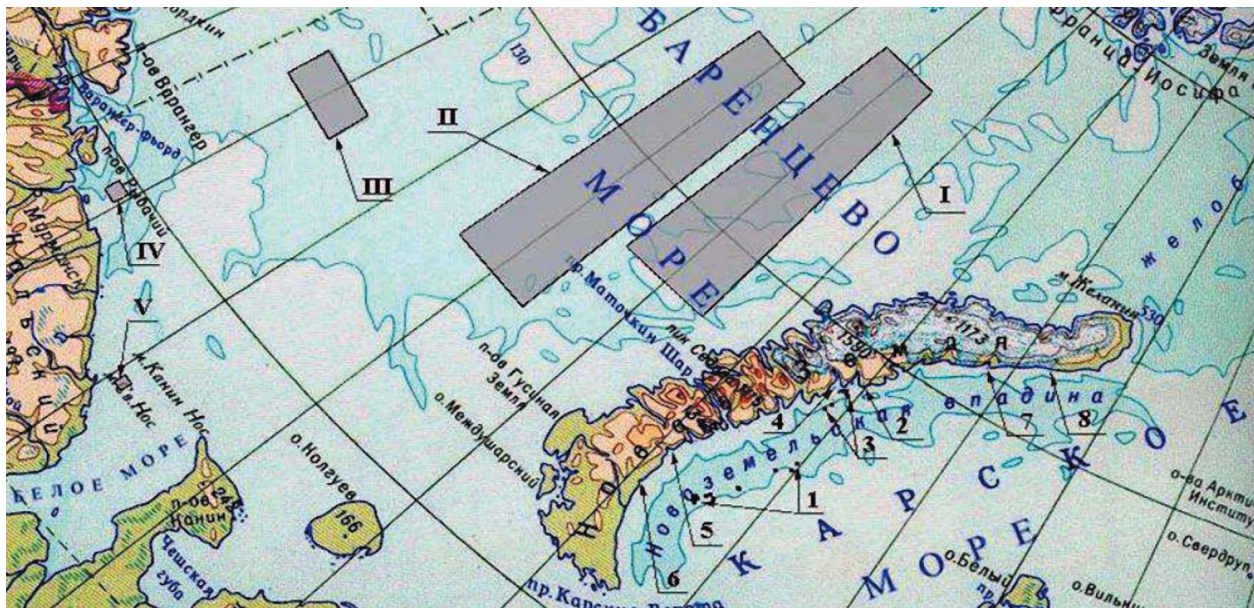
и многоотсечных блоков с ОЯТ в пунктах отстоя Мурманской и Архангельской областей создавало потенциальную угрозу обширного загрязнения акваторий арктических морей при возникновении нештатных ситуаций на ЯРОО ввиду их сосредоточения вместе с судами технического обслуживания, объектами инфраструктуры (БТБ, судостроительные и судоремонтные предприятия) на ближайших локальных северных площадках Кольского полуострова и г. Северодвинске Архангельской области.

Затопленные и затонувшие ЯРОО

Всего в Норвежском, Баренцевом и Карском морях СССР/Россия затопили около 17 000 контейнеров, 19 судов с ТРО, 735 радиоактивных конструкций и блоков (рис. 5). По [25, 30] все эти объекты к настоящему времени – незначительные источники радиационной опасности после практически полного разрушения защитных барьеров морской водой.

Из семи содержащих ОЯТ объектов три представляют опасность в качестве потенциальных источников радиоактивного загрязнения ОС (таблица № 2).

В двух реакторах АПЛ проекта 645 («К-27», введена в строй в 1963 г.) впервые в мировой практике был использован тяжелый жидкометаллический теплоноситель свинец-висмут. В 1981 г. после консервации обоих реакторов АПЛ была затоплена в заливе Степового (о. Новая Земля) на глубине не более 50 м. Аварийно затопленные АПЛ «Комсомолец» (К-278) и «Б-159» проекта 627 несли ОЯТ в активной зоне реактора (АЗР), не были подготовлены к затоплению, не имели дополнительных защитных барьеров, препятствующих выходу радиоактивности в ОС. Экспериментальные данные о недостаточной надежности консерванта на основе фурфурола подтверждают опасения потенциального начала цепной реакции при проникновении сравнительно небольшого количества воды в АЗР, взаимодействии с жидкометаллическим Pb-Bi теплоносителем и высокообогащенным по ^{235}U ядерным топливом, с последующим разрушением защитных барьеров, выбросом радионуклидов в ОС и другими, труднопредсказуемыми последствиями [18, 24, 25]. Наличие ядерных материалов в практически неконтролируемых условиях на мелководье актуализирует террористическую опасность. Дальнейшее нахождение большого числа ЯРОО на дне Арктического бассейна без систематического радиоэкологического контроля и комплексной программы обращения с ними неприемлемо.



I–V – районы слива жидких радиоактивных отходов. Районы затопления твердых радиоактивных отходов:
 1 – Новоземельская впадина; заливы: 2 – Седова; 3 – Ога; 4 – Цивольки; 5 – Степового; 6 – Абросимова; 7 – Благополучия; 8 – Течения

Рис. 5. Места затопления радиоактивных объектов, ядерных и радиоактивных отходов
 [Fig. 5. Places of flooding of radioactive facilities, nuclear and radioactive waste]

Таблица № 2

Частные стратегические цели – конечные состояния объектов программы комплексной утилизации
Private strategic goals – the final states of the objects of the integrated recycling program

№ п/п	Наименование объекта	Район затопления	Год	Глубина, м	Активность на 2015 г., ТБк
1	Атомная подводная лодка «Комсомолец» (1 реактор ОК-650 с отработавшим ядерным топливом)	Норвежское море	1989	1 655	~ 1 900
2	Атомная подводная лодка «Б-159» (2 реактора ВМ-А с отработавшим ядерным топливом)	Баренцево море	2003	250	~ 5 100
3	Атомная подводная лодка «К-27» (2 реактора РМ-1 с отработавшим ядерным топливом)	Карское море, залив Степового	1981	33	~ 380
4	Реакторный отсек атомной подводной лодки заказа 901 (2 реактора ВМ-А с отработавшим ядерным топливом)	Карское море, залив Абросимова	1965	20	~ 320
5	Реакторный отсек атомной подводной лодки заказа 285 (2 реактора ВМ-А, 1 с отработавшим ядерным топливом)	Карское море, залив Абросимова	1966	20	~ 300
6	Реактор атомной подводной лодки заказа 421 (ВМ-2-4 с отработавшим ядерным топливом)	Карское море, Новоземельская впадина	1974	300	~ 110
7	Экранная сборка реактора ледокола «Ленин» (реактор ОК-150 с 60 %-ным отработавшим ядерным топливом)	Карское море, залив Цивольки	1967	10–50	~ 750

Широкий спектр угроз ЧС, рост антропогенных и природных воздействий

Широкий спектр угроз ЧС различного характера, рост антропогенных и природных воздействий на экологические системы с аномальными последствиями, по мнению исследователей, активизирует стратегические вызовы и угрозы безопасности

территорий и жизнедеятельности населения России [10, 11, 31, 32]. Приоритетно эксперты рассматривают:

- ежегодные сдвиги границ криолитозоны;
- геотехногенную сейсмичность;
- возрастание интенсивностей и масштабов аварийных ситуаций на предприятиях добычи и переработки углеводородов/руд/ископаемых, объектах

энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта и других, негативно воздействующих на ОС.

Существенное увеличение рисков возникновения ЧС специалисты связывают с износом основных фондов оборудования в экономике и жилищно-коммунальном хозяйстве, достигшем/превысившем в ряде регионов России 80 %-ный уровень. Усиление потенциальных рисков радиоактивных, химических, биологических и других видов воздействий вследствие эксплуатации «стареющих» потенциально опасных объектов, присутствие затопленных радиоактивных отходов, несанкционированных свалок, могильников, хранилищ различного рода промышленных и бытовых отходов заслуживает в условиях освоения северных регионов постоянного внимания.

Изменение климата Земли, увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений – в числе основополагающих предпосылок возможного воздействия неблагоприятных и опасных факторов на планируемые к вводу в эксплуатацию

потенциально опасные и критически важные объекты/ЯРОО, роста рисков возникновения нештатных, аварийных ситуаций и (или) ЧС, негативно влияющих на безопасность жизнедеятельности населения/персонала [33].

Эксперты отмечают катализирующую роль неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений, которые по своей интенсивности (силе), масштабу распространения и продолжительности оказывают и (или) могут оказывать поражающее воздействие на людей, флору, фауну, объекты экономики, приводить к значительному материальному ущербу и требовать постоянного отслеживания в установленном порядке для обоснования мероприятий по смягчению их последствий. Наблюдения последних десятилетий в высоких широтах и в целом для Северного полушария на глобальных, макрорегиональных и региональных уровнях фиксируют интенсификацию негативных последствий климатических изменений, повышение (втрое и выше) экономического и социального ущерба [33–35].

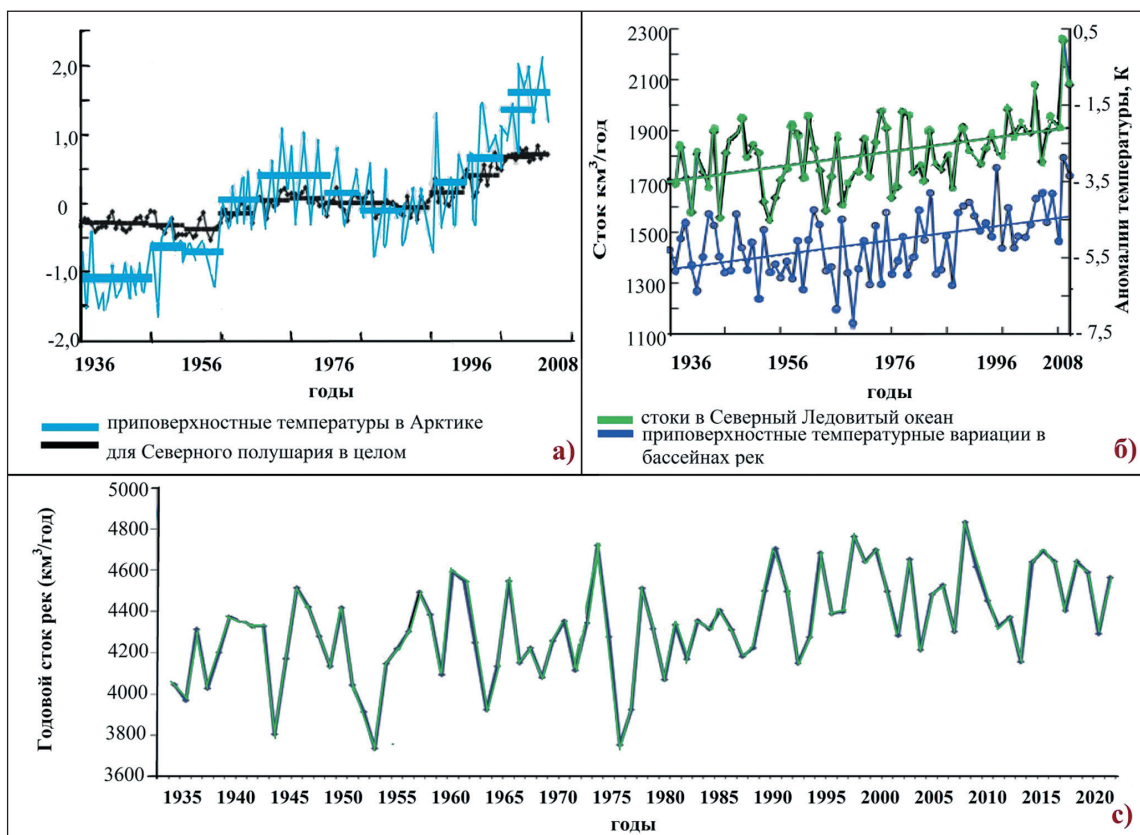


Рис. 6. Динамика изменений приповерхностных арктических температур (а), стоков в Северный Ледовитый океан крупнейших евразийских рек: Оби, Енисея, Лены, Северной Двины, Печоры, Колымы (б), многолетних годовых стоков рек России (в)

[Fig. 6. Dynamics of changes in near-surface Arctic temperatures (a), outflows into the Arctic Ocean of the largest Eurasian rivers: Ob, Yenisei, Lena, Northern Dvina, Pechora, Kolyma (b), long-term annual outflows of Russian rivers (c)]

Для последствий глобальных климатических изменений в середине XX – начале XXI вв. в России характерны стабильные увеличения стоков ее крупнейших евразийских рек в Северный Ледовитый океан (рис. 6а, 6в), температуры и влагоемкости приземной атмосферы, общего количества осадков в бассейнах рек высоких широт (рис. 6а, 6б), среднего сентябрьского сокращения (до 1,3 % в год) площадей арктических морских льдов (рис. 7).

Северный транзит сохранил в XXI веке эффективность в зимние месяцы, несмотря на существенное ужесточение режимов арктических морских льдов и волнений, рост рисков ветро-волновой активности вследствие учащения опасных гидрометеорологических явлений с экстремальными морскими волнами вдоль всей трассы СМП, интенсификации береговой эрозии. Таяния и нарушения ландшафтов покрывающей до 67 % территории России криолитозоны, масштабные обводнения, негативно воздействующие на экономическую инфраструктуру (здания, дороги, магистральные трубопроводы, линии электропередач и другое), дополнительно осложняют обеспечение безопасности жизнедеятельности населения. Увеличение глубин слоев протаивания многолетних мерзлых грунтов и ареалов поверхностного обводнения, по всей очевидности, расконсервируют вредные для ОС инородные включения различного происхождения, активизируют формирование вторичных, зачастую более токсичных, в сравнении с предшественниками, загрязняющих веществ, последующие их миграционные процессы в поверхностных и грунтовых водах (например, вытаивание скотомогильников погибших от эпизоотий животных), приземных атмосферных эмиссиях почвенных газов [31–35].

В [31–35] проанализированы труднопрогнозируемые последствия роста частоты и длительности периодов сухой и жаркой погоды, учащения атмосфер-

ных блокирований, ожидаемых в XXI веке в регионах России в зимний, летний и годовой периоды, их дополнительное воздействие на состояние здоровья населения, расширение ареалов жизнедеятельности и масштабов распространения переносчиков опасных болезней человека и организмов, мутаций самих возбудителей, дополнительное обострение проблемы уклада жизни местного населения, традиционных промыслов, самобытной культуры, здоровья в связи с трансмиссивными болезнями, качеством пищи и воды. В решении проблемы смягчения негативных последствий глобального изменения климата показана целесообразность завершения прерванных в 1990-е гг. широкомасштабных геофизических исследований комплексного воздействия радиоактивного загрязнения арктических регионов на жизнедеятельность населения и прежде всего коренных малочисленных народов Севера с целью сохранения их численности, адаптации традиционного, сформированного многими поколениями, образа жизни к современным социально-экономическим российским условиям. В новых условиях предложено [11, 12, 16, 19, 23] развертывание комплексного мониторинга на территориях (акваториях) формируемых сложнейших, во многом уникальных, акватерриториальных производственных комплексов и их инфраструктуры по всей трассе СМП как эффективного инструмента, позволяющего сосредоточить максимальное внимание на достаточности и взаимной увязке получаемой информации о совместных воздействиях аварийных ситуаций на ОС в различных зонах (промплощадка, санитарно-защитная (СЗЗ), планирования защитных мероприятий (ЗПЗМ), дальнего распространения следов) ведения работ участниками в составе РСЧС по согласованным установленным порядком показателям.

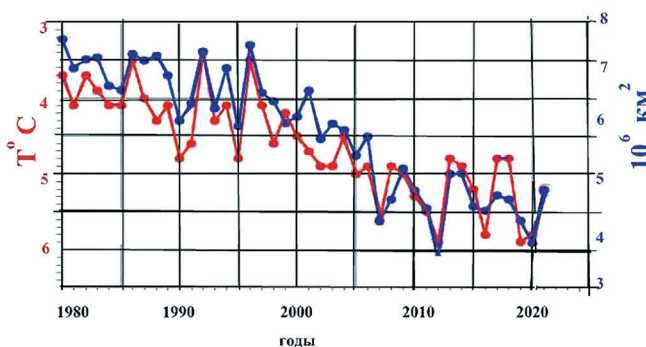
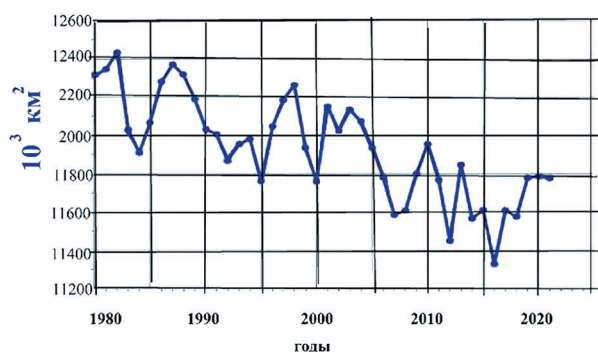


Рис. 7. Площадь, занятая морским льдом в Северном Ледовитом океане в марте (слева) и в сентябре (справа).

Красным цветом обозначена летняя температура в морской Арктике

[Fig. 7. The area occupied by sea ice in the Arctic Ocean in March (left) and September (right).

The summer temperature in the marine Arctic is marked in red]

Проблемы и подходы обеспечения безопасной эксплуатации (атомные станции малой и средней мощности). Опыт и проектные варианты функционирования плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов». Штатный режим эксплуатации

ПАТЭС установлена с учетом минимизации ее негативного влияния на ОС и население в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации о радиационной безопасности. На плавучем энергоблоке (ПЭБ) размещены системы автоматизированного контроля за радиационной и химической обстановкой на территории станции и в СЗЗ, системы оповещения/информирования обслуживающего персонала и населения о радиационной опасности. В состав ЯРОО ПЭБ «Академик Ломоносов» [12, 16], на которых и (или) в отношении которых обязательна заявленная деятельность, входят:

- реакторные установки (РУ) КЛТ-40С (судовой водо-водяной ядерный реактор);
- блок помещений обращения с ядерным топливом, включающий помещение с неотработавшими тепловыделяющими сборками (ТВС) ядерных реакторов, хранилище отработавших ТВС и ТРО;
- цистерны вод дезактивации в помещениях для хранения ЖРО.

Перечень потенциально опасных работ, выполняемых/планируемых к выполнению на ПАТЭС в неаварийных условиях, включает ядерно опасные работы (монтаж, ремонт РУ станции, перегрузка реактора, подготовка к консервации, хранение, расконсервация, ввод в эксплуатацию, снятие с эксплуатации) и радиационно опасные (производство ремонтных работ, подготовка к утилизации).

Проектные обоснования категории радиационной опасности ПАТЭС при размещении на побережье Чаунской губы в районе г. о. Певек, подтвержденные заключением государственной экспертизы, установили для ПЭБ вторую категорию потенциальной радиационной опасности, по которой радиационное воздействие на персонал при радиационной аварии ограничено территорией СЗЗ, с внешней границей, совпадающей с защитным ограждением береговой площадки ПАТЭС (размеры контролируемого объекта $\approx 26,5$ га). В связи с этим данный объект не требует установления зоны наблюдения за пределами СЗЗ, что не исключает ведения на прилежащих территориях/акваториях регулярного целевого контроля.

Проектные дозовые нагрузки на население в результате воздействия газоаerosольных выбросов оценены величиной около 0,002 % от дозы природного радиационного фона района размещения. Дополнительное образование газообразных радиоактивных отходов при хранении отработавших ТВС в баке выдержки помещения хранилища отработанных ТВС и ТРО из тепловыделяющих элементов с негерметичными оболочками (в основном в первый год хранения) определено истечением из одной отработавшей АЗР ($\approx 3,7 \cdot 10^{11}$ Бк радионуклидов в газообразном состоянии, главным образом ^{85}Kr и ^{133}Xe) более 90 % активности в первые три месяца. Внедрение новых технологий снизило сбор ЖРО (плановые технологические операции в первом контуре, дезактивация оборудования РУ, перегрузочного оборудования, деталей, специальных помещений и инструмента) ПАТЭС в три раза по сравнению с прототипными РУ атомных ледоколов. Все собираемые в специальные емкости (монжюсы) ЖРО – низкоактивные (объемная активность ниже 10^6 Бк/кг). Сброс радионуклидов в забортное пространство полностью исключен.

Проектные аварии

По [7, 12, 36–38] границей зоны возможных сильных разрушений на ПАТЭС приняты береговая площадка и СЗЗ, границей зоны возможного радиоактивного загрязнения – прилегающая в радиусе (13,0–20,0) 10^3 м зона повышенного контроля. Практика организации мониторинга компонентов природной среды ведомствами – участниками РСЧС отработана и предусматривает в расположении ЯРОО взаимодействие по корректируемым каждые 2–3 года установленным порядком типовым программам. Общее требование к средствам замеров на местности последствий радиоактивных выбросов/сбросов (обеспечение уверенной регистрации природного радиоактивного фона, флуктуации уровней которого позволят выделить эффекты воздействия локальных источников) ужесточает на начальных этапах формирования комплексного мониторинга условия к проведению «фоновых» калибровочных замеров на неподверженных воздействию антропогенных источников участках территорий/акваторий биосферных заповедников внутри и (или) вне $1,0 \cdot 10^5$ м зоны отслеживания подразделений Росгидромета [2, 16] согласно утвержденным документам, в их числе:

- Руководящий документ РД 52.18.826–2015 «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным

загрязнением компонентов природной среды» (Обнинск, 2015. – 96 с.);

- Рекомендации Р 52.18.863-2017 «Методика определения радиационного фона по данным мониторинга радиационной обстановки» (Обнинск, 2017. – 35 с.);

- Рекомендации Р 52.18.820-2015 «Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки» (Обнинск, 2015. – 60 с.);

- Рекомендации Р 52.18.923-2022 «Порядок оценки риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды по данным мониторинга радиационной обстановки» (Обнинск, 2022. – 22 с.).

При проектной аварии с наихудшими радиационными последствиями на организм человека могут воздействовать:

- внешнее γ -облучение тела от радиоактивных нуклидов приземного слоя воздуха (48–55) %;
- внешнее γ -облучение от радионуклидов, накопленных в поверхностном слое почвы (23–28) %;
- внутреннее облучение органов и тканей при ингаляционном поступлении радионуклидов в организм человека (6–16) %;

- внутреннее облучение органов и тканей при пероральном поступлении радионуклидов в организм человека с загрязненными пищевыми продуктами местного производства (8–12) %.

Расчеты приземных концентраций радионуклидов от выбросов ПАТЭС при анализе проектных аварий показали (рис. 8) отсутствие на внешней границе береговой площадки превышений годовых дозовых нагрузок (менее 2 мкЗв/год, что в 5 раз меньше минимально значимой величины 10 мкЗв/год). По предварительным оценкам, проектная авария на ПЭБ не выходит за рамки «инцидента» по шкале МАГАТЭ. В соответствии с международными рекомендациями и национальными требованиями, данный класс аварий позволил ограничить СЗЗ территорией площадки ПАТЭС с акваторией в месте стоянки ПЭБ и не требует проведения защитных мероприятий для населения и ОС за ее пределами [2, 16].

Запроектные аварии

Наиболее опасный сценарий развития чрезвычайной ситуации при запроектной аварии: разрыв трубопровода системы охлаждения АЗР, последую-

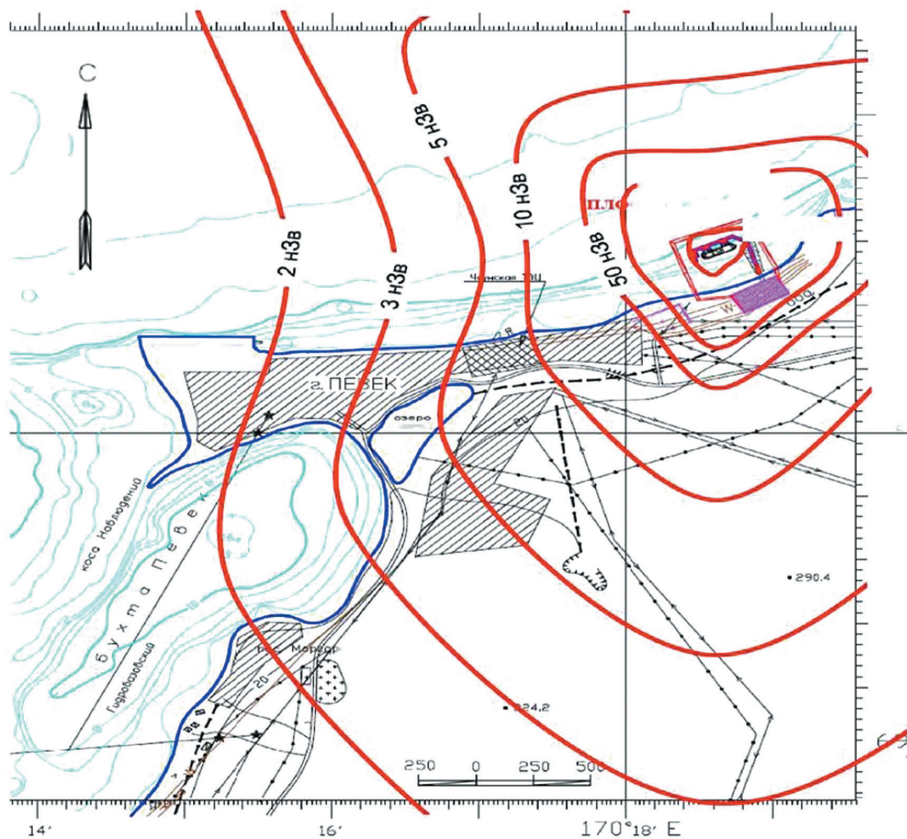


Рис. 8. Распределение годовых доз потенциального облучения при нормальных условиях эксплуатации плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов»
 [Fig. 8. Distribution of annual doses of potential radiation under normal operating conditions of the Akademik Lomonosov floating nuclear thermal power plant]

щее истечение теплоносителя из реактора, отказ двух параллельных клапанов на трубопроводах второго канала системы охлаждения АЗР, последующая утечка радионуклидов из аппаратного помещения. Обоснование размера ЗПЗМ в тяжелой аварии РУ КЛТ-40С проводили по наихудшему варианту полномасштабной утечки парогазовой смеси из аппаратного помещения ПЭБ. Методами вероятностного анализа безопасности были оценены аварийные последовательности вследствие пожаров в АЗР, помещениях ПЭБ и отказов систем безопасности деятельности реактора в различных режимах. Созданная по систематизированным данным инициирующих событий показателей надежности средств пожаротушения, вариантов аварийных последовательностей интегральная вероятностная модель установки учитывает несанкционированные отключения важных для безопасности систем, снижение отвода остаточных тепловыделений от реактора, консервативные оценки повреждений АЗР. Из рассмотрения радиационных последствий за-проектной аварии следует:

- размер ЗПЗМ определен поглощенной дозой облучения щитовидной железы за первые 10 суток и не превышает $1,0 \cdot 10^3$ м;
- ЗПЗМ населения отсутствует;
- вне ЗПЗМ необходимы временные ограничения при строгом радиационном контроле на потребление отдельных сельскохозяйственных продуктов, выращенных в $(13-20) 10^3$ м от выбросов.

В остальных вариантах оценки эффективных доз облучения населения критических возрастных групп от выбросов проектных и запроектных аварий на расстояниях $(0,1-10,0) 10^3$ м от ПЭБ не превысили допустимые уровни, определяющие необходимость проведения ограничивающих/защитных мероприятий. В наихудшем варианте запроектной аварии доза облучения от проникающего γ -излучения за бортом ПЭБ не превысит 0,5 мЗв (в 10 раз ниже предельно допустимой дозы облучения на границе СЗЗ 5 мЗв). Эффективная доза облучения критической группы населения от выброса активности в ОС на любом расстоянии от ПЭБ $\leq 0,15$ мЗв, выброс долгоживущих радионуклидов может составить 0,4 ГБк, загрязненность почвы изотопами цезия на следе облака на расстоянии 1 км ≈ 24 Бк/м². Загрязнение местности при удалении от источника аварийного выброса не превысит $\leq 0,12$ Бк/м² на расстоянии $5 \cdot 10^3$ м [36–38].

В случае возникновения аварии на ПАТЭС радиозоологические последствия будут определять, главным образом, объемы поступления в ОС радионуклидов с большим периодом полураспада. В соответствии с формируемой радиационной обстановкой в районах ЧС режимы радиационной

защиты сил РСЧС, ведущих работы, должны быть введены решением Комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности соответствующего уровня. На ПЭБ создают и поддерживают в постоянной готовности системы по предупреждению и ликвидации ЧС, осуществляющие оповещение в зоне ответственности, взаимодействие с эксплуатирующей организацией и другими участниками аварийного реагирования, проводят противоаварийные мероприятия и по защите персонала. Частичную и полную специальную обработку техники, средств защиты, одежды, имущества, материальных средств и санитарную обработку личного состава проводят силами и средствами нештатных аварийно-спасательных формирований объекта. Мероприятия по защите населения в районе размещения ПЭБ проводят силами местной и территориальной подсистем РСЧС дифференцированно в зависимости от масштабов и уровней возможных разрушений объектов г. о. Певек при воздействии обычных средств поражения и формируемого радиоактивного загрязнения.

Гидротехнические сооружения ПАТЭС, согласно требованиям свода правил [39], соответствуют I классу капитальности как гидротехнические сооружения атомных электростанций, эксплуатируемые круглогодично. В Декларации безопасности гидротехнических сооружений [40] приведены перечень возможных источников опасности, анализ и оценка их безопасности.

Здания и сооружения береговой площадки ПАТЭС обеспечивают технологический цикл передачи электрической и тепловой энергии с ПЭБ в береговые сети. В их состав входит защитное сооружение гражданской обороны (ЗСГО), которое при возникновении ЧС обеспечивает защиту укрываемых от воздействия ударной волны, обычных средств поражения, ионизирующих излучений, светового излучения и теплового воздействия при пожарах. Продолжительность непрерывного пребывания в ЗСГО лиц – 48 часов. Время подготовки ЗСГО к приему укрываемых ≤ 12 часов. В ЗСГО предусмотрено одновременное пребывание 180 человек.

Защиту персонала станции и населения в районе размещения ПАТЭС (ПЭБ) осуществляют в соответствии с требованиями:

- свода правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90» (Москва, 2017. – 77 с.);
- НП-029-17 «Правила ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами»

(утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 4 сентября 2017 г. № 352, зарегистрирован Минюстом России 27 сентября 2017 г., регистрационный № 48343);

- НП-022-17 «Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 4 сентября 2017 г. № 351, зарегистрирован Минюстом России 27 сентября 2017 г., регистрационный № 48344);

- НП-015-12 «Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 18 сентября 2012 г. № 518, зарегистрирован Минюстом России 12 февраля 2013 г., регистрационный № 27011);

- НП-079-18 «Требования к планированию мероприятий по действиям и защите персонала при ядерных и радиационных авариях на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 июня 2018 г. № 278, зарегистрирован Минюстом России 3 сентября 2018 г., регистрационный № 52051);

- Санитарные правила СП 2.6.1.01-04 «Обеспечение радиационной безопасности портов Российской Федерации при заходе и стоянке в них атомных судов, судов атомно-технологического обслуживания и плавучих энергоблоков атомных тепловых электростанций (СПРБП-04)» (М.: Моркнига, 2018. – 14 с.);

- РД ЭО 1.1.2.01.09581-2014 «Согласование технических требований и решений о применении импортной продукции, предназначенной для использования на атомных станциях. Положение» (М.: ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2014. – 81 с.).

ПАТЭС «Академик Ломоносов» в г. о. Певек – первая в России, эксплуатируемая в тяжелейших природно-климатических условиях арктического региона. «Пилотным» проектом радиационное, тепловое и механическое негативные воздействия на чувствительные арктические экосистемы максимально возможно сведены к минимуму, предусмотрено введение ПЭБ в территориальную подсистему РСЧС. В настоящее время ведут разработки проектов ПЭБ, требующих минимальное количество береговых сооружений с целью повышения возможности мобильного перемещения ПЭБ для

электрообеспечения новых объектов освоения природных ресурсов Крайнего Севера и их инфраструктуры, замены выработавших ресурс на новые и (или) требующих ремонта в заводских условиях. При последующих исследованиях, учитывая перспективные широкие возможности распространения ПЭБ и атомных станций малой мощности в российских труднодоступных районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, различных регионах мира, самое пристальное внимание следует уделить вопросам совершенствования нормативной базы этапов ввода в эксплуатацию/последующей эксплуатации ПЭБ и атомных станций малой мощности, развитию и (или) созданию современных систем и средств связи с возможностями передачи больших объемов информации, предотвращения угроз их захвата пиратами/террористами с целью совершения теракта, ядерного шантажа и другими лицами – охотниками за ядерными материалами и технологиями.

Учитывая вышеприведенное, следует постоянно совершенствовать направления деятельности подразделений РСЧС, обеспечивающих защиту населения и территорий, приоритетно:

- штатно-организационные: расширять и укреплять подразделения, обеспечивающие технологическую, ядерную, радиационную безопасность функционирования ЯРОО, за счет дозиметристов, радиационных гигиенистов, химиков, специалистов-аналитиков экстренной аварийной готовности и реагирования, установления масштабов и уровней антропогенного загрязнения компонентов природной среды, надежной связи и IT-технологий;

- аппаратно-инструментальные: оснастить эти подразделения высокочувствительной, современной (радиометрической, спектрометрической, хромато-масс-спектрометрической и другой) носимой и прецизионной аппаратурой;

- инструктивно-нормативные: по развитию подходов/позиций:

- оперативного обнаружения формируемых участков аномального радиоактивного загрязнения, оповещения об опасности органов управления и сил, организации взаимодействия органов управления различных уровней;

- программно-технического и информационного обеспечения соответствующих кризисных (ситуационных) пунктов управления и аварийных центров, систем и средств связи;

- предупреждения и максимально возможного ослабления воздействия радиоактивного излучения, неблагоприятных и опасных факторов различного

характера на личный состав сил участников, проводящих аварийно-спасательные и другие неотложные работы в зонах аномального загрязнения;

▪ контрольные:

налаживания регулярного автоматизированного мониторинга приоритетных, особенно радиационных, неблагоприятных и опасных факторов силами и средствами отраслевых автоматизированных подсистем РСЧС, Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ), Социально-гигиенического мониторинга (СГМ), Всероссийской службы медицины катастроф (ВСМК), автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) организаций и других;

налаживания эффективного взаимодействия с федеральными, региональными и местными органами власти, руководством компаний, предприятий и организаций, расположенных и действующих на подведомственной территории;

ведения постоянного санитарно-гигиенического и медицинского контроля за состоянием здоровья персонала опасных объектов и населения прилегающих территорий.

Заключение

Интенсивное освоение удаленных территорий/акваторий, безопасная жизнедеятельность населения, управление силами и средствами предупреждения, ликвидации/смягчения нештатных ситуаций и ЧС в эксплуатации потенциально опасных и критически важных объектов/ЯРОО и других уникальных вводимых объектов экономики осложнены разнообразными вызовами и угрозами техногенного и природного характера, необходимостью регулярного выделения дополнительных сил/средств на их преодоление, требующих постоянного совершенствования форм и методов деятельности органов управления РСЧС всех уровней. Создание и перспективная эксплуатация сложнейших объектов экономики и (или) их инфраструктуры в формируемых акваториальных производственных комплексах обязывают участников противоаварийного

реагирования формировать системное обеспечение комплексной безопасности экономической деятельности и улучшения качества жизни населения в макрорегионах приоритетного развития (опорных зонах развития, закрытых административно-территориальных образованиях, территориях опережающего социально-экономического развития, на территориях/акваториях жизнедеятельности представителей коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока). Решение этих проблем возможно, по нашему мнению, на основе ввода в эксплуатацию надежных источников децентрализованной/централизованной атомной энергетики на базе атомных станций средней/малой мощности, эффективного вовлечения ресурсов, газификации, снижения уровня карбонизации энергосистемы страны в целом, совершенствования безотходных и (или) малоотходных технологий, критического переосмысления накопленного Россией исторического опыта активизации адаптационных возможностей в снижении отрицательных последствий и сохранении положительных выводов из прошлой многогранной деятельности. Для решения кадровых и социальных вопросов целесообразно создание развитой аэродромной сети с организацией движения на базе авиационной техники, адаптированной к полярным условиям, в том числе – беспилотной. Актуализации потребует система подготовки кадров с точки зрения концентрации на приоритетных направлениях социально-экономического развития и территориального размещения производственно-образовательных центров. Необходимо планомерно развивать стационарные и мобильные системы оказания медицинской помощи населению. Системный анализ взаимосвязанных проблем определяет необходимость совершенствования всей совокупности составляющих национальной безопасности в соответствии с требованиями федерального законодательства о стратегическом планировании, национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г. (Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309).

Литература

1. Зверьков В. А., Сидорович Т. И., Фалеев М. И., Цыбиков Н. А. Стратегические направления повышения взаимодействия компетентных структур СНГ по обеспечению безопасности объектов ТЭК в новых экономических реалиях // Международное сотрудничество Евразийских государств: политика, экономика, право. 2022. № 3. С. 64–82.
2. Зверьков В. А., Каганов В. М., Сидорович Т. И., Фалеев М. И., Цыбиков Н. А. Варианты совершенствования деятельности функциональных и территориальных подсистем предупреждения и ликвидации

последствий чрезвычайных ситуаций в российской Арктике / В сборнике: Русская система обучения ремеслам. Истоки и традиции. Альманах. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. С. 127–147.

3. Илюхин В. Н. Актуальные аспекты развития судов аварийно-спасательного флота в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2019. № 2 (34). С. 97–109.

4. Овчинников А. В., Тарануха Е. В., Сурма В. А. Поисково-спасательное обеспечение действий сил Военно-Морского Флота в Арктике // Военная мысль. 2018. № 5. С. 43–48.

5. Илюхин В. Н. О совершенствовании системы поиска и спасания в Арктике // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2 (75). С. 22–30.

6. Саркисов А. А., Сивинцев Ю. В., Высоцкий В. Л., Никитин В. С. Атомное наследие холодной войны на дне Арктики. Радиоэкологические и технико-экономические проблемы радиационной реабилитации морей. – М.: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2015. – 699 с.

7. Хамаза А. А., Ковалевич О. М., Ларина С. В. Атомная энергетика: развитие, безопасность, международное сотрудничество: справочное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 268 с.

8. Выступление Генерального директора Госкорпорации «Росатом» А. Е. Лихачёва на пленарном заседании «Экология: право, а не привилегия» и на круглом столе «Сохранение экологии Арктики и Антарктики: новые вызовы и перспективы развития» / Пленарная Сессия X Невского Международного Экологического Конгресса «Экология Планеты – устойчивое развитие». – Санкт-Петербург, Таврический дворец, 26 мая 2023 г. – URL: <https://monocle.ru/2023/05/26/rosatom-prodolzhil-realizatsiyu-vsekh-ekologicheskikh-proyektov-nesmotrya-na-sanktsii-likhachev/> (дата обращения: 14.03.2025).

9. Ядерные технологии, атомная энергетика, АЭС, ядерная медицина. Справки о проектах и направлениях деятельности: БРЕСТ-ОД-300, ОДЭК, АСММ, ПАТЭС, проект «Прорыв». – URL: <https://rosatom.ru/production/science/> и <https://rosatom.ru/production/generation/> (дата обращения: 14.03.2025).

10. Яблоков А. В. и др. Факты и проблемы, связанные с захоронением радиоактивных отходов в морях, омывающих территорию Российской Федерации: материалы доклада Правительственной комиссии по вопросам, связанным с захоронением в море радиоактивных отходов, созданной распоряжением Президента Российской Федерации от 24.10.1992 за № 613-рп. – М.: Администрация Президента Российской Федерации, 1993. – 108 с.

11. Мингалеев С. Г., Сорокин В. И., Фалеев М. И., Цыбиков Н. А. Особенности стратегических рисков реализации приоритетных проектов устойчивого развития северных территорий Российской Федерации // Технологии гражданской безопасности. Часть I – 2019. Т. 16. № 2 (60). С. 52–59; часть II – 2019. Т. 16. № 3 (61). С. 68–77; часть III – 2020. Т. 17. № 1 (63). С. 82–92.

12. Зверьков В. А., Каганов В. М., Фалеев М. И., Цыбиков Н. А., Шкатулов П. Ф. Варианты оптимизации комплексного радиоэкологического мониторинга в Арктической зоне России при эксплуатации плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов» // Технологии гражданской безопасности. Часть I – 2020. Т. 17. 2020. № 3 (65). С. 53–61; Часть II – 2020. Т. 17. № 4 (66). С. 69–79; Часть III – 2021. Т. 18. № 1 (67). С. 60–64.

13. Махонько К. П., Павлова Л. Н. Радиоактивные продукты в атмосфере СССР от китайских ядерных взрывов. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 136 с.

14. Израэль Ю. А., Черногаева Г. М., Груза Г. В. и др. Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы измерений. – М.: Наука, 2001. – С. 93–155.

15. Мирошников А. Ю. Закономерности распределения радиоцезия в донных отложениях Карского моря // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2012. № 6. С. 540–550.

16. Зверьков В. А., Фалеев М. И., Цыбиков Н. А., Шкатулов П. Ф. Плавучая атомная электростанция «Академик Ломоносов» в решении проблемы обеспечения устойчивого развития арктических регионов России // Стратегия гражданской защиты. 2019. Т. 9. № 2 (17). С. 48–63.

17. Логачев В. А. Атомный проект СССР. Ядерные испытания. Книга 1. Том 2. Ядерные испытания в Арктике. Научно-публицистическая монография (в двух томах). Часть 1. Радиоэкологическая обстановка на Центральном полигоне Российской Федерации и Архипелаге Новая Земля. – М.: ЗАО «Картуш», 2006. – 464 с.

18. Саркисов А. А., Антипов С. В., Высоцкий В. Л., Никитин В. С., Сосунов Г. С. Реабилитация арктической акватории от затопленных ядерных и радиационно опасных объектов – актуальная задача развития Арктики // Морской вестник. 2020. Спецвыпуск № 1 (14). С. 116–120.

19. Цыбиков Н. А., Сидорович Т. И., Фалеев М. И., Зверьков В. А., Каганов В. М. Современные проблемы комплексной оценки опасности устойчивой эксплуатации российского Заполярья // *Безопасность в современном мире*. 2024. № 1 (2). С. 111–127.
20. Израэль Ю. А. Радиоактивные осадки после ядерных взрывов и аварий / Радиоактивность в окружающей среде. Сопутствующая серия // *Радиоактивность окружающей среды*. 2002. Т. 3. С. 281.
21. Израэль Ю. А., Квасникова Е. В., Линник В. Г. Радиоактивное загрязнение территории России / В книге: *Изменение природной среды России в XX веке* / Шмакин А.Б. [и др.]. – М.: Институт географии РАН, 2012. – С. 202–220.
22. Израэль Ю. А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – СПб.: Прогноз-погода, 1996. – 356 с.
23. Сидорович Т. И., Цыбиков Н. А., Фалеев М. И., Зверьков В. А., Каганов В. М. Стратегические проблемы совершенствования системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций при освоении субарктических и заполярных территорий/акваторий в условиях глобальных климатических изменений // *Безопасность в современном мире*. 2024. № 3 (4). С. 75–101.
24. Саркисов А. А., Антипов С. В., Смоленцев Д. О., Биладенко В. П., Кобринский М. Н., Сотников В. А., Шведов П. А. Безопасное развитие атомных энергетических технологий в Арктике: перспективы и подходы // *Известия вузов. Ядерная энергетика*. 2018. № 3. С. 5–14.
25. Саркисов А. А. К вопросу о ликвидации радиоактивных загрязнений в арктическом регионе // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89. № 2. С. 107–124.
26. К 2024 году завершат очистку мурманской Грехи от радиоактивных отходов. – URL: https://www.korabel.ru/news/comments/k_2024_godu_zavershat_ochistku_murmanskoj_gremihi_ot_radioaktivnyh_otходов.html?ysclid=m88y424xcv373707557 (дата обращения: 14.03.2025).
27. Семинар «Очистка Арктики от ядерных отходов» (Финляндия, Университет Аалто, 25 ноября 2020 г.). URL: <https://bezrao.ru/n/4147> (дата обращения: 14.03.2025).
28. Кросхавн М., Енгой Т., Хойбротен С., Ниллен Т., Русца Г., Вакуловский С. М., Вальдерхауг Т. Транспортировка радионуклидов в Арктический океан / Доклады международного семинара «Послесловие к «Белой книге». – Н. Новгород, 1998. – С. 66–72.
29. Jefferies D., Steels A., Preston A. (1982). *Deep Sea Research*, v. 29, No. 6A, p. 713.
30. Сивинцев Ю. В., Вакуловский С. М., Васильев А. П., Высоцкий В. Л. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая книга-2000»). – М.: ИздАТ, 2005. – С. 348–383.
31. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Под ред. В. М. Катцова. Росгидромет. – СПб.: Научные технологии, 2022. – 676 с.
32. Фалеев М. И., Цыбиков Н. А., Сидорович Т. И. Глобальные климатические изменения – фактор активизации природных и антропогенных вызовов населению и окружающей среде // *Технологии гражданской безопасности*. 2022. Т. 19. № 2 (72). С. 4–10.
33. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Под ред. В. М. Катцова. Климатический центр Росгидромета – СПб., 2017. – 106 с.
34. Сидорович Т. И., Фалеев М. И., Цыбиков Н. А. Реализация национальных проектов в Российской Арктике – одно из важнейших направлений преодоления стратегических рисков ее интенсивной промышленно-экономической эксплуатации / Сборник материалов XVII международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны (Иваново, 24 ноября 2022 г.). – С. 796–801.
35. Фалеев М. И., Сидорович Т. И., Цыбиков Н. А. Макрорегиональные климатические изменения – один из стратегических дестабилизирующих вызовов, формирующих развитие перспективных направлений совершенствования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций современного социально-экономического освоения Российской Арктики / Сборник материалов XVII международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны (Иваново, 24 ноября 2022 г.). – С. 827–832.
36. Паспорт безопасности плавучей атомной электростанции. Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС». – М.: АО «Концерн Росэнергоатом», 2019. – 34 с.

37. Казанцев Е. А. Плавучая атомная теплоэлектростанция на базе плавучего энергоблока с реакторными установками КЛТ-40С в г. Певек Чукотского автономного округа. Проектная документация. Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Часть 1. Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. АТЭС1-12.1-ГОЧС. – ЗАО «Атомэнерго». 2013. Т. 12.1. – 97 с.

38. Казанцев Е. А. Плавучая атомная теплоэлектростанция на базе плавучего энергоблока с реакторными установками КЛТ-40С в г. Певек Чукотского автономного округа. Проектная документация. Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Часть 5. Санитарно-защитная зона. АТЭС1-12.5-СЗЗ. ЗАО «Атомэнерго» – ЗАО «Атомэнерго». 2013. Т. 12.5. – 68 с.

39. Строительные нормы и правила Российской Федерации. СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения». – М.: Госстрой России, 2004. – 24 с.

40. Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений: утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 20 ноября 2020 г. № 1892.

References

1. Zver'kov V. A., Sidorovich T. I., Faleev M. I., Tsybikov N. A. (2022). Strategicheskie napravleniya povysheniya vzaimodeistviya kompetentnykh struktur SNG po obespecheniyu bezopasnosti ob'ektov TENK v novykh ehkonomicheskikh realiyakh [Strategic directions for increasing the interaction of competent CIS structures to ensure the safety of fuel and energy complex facilities in the new economic realities]. *Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo Evraziiskikh gosudarstv: politika, ehkonomika, pravo – International cooperation of the Eurasian states: politics, economics, law*, No. 3. pp. 64–82. [in Russian].

2. Zver'kov V. A., Kaganov V. M., Sidorovich T. I., Faleev M. I., Tsybikov N. A. (2023). Varianty sovershenstvovaniya deyatelnosti funktsional'nykh i territorial'nykh podsystem preduprezhdeniya i likvidatsii posledstviy chrezvychainykh situatsii v rossiiskoi Arktike [Options for improving the activities of functional and territorial subsystems for the prevention and elimination of consequences of emergency situations in the Russian Arctic]. V sbornike: *Russkaya sistema obucheniya remeslam. Istoki i traditsii. Al'manakh – In the collection: Russian system of handicrafts training. Origins and traditions. The almanac*. Moscow: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, pp. 127–147. [in Russian].

3. P'yukhin V. N. (2019). Aktual'nye aspekty razvitiya sudov avariino-spasatel'nogo flota v Arktike [Actual aspects of the development of emergency rescue fleet vessels in the Arctic]. *Arktika: ehkologiya i ehkonomika – Arctic: ecology and economics*, No. 2 (34), pp. 97–109. [in Russian].

4. Ovchinnikov A. V., Taranukha E. V., Surma V. A. (2018). Poiskovo-spasatel'noe obespechenie deistvii sil VoЕННО-Morskogo Flota v Arktike [Search and rescue support of Naval forces in the Arctic]. *Voennaya mysl' – Military Thought*, No. 5, pp. 43–48. [in Russian].

5. P'yukhin V. N. (2018). O sovershenstvovanii sistemy poiska i spasaniya v Arktike [On improving the search and rescue system in the Arctic]. *Transport Rossiiskoi Federatsii – Transport of the Russian Federation*, No. 2 (75), pp. 22–30. [in Russian].

6. Sarkisov A. A., Sivintsev YU. V., Vysotskii V. L., Nikitin V. S. (2015). Atomnoe nasledie kholodnoi voiny na dne Arktiki. Radioehkologicheskie i tekhniko-ehkonomicheskie problemy radiatsionnoi reabilitatsii morei [The atomic legacy of the Cold War at the bottom of the Arctic. Radioecological and technical and economic problems of radiation rehabilitation of the seas]. Moscow: Institute of Problems of Safe Development of Atomic Energy of the Russian Academy of Sciences, 699 p. [in Russian].

7. Khamaza A. A., Kovalevich O. M., Larina S. V. (2014). Atomnaya ehnergetika: razvitie, bezopasnost', mezhdunarodnoe sotrudnichestvo: spravochnoe posobie [Nuclear power engineering: development, safety, international cooperation: a reference guide]. Moscow: Publishing House of the Moscow Institute of Energy, 268 p. [in Russian].

8. Vystuplenie General'nogo direktora Goskorporatsii “Rosatom” A. E. Likhacheva na plenarnom zasedanii “Ehkologiya: pravo, a ne privilegiya” i na kruglom stole “Sokhranenie ehkologii Arktiki i Antarktiki: novye vyzovy i perspektivy razvitiya”. Plenarnaya Sessiya X Nevskogo Mezhdunarodnogo Ehkologicheskogo Kongressa “Ehkologiya Planety – ustoychivoe razvitie” [Speech by A. E. Likhachev, Director General of Rosatom, at the plenary session “Ecology: a right, not a privilege” and at the round table “Conservation of the Ecology of the Arctic and Antarctic: new challenges and development prospects”. Plenary Session of The X Nevsky

International Ecological Congress “Ecology of The Planet – Sustainable Development”]. St. Petersburg, Tavrichesky Palace, May 26, 2023. URL: <https://monocle.ru/2023/05/26/rosatom-prodolzhit-realizatsiyu-vsekh-ekologicheskikh-proyektov-nesmotrya-na-sanktsii-likhachev/> (reference date: 14.03.2025).

9. Yadernye tekhnologii, atomnaya ehnergetika, AEHS, yadernaya meditsina. Spravki o proektakh i napravleniyakh deyatel'nosti: BREST-OD-300, ODEHK, ASMM, PATEHS, proekt “Proryv” [Nuclear technologies, nuclear power plants, nuclear medicine. Information about projects and areas of activity: BREST-OD-300, ODEK, ASMM, PATES, Proryv project]. URL: <https://rosatom.ru/production/science/>, <https://rosatom.ru/production/generation/> (reference date: 14.03.2025).

10. Yablokov A. V., et al. (1993). Fakty i problemy, svyazannye s zakhoroneniem radioaktivnykh otkhodov v moryakh, omyvayushchikh territoriyu Rossiiskoi Federatsii: materialy doklada Pravitel'stvennoi komissii po voprosam, svyazannym s zakhoroneniem v more radioaktivnykh otkhodov, sozdannoi rasporyazheniem Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 24.10.1992 za No. 613-rp) [Facts and problems related to the burial of radioactive waste in the seas surrounding the territory of the Russian Federation (Materials of the report of the Government Commission on Issues Related to the Burial of Radioactive Waste at Sea, established by Decree of the President of the Russian Federation dated 24.10.1992 for No. 613-rp)]. Moscow: Administration of the President of the Russian Federation, 108 p. [in Russian].

11. Mingaleev S. G., Sorokin V. I., Faleev M. I., Tsybikov N. A. (2019–2020). Osobennosti strategicheskikh riskov realizatsii prioritnykh proektov ustoichivogo razvitiya severnykh territorii Rossiiskoi Federatsii [Features of strategic risks in the implementation of priority projects for the sustainable development of the northern territories of the Russian Federation]. Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti – Civil security technologies, Part I: 2019, vol. 16, No. 2 (60), pp. 52–59; Part II: 2019, vol. 16, No. 3 (61), pp. 68–77; Part III: 2020, vol. 17, No. 1 (63), pp. 82–92. [in Russian].

12. Zver'kov V. A., Kaganov V. M., Faleev M. I., Tsybikov N. A., Shkatulov P. F. (2020–2021). Varianty optimizatsii kompleksnogo radioekologicheskogo monitoringa v Arkticheskoi zone Rossii pri ehkspluatatsii plavuchei atomnoi teploehlektrostantsii “Akademik Lomonosov” [Options for optimizing integrated radioecological monitoring in the Arctic zone of Russia during the operation of the floating nuclear thermal power plant “Akademik Lomonosov”]. Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti – Civil security technologies, Part I: 2020, vol. 17, No. 3 (65), pp. 53–61; Part II: 2020, vol. 17, No. 4 (66), pp. 69–79; Part III: 2021, vol. 18, No. 1 (67), pp. 60–64. [in Russian].

13. Makhonko K. P., Pavlova L. N. (2001). Radioaktivnye produkty v atmosfere SSSR ot kitaiskikh yadernykh vzryvov [Radioactive products in the atmosphere of the USSR from Chinese nuclear explosions]. St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 136 p. [in Russian].

14. Izraehl' Yu. A., Chernogaeva G. M., Gruza G. V., etc. (2001). Sostoyanie i kompleksnyi monitoring prirodnoi sredy i klimata. Predely izmerenii [State and integrated monitoring of the natural environment and climate. Limits of measurements]. Moscow: Nauka Publ., pp. 93–155. [in Russian].

15. Miroshnikov A. Y. (2012). Zakonomernosti raspredeleniya radiotseziya v donnykh otlozheniyakh Karskogo morya [Patterns of radiocesium distribution in bottom sediments of the Kara Sea]. Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya – Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology, No. 6, pp. 540–550. [in Russian].

16. Zver'kov V. A., Faleev M. I., Tsybikov N. A., Shkatulov P. F., et al. (2019). Plavuchaya atomnaya ehlektrostantsiya “Akademik Lomonosov” v reshenii problemy obespecheniya ustoichivogo razvitiya arkticheskikh regionov Rossii [“Akademik Lomonosov” floating nuclear power plant in solving the problem of ensuring sustainable development of the Arctic regions of Russia]. Strategiya grazhdanskoi zashchity – Civil protection strategy, vol. 9, No. 2 (17), pp. 48–63. [in Russian].

17. Logachev V. A. (2006). Atomnyi proekt SSSR. Yadernye ispytaniya. Kniga 1. Tom 2. Yadernye ispytaniya v Arktike. Nauchno-publitsisticheskaya monografiya (v dvukh tomakh). Chast' 1. Radioekologicheskaya obstanovka na Tsentral'nom poligone Rossiiskoi Federatsii i Arkhipelage Novaya Zemlya [The USSR Atomic Project. Nuclear tests. Book 1. Volume 2. Nuclear tests in the Arctic. Scientific and journalistic monograph (in two volumes). Part 1. Radioecological situation at the Central landfill of the Russian Federation and the Novaya Zemlya Archipelago]. Moscow: ZAO Kartush, 464 p. [in Russian].

18. Sarkisov A. A., Antipov S. V., Vysotskii V. L., Nikitin V. S., Sosunov G. S. (2020). Reabilitatsiya arkticheskoi akvatorii ot zatoplennykh yadernykh i radiatsionno opasnykh ob"ektov – aktual'naya zadacha

razvitiya Arktiki [Rehabilitation of the Arctic water area from flooded nuclear and radiation-hazardous facilities is an urgent task for the development of the Arctic]. *Morskoi vestnik – Marine Bulletin, Special issue No. 1 (14)*, pp. 116–120. [in Russian].

19. Tsybikov N. A., Sidorovich T. I., Faleev M. I., Zver'kov V. A., Kaganov V. M. (2024). *Sovremennye problemy kompleksnoi otsenki opasnosti ustoichivoi ehkspluatatsii rossiiskogo Zapolyar'ya* [Modern problems of a comprehensive assessment of the danger of sustainable exploitation of the Russian Arctic]. *Bezopasnost' v sovremenom mire – Safety in the Modern World*, No. 1 (2), pp. 111–127. [in Russian].

20. Israel Yu. A. (2002). *Radioaktivnye osadki posle yadernykh vzryvov i avarii (Radioaktivnost' v okruzhayushchei srede. Sopotstvuyushchaya seriya)* [Radioactive fallout after nuclear explosions and accidents (Radioactivity in the environment. Related series)]. *Radioaktivnost' okruzhayushchei sredy – Radioactivity of the environment*, vol. 3, pp. 281. [in Russian].

21. Israel Yu. A., Kvasnikova E. V., Linnik V. G. (2012). *Radioaktivnoe zagryaznenie territorii Rossii. V knige: Izmenenie prirodnoi sredy Rossii v 20 veke* [Radioactive contamination of the territory of Russia. In the book: Changing the natural environment of Russia in the twentieth Century]. Moscow: Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, pp. 202–220. [in Russian].

22. Israel Yu. A. (1996). *Radioaktivnye vypadeniya posle yadernykh vzryvov i avarii* [Radioactive fallout after nuclear explosions and accidents]. St. Petersburg: Progress-weather, 356 p. [in Russian].

23. Sidorovich T. I., Tsybikov N. A., Faleev M. I., Zver'kov V. A., Kaganov V. M. (2024). *Strategicheskie problemy sovershenstvovaniya sistemy preduprezhdeniya i likvidatsii posledstviy chrezvychainykh situatsii pri osvoenii subarkticheskikh i zapolyarnykh territorii/akvatorii v usloviyakh global'nykh klimaticheskikh izmenenii* [Strategic problems of improving the system of prevention and elimination of consequences of emergency situations in the development of subarctic and polar territories/waters in the context of global climatic changes]. *Bezopasnost' v sovremenom mire – Security in the Modern World*, No. 3 (4), pp. 75–101. [in Russian].

24. Sarkisov A. A., Antipov S. V., Smolentsev D. O., Bilashenko V. P., Kobrinskii M. N., Sotnikov V. A., Shvedov P. A. (2018). *Bezopasnoe razvitie atomnykh ehnergeticheskikh tekhnologii v Arktike: perspektivy i podkhody* [Safe development of nuclear energy technologies in the Arctic: prospects and approaches]. *Izvestiya vuzov. Yadernaya ehnergetika – Isvestiya vuzov. Nuclear Power Engineering*, No. 3, pp. 5–14. [in Russian].

25. Sarkisov A. A. (2019). *K voprosu o likvidatsii radioaktivnykh zagryaznenii v arkticheskom regione* [On the issue of eliminating radioactive contamination in the Arctic region]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk – Bulletin of Russian Academy of Sciences*, vol. 89, No. 2, pp. 107–124. [in Russian].

26. *K 2024 godu zavershat ochistku murmanskoi Gremikhi ot radioaktivnykh otkhodov* [To complete the cleaning of Murmansk Gremikha from radioactive waste by 2024]. URL: https://www.korabel.ru/news/comments/k_2024_godu_zavershat_ochistku_murmanskoy_gremihi_ot_radioaktivnyh_otkhodov.html?ysclid=m88y424xcv373707557 (reference date: 14.03.2025).

27. *Ceminar “Ochistka Arktiki ot yadernykh otkhodov”* [Seminar “Cleaning the Arctic from nuclear waste”] (Finland, November 25, 2020) – Finland, Aalto University, 2020. URL: <https://bezrao.ru/n/4147> (reference date: 14.03.2025).

28. Kroskhavn M., Engoi T., Khoibraten S., Nillen T., Rustsa G., Vakulovskii S. M., Val'derkhaug T. (1998). *Transportirovka radionuklidov v Arkticheskii ocean. Doklady mezhdunarodnogo seminar “Posleslovie k “Beloi knige”* [Transportation of radionuclides to the Arctic Ocean Reports of the international seminar “Afterword to the White Paper”]. N. Novgorod, pp. 66–72. [in Russian].

29. Jefferies D., Steels A., Preston A. (1982). *Deep Sea Research*, v. 29, No. 6A, p. 713.

30. Sivintsev Yu. V., Vakulovskii S. M., Vasil'ev A. P., Vysotskii V. L., et al. (2005). *Tekhnogennye radionuklidy v moryakh, omyvayushchikh Rossiyu. Radioehkologicheskie posledstviya udaleniya radioaktivnykh otkhodov v arkticheskie i dal'nevostochnye morya (“Belaya kniga-2000”)* [Technogenic radionuclides in the seas surrounding Russia: Radioecological consequences of the disposal of radioactive waste in the Arctic and Far Eastern seas (“White Paper-2000”)]. Moscow: IzdAT, pp. 348–383. [in Russian].

31. *Tretii otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii* [The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation]. Edited by V. M. Kattsov; Roshydromet. St. Petersburg: Science-intensive technologies, 2022. 676 p. [in Russian].

32. Faleev M. I., Tsybikov N. A., Sidorovich T. I. (2022). *Global'nye klimaticheskie izmeneniya – faktor aktivizatsii prirodnykh i antropogennykh vyzovov naseleniyu i okruzhayushchei srede* [Global climate change

is a factor in the intensification of natural and anthropogenic challenges to the population and the environment]. *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti – Civil security technologies*, vol. 19, No. 2 (72), pp. 4–10. [in Russian].

33. *Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossijskoj Federatsii* [Report on climate risks in the territory of the Russian Federation]. Edited by V. M. Kattsov. St. Petersburg: The Climat of Roshydromet, 2017. 106 p. [in Russian].

34. Sidorovich T. I., Faleev M. I., Tsybikov N. A. (2002). *Realizatsiya natsional'nykh proektov v Rossijskoj Arktike – odno iz vazhneishikh napravlenii preodoleniya strategicheskikh riskov ee intensivnoi promyshlennno-ehkonomicheskoi ehkspluatatsii* [The implementation of national projects in the Russian Arctic is one of the most important directions of overcoming the strategic risks of its intensive industrial and economic exploitation]. *Sbornik materialov XVII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchenoi 90-i godovshchine obrazovaniya grazhdanskoj oborony – Collection of abstracts of the XVII International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the formation of civil defense* (Ivanovo, November 24, 2022). Pp. 796–802 [in Russian].

35. Faleev M. I., Sidorovich T. I., Tsybikov N. A. (2022). *Makroregional'nye klimaticheskie izmeneniya – odin iz strategicheskikh destabiliziruyushchikh vyzovov, formiruyushchikh razvitie perspektivnykh napravlenii sovershenstvovaniya edinoj gosudarstvennoi sistemy preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychainykh situatsii sovremennogo sotsial'no-ehkonomicheskogo osvoeniya Rossijskoj Arktiki* [Macro-regional climatic changes are one of strategic destabilizing challenges shaping the development of promising areas for improving the unified state system for emergency prevention and response of modern socio-economic development of the Russian Arctic]. *Sbornik materialov XVII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchenoi 90-i godovshchine obrazovaniya grazhdanskoj oborony – Collection of abstracts of the XVII International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the formation of civil defense* (Ivanovo, November 24, 2022). Pp. 827–832 [in Russian].

36. Safety data sheet for a floating nuclear power plant. Branch of JSC “Concern Rosenergoatom” “Directorate for the Construction and Operation of the Nuclear Power Plant”. Moscow: JSC Concern Rosenergoatom, 2019. 34 p.

37. Kazantsev E. A. *Plavuchaya atomnaya teploehlektrostantsiya na baze plavuchego ehnergobloka s reaktornymi ustanovkami KLT-40S v g. Pevek Chukotskogo avtonomnogo okruga. Proektnaya dokumentatsiya. Razdel 12. Inaya dokumentatsiya v sluchayakh, predusmotrennykh federal'nymi zakonami. Chast' 1. Perechen' meropriyatii po grazhdanskoj oborone, meropriyatii po preduprezhdeniyu chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera. ATEHS1-12.1-GOCHS* [Floating nuclear thermal power plant based on a floating power unit with reactor installations KLT-40S in Pevek, Chukotka Autonomous Okrug. Projekt documentation. Section 12. Other documentation in cases stipulated by federal laws. Part 1. List of civil defense measures and measures to prevent natural and man-made emergencies. ATEHS1-12.1-GOC]. JSC “Atomenergo”, vol. 12.1, 2013. 97 p.

38. Kazantsev E. A. *Plavuchaya atomnaya teploehlektrostantsiya na baze plavuchego ehnergobloka s reaktornymi ustanovkami KLT-40S v g. Pevek Chukotskogo avtonomnogo okruga. Proektnaya dokumentatsiya. Razdel 12. Inaya dokumentatsiya v sluchayakh, predusmotrennykh federal'nymi zakonami. Chast' 5. Sanitarno-zashchitnaya zona. ATEHS1-12.5-SZZ* [Floating nuclear thermal power plant based on a floating power unit with reactor installations KLT-40S in Pevek, Chukotka Autonomous Okrug. Projekt documentation. Section 12. Other documentation in cases stipulated by federal laws. Part 5. Sanitary protection zone. ATEHS1-12.5-SZZ]. JSC “Atomenergo”, vol. 12.5, 2013. 68 p.

39. *Stroitel'nye normy i pravila Rossijskoj Federatsii. SNIP 33-01-2003 “Gidrotekhnicheskie sooruzheniya. Osnovnye polozheniya”* [Building rules and regulations of the Russian Federation. SNIP 33-01-2003 “Hydraulic engineering constructions. Basic principles of designing”]. Moscow: State construction committee, 2004. 24 p.

40. *Polozhenie o deklarirovanii bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzhenii* [Regulations on the declaration of safety of hydraulic structures]. 2020.

Сведения об авторах

Фалеев Михаил Иванович, заслуженный спасатель Российской Федерации, главный специалист, федеральное государственное казенное учреждение «Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд» (Центроспас) (140180, Московская область, г. Жуковский, ул. Менделеева, д. 12); SPIN-код: 3777-4671.

Цыбиков Николай Александрович, член-корреспондент Российской экологической академии, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела, федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий) (121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7); SPIN-код: 3104-110.

Сидорович Татьяна Ивановна, инженер I категории научно-исследовательского отдела, федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий) (121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7); SPIN-код: 6797-1315.

Зверьков Виктор Александрович, первый заместитель генерального конструктора ООО «АтомПроектЭнергоСервис» (109382, г. Москва, ул. Люблинская, д. 141).

Каганов Валерий Михайлович, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны Российской Федерации» (111250, г. Москва, 1-й Краснокурсантский пр-д, д. 7).

Authors credentials

Faleev Mikhail Ivanovich, Honored Rescuer of the Russian Federation, Chief Specialist, Federal State Public Institution “State Central Airmobile Rescue Team of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation” (“Centrospas”) (12, Mendeleev str., Zhukovsky, Moscow region, 140180); SPIN code: 3777-4671, e-mail: od_camo@mail.ru.

Tsybikov Nikolay Alexandrovich, Corresponding Member of the Russian Academy of Ecology, Leading Researcher of the Research Department, Federal State Budgetary Institution “All-Russian Research Institute for Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation” (Federal Science and High Technologies Center) (7, Davydkovskaya str., Moscow, 121352); SPIN code: 3104-1100, e-mail: ntsybikov@yandex.ru.

Sidorovich Tatyana Ivanovna, Engineer of the first category of the Scientific Research Department, Federal State Budgetary Institution “All-Russian Research Institute for Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation” (Federal Science and High Technologies Center) (7, Davydkovskaya str., Moscow, 121352); SPIN code: 6797-1315, e-mail: s.t.i.-2009@mail.ru.

Zverkov Viktor Aleksandrovich, First Deputy General Designer of AtomProyektEnergoService LLC (141, Lyublinskaya str., Moscow, 109382), e-mail: vzverkov@mail.ru.

Kaganov Valery Mikhailovich, Senior Researcher, Federal State Budgetary Institution “State Scientific Research Testing Institute of Military Medicine” of the Ministry of Defense of the Russian Federation (7, 1st Krasnokursantsky ave., Moscow, 111250), e-mail: gniiivm@mail.ru.

Для цитирования

Фалеев М. И., Сидорович Т. И., Цыбиков Н. А., Зверьков В. А., Каганов В. М. Принципиальные сложности совершенствования безопасной эксплуатации ядерно- и радиационно опасных объектов в условиях интенсивного социально-экономического освоения северных макрорегионов // Ядерная и радиационная безопасность. 2025. № 1 (115). С. 5–30. DOI: 10.26277/SECNRS.2025.115.1.001.

For citation

Faleev M. I., Sidorovich T. I., Tsybikov N. A., Zverkov V. A., Kaganov V. M. (2025). Printsipial'nye slozhnosti sovershenstvovaniya bezopasnoi ehkspluatatsii yaderno- i radiatsionno opasnykh ob"ektov v usloviyakh intensivnogo sotsial'no-ehkonomicheskogo osvoeniya severnykh makroregionov [Fundamental difficulties in improving safe operation of nuclear and radiation-hazardous facilities in conditions of intensive socio-economic development of northern macroregions]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 1 (115), pp. 5–30. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2025.115.1.001.