



Федеральная служба по экологическому,
технологическому и атомному надзору

Федеральное бюджетное учреждение
«Научно-технический центр по
ядерной и радиационной безопасности»



Годовой отчет

2021

Отчет об основной деятельности
за 2021 год

Москва, 2022

УДК 621.039

ББК 31.4

Ф 11

Ф 11 **ФБУ «НТЦ ЯРБ». Отчет об основной деятельности за 2021 г.**
– М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2022. – 148 с.: ил.

Отчет содержит результаты прикладных научно-исследовательских работ, направленных на научно-техническое обеспечение деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, в том числе в области регулирования ядерной и радиационной безопасности, физической защиты объектов использования атомной энергии, учета и контроля ядерных материалов и радиоактивных веществ, обеспечения безопасности на объектах использования атомной энергии.

УДК 621.039
ББК 31.4

Предисловие

В 2021 г. были внесены изменения в государственную программу Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» (Постановления Правительства Российской Федерации от 03.02.2021 № 106-6 и от 03.09.2021 № М86). Изменения коснулись ряда принципиальных положений:

- разработана подпрограмма «Развитие науки, техники и технологий в области использования атомной энергии»;
- в подпрограммах «Расширение мощностей электростанций на территории Российской Федерации и создание референтных энергоблоков атомных электростанций различной мощности» и «Обеспечение производственных, технологических и социально-экологических процессов устойчивого развития ядерно-оружейного комплекса Российской Федерации и стратегического присутствия России в Арктической зоне» увеличено число сооружаемых энергообъектов и атомных ледоколов;
- увеличено ресурсное обеспечение большинства подпрограмм.

Положения этих документов, а также план мероприятий, принятый Распоряжением Правительства Российской Федерации от 02.02.2021 № 139-р по реализации Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу определили основные направления работы ФБУ «НТЦ ЯРБ» на длительную перспективу, включая прошедший 2021 год.

Реализация положений обозначенных выше документов направлена на:

- обеспечение безопасности при использовании атомной энергии на проектируемых и сооружаемых объектах и в новых технологиях;
- стабильное и гарантированное обеспечение экономики страны энергоресурсами на основе безопасного использования атомной энергии;
- укрепление инновационного потенциала российских ядерных технологий;
- закрепление лидирующих позиций российских компаний на мировом рынке ядерных технологий и услуг при соблюдении режима нераспространения ядерных материалов и технологий;
- поддержание минерально-сырьевой базы топливно-энергетического комплекса и основных производственных фондов организаций топливно-энергетического комплекса на уровне, необходимом для обеспечения энергетической безопасности страны;
- обеспечение функционирования проектов по развитию Российской Арктики путем создания атомного ледокольного флота, судов и плавучих энергоблоков с ядерными реакторами.

Внесены изменения в Федеральную целевую программу «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года». Изменения программы повлияли на содержание ряда работ, увеличилось количество анализов и оценок безопасности установок и процессов, связанных с объектами ядерного наследия.

ФБУ «НТЦ ЯРБ» принимает активное участие в решении задач регулирования безопасности, связанных с разработкой и внедрением новых технологий: водородной энергетики, реакторов средней и малой мощности, в том числе малых модульных реакторов, реакторов с жидкосолевым теплоносителем, управляемого термоядерного синтеза, замкнутого ядерного топливного цикла.

Наряду с оценкой безопасности инновационных проектов в области использования атомной энергии Учреждение продолжило работу по выполнению задач, поставленных Ростехнадзором по выполнению экспертиз и оценок безопасности, участию в работе международных организаций, взаимодействию с российскими предприятиями и организациями атомной отрасли.

Несмотря на ограничения, связанные с пандемией COVID-19, сотрудники Учреждения публиковались в различных периодических и непериодических изданиях, принимали участие в работе международных организаций, выступали с докладами на научно-технических советах Учреждения, Ростехнадзора и других организаций.

Заинтересованный читатель найдет в Отчете полную информацию о деятельности нашего Учреждения. Желающих ознакомиться с нашими работами подробнее приглашаем на сайт ФБУ «НТЦ ЯРБ» – www.secnrs.ru.



А. А. Хамаза
Директор ФБУ «НТЦ ЯРБ»

Содержание

Предисловие.....	3
Перечень сокращений и обозначений.....	5
Введение.....	7
I. Общая характеристика ФБУ «НТЦ ЯРБ».....	9
II. Научно-техническая поддержка регулирующей деятельности в области использования атомной энергии.....	11
2.1. Выполнение соглашения о субсидиях и участие в реализации мероприятий федеральных целевых программ. Общие сведения.....	11
2.2. Информационно-аналитические работы.....	12
2.3. Расчетные работы.....	60
2.4. Разработка проектов нормативных документов.....	70
2.5. Результаты работ в области стандартизации в 2021 г.	82
2.6. Экспертиза безопасности объектов использования атомной энергии	84
2.7. Экспертиза программ для электронных вычислительных машин, используемых для построения расчетных моделей процессов, влияющих на безопасность объектов использования атомной энергии и видов деятельности в области использования атомной энергии.....	85
2.8. Результаты работ по экспертизе проектов нормативов предельно допустимых выбросов и допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду.....	90
III. Информационное и техническое обеспечение деятельности	92
3.1. Информационно-издательская деятельность.....	92
3.2. Журнал «Ядерная и радиационная безопасность».....	93
3.3. База данных «RIS-M»	94
3.4. Обеспечение доступа к информационным ресурсам	95
IV. Международное сотрудничество	96
4.1. Многостороннее сотрудничество.....	97
4.2. Двустороннее сотрудничество.....	104
V. Система менеджмента качества.....	108
VI. Кадровая политика.....	110
VII. Приложения	114
7.1. Перечень научно-технической продукции, выпущенной в 2021 г.	114
7.2. Перечень публикаций сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г.	116
7.3. Перечень докладов сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» на семинарах и конференциях в 2021 г. ...	119
7.4. Перечень зарегистрированных в 2021 г. объектов интеллектуальной собственности	121
7.5. Перечень действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии ...	126
7.6. Перечень действующих руководств по безопасности при использовании атомной энергии ...	134

Перечень сокращений и обозначений

АС	– атомная станция
АСММ	– атомная станции малой мощности
АЭС	– атомная электростанция
АЭТС	– атомная энерготехнологическая станция
АЭУ	– атомная энергетическая установка
АЯЭ ОЭСР	– Агентство по ядерной энергии организации экономического сотрудничества и развития
БД	– база данных
БН	– реактор на быстрых нейтронах
ВАО	– высокоактивные отходы
ВВР-ц	– баковый исследовательский водо-водяной ядерный реактор бассейнового типа
ВВЭР	– водо-водяной энергетический реактор
ВТГР	– высокотемпературный газоохлаждаемый реактор
ВКС	– видео-конференц-связь
ДС	– допустимые сбросы
ЖМТ	– жидкометаллический теплоноситель
ЖРО	– жидкие радиоактивные отходы
ЗБМ	– зона баланса ядерных материалов
ИАЦ	– Информационно-аналитический центр
ИВВ-2М	– гетерогенный исследовательский водо-водяной атомный реактор бассейнового типа
ИР	– исследовательский реактор
ИЯУ	– исследовательская ядерная установка
КИРО	– комплексное инженерное и радиационное обследование
МАГАТЭ	– Международное агентство по атомной энергии
МЗР	– материалы, загрязненные радионуклидами
МП	– модуль переработки
МТУ ЯРБ	– Межрегиональное территориальное управление по надзору за ядерной и радиационной безопасностью Ростехнадзора
НЗК	– невозвратный защитный контейнер
НИОКР	– научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа
НТС	– Научно-технический совет
ОДЭК	– опытно-демонстрационный энергокомплекс
ОИАЭ	– объект использования атомной энергии
ООБ	– отчет по обоснованию безопасности
ОТВС	– отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯТ	– отработавшее ядерное топливо
ПГЗ	– пункт глубинного захоронения
ПД	– продукты деления
ПДВ	– предельно допустимые выбросы
ПДХ	– пункт долговременного хранения
ПЗРО	– пункт захоронения радиоактивных отходов
ПИЛ	– подземная исследовательская лаборатория
ПКОРАО	– пункт консервации особых радиоактивных отходов
ППЗРО	– пункт приповерхностного захоронения радиоактивных отходов
ПРОРАО	– пункт размещения особых радиоактивных отходов
ПС	– программное средство

ПУГР	– промышленный уран-графитовый реактор
ПХ	– пункт хранения
ПХРО	– пункт хранения радиоактивных отходов
РАО	– радиоактивные отходы
РБ	– руководство по безопасности при использовании атомной энергии
РБМК	– реактор большой мощности канальный
РВ	– радиоактивное вещество
РИ	– радиационный источник
РУ	– реакторная установка
РУЗА	– руководство по управлению запроектными авариями
СВДЗК	– современное вертикальное движение земной коры
твэл	– тепловыделяющий элемент
СМК	– система менеджмента качества
СНУП	– смешанное нитридное уран-плутониевое топливо
СЦР	– самоподдерживающаяся цепная реакция
ТВС	– тепловыделяющая сборка
ТУК	– транспортный упаковочный комплект
УБЭ	– условия безопасной эксплуатации
ФНП	– федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии
ЭВМ	– электронная вычислительная машина
ЯМ	– ядерные материалы
ЯРБ	– ядерная и радиационная безопасность
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

Введение

Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») (далее также – Учреждение) создано в 1987 г., находится в ведении Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), решением которой от 10.07.2013, в соответствии со статьей 37.1 Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», отнесено к организации научно-технической поддержки Ростехнадзора.

ФБУ «НТЦ ЯРБ» находится по адресу: 107140, г. Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, к. 5. Общая площадь здания – 4 240 м². Штатная численность – 350 человек.

Предметом уставной деятельности Учреждения является комплексное решение задач научно-технического обеспечения регулирования ЯРБ.

Основными целями деятельности являются:

- проведение исследований, испытаний, экспертизы и (или) иных видов оценок безопасности ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии, предусмотренных законодательством Российской Федерации в области использования атомной энергии;
- развитие и совершенствование нормативно-правовой базы в области использования атомной энергии, осуществление иной деятельности, направленной на совершенствование государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии;
- научно-техническое обеспечение государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии.

ФБУ «НТЦ ЯРБ» осуществляет свою деятельность во взаимодействии с Ростехнадзором, иными федеральными органами исполнительной власти, государственными организациями и юридическими лицами. Взаимодействие с Ростехнадзором осуществляется в рамках сформированного ведомством соглашения о субсидии и исполнения Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» по государственным контрактам. В рамках договоров между хозяйствующими субъектами учреждение сотрудничает с многочисленными организациями, среди которых: АО «Концерн Росэнергоатом» (в т. ч. его филиалами), Госкорпорация «Росатом», АО «НИКИЭТ», ИБРАЭ РАН, ФГУП «ГХК», АО «ГНЦ НИИАР», АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», АО «ОКБМ Африкантов», АО «СХК», АО ИК «АСЭ», АО «ТВЭЛ», АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», НИЦ «Курчатовский институт», НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, АО «РАОПРОЕКТ», АО «Атомэнергопроект», АО «АЭХК», ФГУП «ПО «Маяк», ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», АО «ВНИИАЭС», АО «ВНИИНМ», АО «УЭХК», ПАО «ППГХО», ПАО «НЗХК», АО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина», ФГУП «РАДОН», АО «ОДЦ УГР», АО «ИРМ», ФГУП «Атомфлот», ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО ЧМЗ, АО «ЦС «Звездочка», АО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова», АО «Прорыв», АО «Русатом Оверсиз» (РАОС), ФИЦ ЕГС РАН, ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», ФГУП «ФЭО», АО «ВНИПИпромтехнологии», АО «ПО ЭХЗ», АО «Красная звезда», АО «Спецатомсервис», АО «АТОМПРОЕКТ», АО «Техснабэкспорт», АО СПИИ «ВНИПИЭТ», ООО «ЦАК», ООО «МО ЦКТИ», ПАО «МСЗ», ФГУП «ПСЗ», АО «ПО ЭХЗ», ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор», ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси. В рамках договоров о научно-техническом сотрудничестве осуществляется взаимодействие с ИФХЭ РАН, ИБРАЭ РАН, ФГУП «ПО «Маяк».

Работа по координации научно-исследовательских работ проводится через участие специалистов ФБУ «НТЦ ЯРБ» в деятельности научных, научно-технических и общественных органов и организаций атомной отрасли, в том числе НТС: Ростехнадзора и его секций, Госкорпорации «Росатом» и его секций, АО «Концерн Росэнергоатом», ФГУП «ФЭО», «НО РАО», а также Технического комитета по стандартизации ТК 332 «Атомная техника».

Формирование адекватного восприятия общественностью государственной политики в сфере надзора и регулирования ЯРБ осуществляется как через деятельность в Общественных советах Ростехнадзора и Госкорпорации «Росатом», так и путем представления материалов в информационных сетях Учреждения и Ростехнадзора.

В данном отчете (далее – Отчет) представлены основные результаты работ, выполненных ФБУ «НТЦ ЯРБ» за 2021 г. В приложениях к Отчету приведены: перечень научно-технической продукции, выпущенной в 2021 г. (приложение 7.1), перечень публикаций сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г. (приложение 7.2), перечень докладов сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» на семинарах и конференциях в 2021 г. (приложение 7.3), перечень зарегистрированных в 2021 г. объектов интеллектуальной собственности (приложение 7.4), перечень действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (приложение 7.5), перечень действующих руководств по безопасности при использовании атомной энергии (приложение 7.6).



I. Общая характеристика ФБУ «НТЦ ЯРБ»

В соответствии с Уставом ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г. осуществляло свою деятельность по следующим направлениям:

- обеспечение государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, а именно: проведение исследований, испытаний, экспертиз, анализов и оценок безопасности ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии;
- развитие и совершенствование нормативной правовой базы в области использования атомной энергии, осуществление иной деятельности, направленной на совершенствование государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии;
- обеспечение мероприятий по расследованию причин аварий, нарушений, инцидентов и чрезвычайных ситуаций техногенного характера и ликвидации их последствий;
- научно-техническое сопровождение деятельности ИАЦ Ростехнадзора, а именно: сбор, анализ, обработка, в том числе систематизация, накопление, хранение, уточнение, обновление, изменение информации, связанной с безопасностью ОИАЭ, используемой в БД ИАЦ Ростехнадзора;
- работы по осуществлению технических, лабораторных и иных измерений в части обеспечения контрольно-надзорных мероприятий в установленной сфере деятельности;
- проведение экспертизы научных, научно-технических программ и проектов, инновационных проектов по фундаментальным, прикладным научным исследованиям, экспериментальным разработкам;
- экспертиза программ для ЭВМ, используемых в целях построения расчетных моделей процессов, влияющих на безопасность ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии;
- экспертиза проектов нормативов допустимых выбросов РВ в атмосферный воздух, проектов допустимых сбросов РВ в водные объекты;
- разработка, создание, формирование и ведение БД, содержащих ФНП, РБ, аттестованные ПС, используемые для обоснования безопасности, материалы о нарушениях в работе ОИАЭ;
- участие в разработке предложений по формированию государственных программ по вопросам ЯРБ;
- обмен информацией и опытом с международными организациями и зарубежными органами регулирования безопасности при использовании атомной энергии;
- работы по оказанию содействия в создании инфраструктуры регулирования безопасности в странах, развивающих атомную энергетику с участием Российской Федерации;
- проведение прикладных научных исследований в области использования атомной энергии.

Действующая организационная структура ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлена на рис. 1. В состав ФБУ «НТЦ ЯРБ» входят:

16 научно-технических подразделений, обеспечивающих выполнение работ соответствующей научной направленности, а также международную деятельность Учреждения:

- Отдел безопасности атомных станций;
- Отдел безопасности предприятий топливного цикла;
- Отделение общих проблем ядерной и радиационной безопасности;
- Отдел радиационной безопасности;
- Отдел надежности и качества;
- Отдел прочности;
- Отдел анализов риска;

- Отдел устойчивости к внешним воздействиям;
- Отдел учета, контроля, физической защиты ядерных материалов и радиоактивных веществ;
- Отдел надежности строительных конструкций;
- Отдел организации и проведения экспертизы;
- Отдел расчетных обоснований безопасности;
- Отдел организации разработки документов;
- Научно-организационный отдел;
- Информационно-аналитическое отделение;
- Отдел организации международного сотрудничества;

7 подразделений, обеспечивающих кадровую, финансовую, и хозяйственную деятельность Учреждения:

- Служба персонала;
- Юридическая служба;
- Планово-экономический отдел;
- Отдел государственных закупок и материально-технического обеспечения;
- Бухгалтерия;
- Отдел документооборота и контроля;
- Служба главного инженера.

В ФБУ «НТЦ ЯРБ» в качестве совещательного органа управления действует НТС, рассматривающий основные вопросы научно-технической деятельности Учреждения.

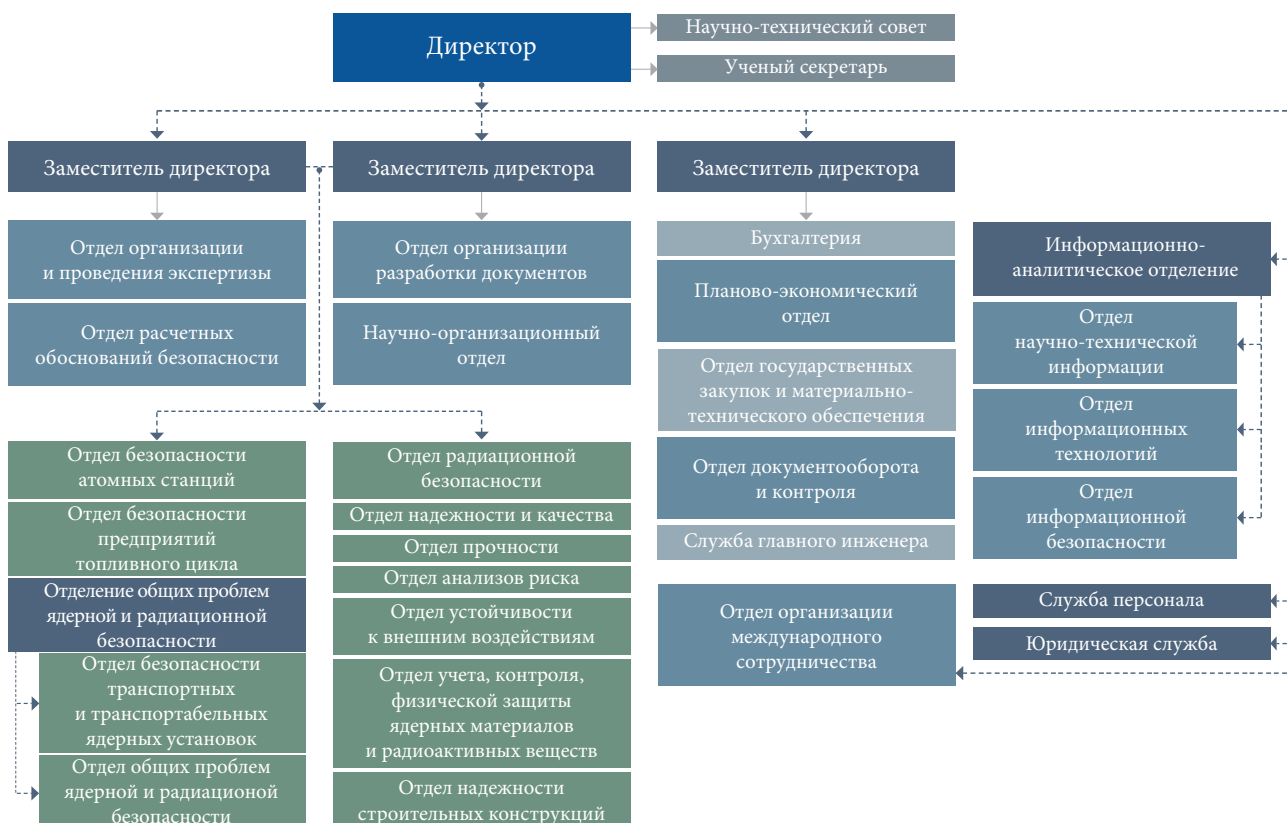


Рис. 1. Схема организационной структуры ФБУ «НТЦ ЯРБ»

II. Научно-техническая поддержка регулирующей деятельности в области использования атомной энергии

2.1. Выполнение соглашения о субсидиях и участие в реализации мероприятий федеральных целевых программ. Общие сведения

В 2021 г. научно-техническая поддержка регулирующей деятельности Ростехнадзора осуществлялась ФБУ «НТЦ ЯРБ» в рамках:

- соглашения о предоставлении из федерального бюджета субсидии;
- Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» (далее – ФЦП ЯРБ);
- договоров с организациями атомной отрасли.

В 2021 г. в рамках соглашения выполнялись работы по следующим направлениям:

- субсидии в целях реализации мероприятий по ядерной, радиационной, промышленной и пожарной безопасности, физической защиты ОИАЭ:
 - обеспечение мероприятий по расследованию причин аварий, нарушений, инцидентов и чрезвычайных ситуаций техногенного характера и ликвидации их последствий;
 - обеспечение государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии.
- субсидии в целях реализации мероприятий в рамках международного сотрудничества: оказание содействия в создании инфраструктуры регулирования безопасности в странах, развивающих атомную энергетику с участием Российской Федерации.

В рамках выполнения 25 тем подготовлено 74 отчета. Все работы были направлены на научно-техническую поддержку регулирующей деятельности Ростехнадзора в области использования атомной энергии.

Кроме того, в рамках выполнения работ по соглашению в 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» выполнено более 260 оперативных поручений Ростехнадзора, в частности таких, как:

- подготовка предложений и информационных материалов для включения в доклады, отчеты, планы и другие документы Ростехнадзора;
- подготовка предложений по разработке нормативных правовых актов, нормативных документов и изменений к ним, а также рассмотрение их проектов;
- рассмотрение проектов документов, разрабатываемых МАГАТЭ;
- рассмотрение обращений организаций и граждан;
- участие в мероприятиях Ростехнадзора и других организаций.

Выполнено более 35 оперативных поручений Ростехнадзора по оказанию содействия органам регулирования Вьетнама, Бангладеш, Замбии, Филиппин, Боливии, Египта, Узбекистана, Республики Беларусь в части:

- разработки и анализа проектов нормативных правовых документов;
- проведения и участия в консультациях и семинарах;
- передачи опыта государственного лицензирования, включая экспертную поддержку при анализе и оценке документов, обосновывающих безопасность АЭС;
- консультирования персонала органов регулирования ЯРБ и их организаций научно-технической поддержки.

В 2021 г. ФБУ «НТЦ ЯРБ» выполнялись работы по трем мероприятиям ФЦП ЯРБ, государственным заказчиком которых являлся Ростехнадзор, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.11.2015 № 1248. Основной целью выполняемых работ является получение результатов, способствующих эффективному выполнению задач, стоящих перед Ростехнадзором, при реализации мероприятий ФЦП ЯРБ.

В рамках трех государственных контрактов были выполнены 15 тем и подготовлен 21 отчет. Выполняемые работы были направлены на комплексное решение проблемы научно-технического обеспечения регулирования ЯРБ.

В соответствии с заключенными договорами с организациями атомной отрасли был выполнен комплекс работ по экспертизе безопасности ОИАЭ и видов деятельности в области использования атомной энергии, экспертизе программ для ЭВМ, используемых для обоснования безопасности в области использования атомной энергии, а также экспертизе нормативов выбросов и сбросов РВ с ОИАЭ.

Ниже приведена информация о наиболее значимых работах, проведенных в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г.

2.2. Информационно-аналитические работы

2.2.1. Подготовка материалов для национальных докладов Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами (п. 40 приложения 7.1)

Цель работы – получение объективного и доказательного обоснования постатейного выполнения Российской Федерацией обязательств, вытекающих из Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, в соответствии с рекомендациями к структуре национальных докладов, разработанными МАГАТЭ.

В рамках работы проанализированы примеры направлений успешной работы в деятельности регулирующих органов Договаривающихся сторон и отобраны примеры направлений успешной работы, которые могут быть использованы для дальнейшего совершенствования регулирования безопасности при использовании атомной энергии в Российской Федерации. Отмечены вызовы, стоящие перед Договаривающимися сторонами, которые также могут быть актуальны для Ростехнадзора. Осуществлены сбор и анализ информации по законодательной и регулирующей основе в области обращения с ОЯТ и РАО, структуре, роли, правах и ответственности регулирующего органа и другим вопросам, относящимся к компетенции Ростехнадзора.

По результатам анализа национальных докладов Договаривающихся сторон, подготовленных для представления на 7-ом Совещании по рассмотрению, отмечены следующие, общие для всех Договаривающихся сторон, направления успешной работы:

- совершенствование нормативной базы регулирования безопасности, в том числе с учетом стандартов безопасности МАГАТЭ;
- работы по созданию ПГЗ РАО в ряде договаривающихся сторон: была выдана лицензия на строительство ПГЗ ОЯТ (Финляндия); другие Договаривающиеся стороны сообщили о прогрессе в выборе площадок и создании ПИЛ;
- разработка национальной политики, стратегий и программ обращения с ОЯТ и РАО;
- представление информации о работе по открытости и прозрачности деятельности органов регулирования безопасности и обеспечению более активного взаимодействия с общественностью;
- повышение уровня безопасности в рамках регулирующего контроля над отработавшими закрытыми радионуклидными источниками излучения и финансирование соответствующей деятельности;
- строительство и ввод в эксплуатацию новых или увеличение вместимости существующих хранилищ ОЯТ;
- сооружение и ввод в эксплуатацию приповерхностных ПЗРО;
- реабилитация площадок по добыче и переработке урановых руд.

Для дальнейшего рассмотрения и анализа отобраны примеры направлений успешной работы в части регулирования безопасности, отмеченные в национальных докладах Договаривающихся сторон, подготовленных для представления на 7-ом Совещании по рассмотрению.

Кроме того, по результатам анализа национальных докладов Договаривающихся сторон, подготовленных для представления на 7-ом Совещании по рассмотрению, отобраны для дальнейшего обсуждения вызовы, стоящие перед зарубежными органами регулирования безопасности.

Результаты выполненного анализа текущего состояния нормативно-правовой базы обеспечения безопасности при обращении с ОЯТ и РАО свидетельствуют о ее эффективности и достаточности для обеспечения безопасности при обращении с ОЯТ и РАО, а также о своевременном выполнении Российской Федерацией планируемых мер по повышению безопасности в части регулирования деятельности по обращению с ОЯТ и РАО.

Подготовленные актуализированные материалы для 6-го Национального доклада для представления на 7-ом Совещании по рассмотрению (в части, относящейся к компетенции Ростехнадзора) использованы для научного, информационно-аналитического и организационного обеспечения деятельности Ростехнадзора по возложенным на него функциям контроля выполнения обязательств, вытекающих из международных договоров Российской Федерации в области использования атомной энергии.

2.2.2. Подготовка материалов для национального доклада Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности (п. 39 приложения 7.1)



CONVENTION ON NUCLEAR SAFETY (CNS)

Рис. 2. Конвенция о ядерной безопасности

Материалы к 8-му Национальному докладу Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности (рис. 2), за период с июля 2017 по июль 2019 гг. были подготовлены и включены в итоговую версию Национального доклада, загруженную 13 августа 2019 г. на портал МАГАТЭ (nucleus.iaea.org).

В связи с отменой из-за пандемии COVID-19 8-го Совещания Договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности, которое должно было пройти в МАГАТЭ в период с 23 марта по 3 апреля 2020 г., 8-ой Национальный доклад Российской Федерации не был рассмотрен Договаривающимися сторонами Конвенции о ядерной безопасности.

МАГАТЭ было принято решение об объединении 8-го и 9-го циклов рассмотрения в единый цикл и о проведении объединенного 8-го и 9-го Совещания Договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности в период с 20 по 31 марта 2023 г.

23 июня 2021 г. председатель 8-го Совещания договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности г-жа Д. Драбова направила в адрес Договаривающихся сторон письмо, в котором были изложены рекомендации по разработке национальных докладов Договаривающихся сторон на объединенное 8-ое и 9-ое Совещание по рассмотрению. К числу указанных рекомендаций относятся:

- в явном виде подчеркивать актуализированную информацию в своих национальных докладах;

- рассматривать новые проблемные вопросы безопасности, возникшие в период после выхода предыдущего доклада;
- докладывать о ходе реагирования на вызовы и предложения, определенные на 7-ом Совещании по рассмотрению, в том числе те, которые в рамках 8-го цикла рассмотрения были сочтены закрытыми;
- докладывать о своем опыте реагирования на пандемию COVID-19;
- направлять вопросы и замечания к национальным докладам только по обновленной информации.

Все указанные рекомендации проанализированы ФБУ «НТЦ ЯРБ», а также рабочей группой по подготовке 9-го Национального доклада, в которую входят представители Ростехнадзора, Госкорпорации «Росатом», АО «Концерн Росэнергоатом», АО «ВНИИАЭС», и учтены при разработке 9-го Национального доклада Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности.

Таким образом, в связи с отменой 8-го Совещания по рассмотрению и в рамках начавшейся подготовки к объединенному 8-му и 9-му Совещанию по рассмотрению в ходе проделанной работы:

- выполнен анализ информации, касающейся мер, принятых Договаривающимися сторонами Конвенции о ядерной безопасности в ответ на пандемию коронавирусной инфекции COVID-19;
- подготовлены материалы для включения в 9-ый Национальный доклад Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности, в части, относящейся к компетенции Ростехнадзора;
- проанализирован предварительный отчет о рассмотрении страны Российская Федерация, подготовленный докладчиком пятой страновой группы (Российская Федерация входит в пятую страновую группу, докладчиком которой является представитель Соединенного Королевства, г-н Мэт Уорсли, председателем – представитель Индии, г-н Шукла. На момент отмены 8-го Совещания по рассмотрению был подготовлен проект отчета по рассмотрению 8-го Национального доклада Российской Федерации, в котором были определены потенциальные вызовы для Российской Федерации);
- подготовлены ответы на потенциальные вызовы, определенные как актуальные для Российской Федерации, по результатам предварительного рассмотрения 8-го Национального доклада Российской Федерации в пятой страновой группе.

Результаты проделанной работы используются при подготовке 9-го Национального доклада Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности, который будет представлен на объединенном 8-ом и 9-ом Совещании Договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности.

2.2.3. Анализ информации о нарушениях в работе атомных станций и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности атомных станций (п. 17 приложения 7.1)

Цель работы – анализ оценки состояния безопасности блоков АЭС при эксплуатации и проблем безопасности на основании имеющихся в годовых отчетах сведений об основных показателях эксплуатации блоков АС; выполнения технических и организационных мер по обеспечению безопасности блоков АС. Система показателей эксплуатации базируется на документе эксплуатирующей организации СТО 1.1.1.04.001.0143-2015 «Стандарт организации. Положение о годовых отчетах состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций».

В отделе безопасности АС проводится систематическая работа по анализу нарушений в работе АС, отчеты о расследовании которых направляются эксплуатирующей организацией в Ростехнадзор и ФБУ «НТЦ ЯРБ» в соответствии с требованиями НП-004-08 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе атомных станций» (п. 5 приложения 7.5 к настоящему Отчету). Указанные отчеты содержат результаты расследований нарушений в работе АС, выполняемых членами комиссий, образуемых эксплуатирующей организацией. В ФБУ «НТЦ ЯРБ» осуществляется непрерывная деятельность по поддержанию и наполнению БД по нарушениям в работе российских АС, выпуску ежегодных отчетов (содержащих обобщенную информацию по нарушениям в работе АС за предыдущий год) и квартальных отчетов по анализу нарушений. Кроме того, на основании технического задания на проведение работы, отчеты о нарушениях в работе АС рассматриваются в течение 10–15 дней с выпуском

по каждому из них справки, содержащей сведения о соответствии порядка расследования требованиям НП-004-08, оценку достаточности корректирующих мер по расследованным нарушениям, рекомендации Ростехнадзору (при необходимости) по применению регулирующих действий в отношении эксплуатирующей организации.

За 2021 г. была проанализирована информация, содержащаяся в годовых отчетах по безопасности энергоблоков АС за 2020 г. (годовые отчеты по безопасности за 2021 г. поступят в ФБУ «НТЦ ЯРБ» для анализа во II квартале 2022 г.).

В трех квартальных отчетах, выпущенных ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г. по нарушениям в работе АС, содержится шесть рекомендаций Ростехнадзору по регулирующим действиям в отношении эксплуатирующей организации.

По результатам расследования указанных нарушений в работе АС эксплуатирующей организацией АО «Концерн Росэнергоатом» разработаны и реализуются соответствующие корректирующие меры по предотвращению повторения аналогичных событий.

На рис. 3 представлено распределение нарушений в работе АС в 2012–2021 гг. (за 10 лет) по типам реакторов.



Рис. 3. Динамика нарушений в работе атомных станций по типам реакторов

Количество нарушений в работе АЭС в 2021 г. (34 нарушения в работе) увеличилось по сравнению с 2020 г. (30 нарушений) в основном за счет увеличения количества нарушений на АС с реактором БН-800 (на энергоблоке № 4 Белоярской АЭС в 2021 г. было 5 нарушений в работе, а в 2020 г. – ни одного). За время ведения БД по нарушениям в работе АС (с 1988 г.) количество нарушений в работе в 2021 г. было одним из наименьших (меньше нарушений в работе было только в 2020 г.). В 2021 г. все энергоблоки АС России находились в промышленной эксплуатации.

Наибольшее количество нарушений, произошедших в 2021 г., имели непосредственные причины: механические и электрические явления, процессы, состояния, а коренными причинами стали недостатки организации эксплуатации и дефекты изготовления.

На конец 2021 г. на АС остаются следующие общие проблемы, отмеченные в рекомендациях ФБУ «НТЦ ЯРБ»:

- значительное количество повторяющихся нарушений в работе, обусловленное непринятием действенных и достаточных корректирующих мер по результатам их расследования;
- при расследовании нарушений в работе используются формулировки корректирующих мер, которые не предусматривают выполнение организационно-технических мероприятий по недопущению повторения аналогичных событий;
- недостаточный контроль качества монтажа оборудования, выполняемого сторонними организациями, на ряде энергоблоков, введенных в эксплуатацию после сооружения в последние годы (энергоблоки № 1 Ленинградской АЭС-2, № 4 Ростовской АЭС, № 4 Калининской АЭС);
- завершение расследования нарушения и выпуск отчета о расследовании без формулировки окончательного перечня корректирующих мер.

2.2.4. Анализ информации о нарушениях в работе объектов ядерного топливного цикла и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности объектов ядерного топливного цикла (п. 19 приложения 7.1)

Цель работы – научно-техническая поддержка деятельности Ростехнадзора по повышению эффективности регулирования безопасности объектов ЯТЦ, предотвращению нарушений в их работе, подготовке обоснованного заключения о степени соответствия фактического состояния объектов ЯТЦ и выполняемых на них работ требованиям по обеспечению защиты работников (персонала), населения, окружающей среды от радиационного воздействия, а также разработка рекомендаций Ростехнадзору по принятию соответствующих решений по осуществлению регулирующей деятельности при использовании атомной энергии.

В 2021 г. в ходе работы проведен экспертный научно-технический анализ информации о нарушениях, произошедших в 2020 г., информация о которых была предоставлена в 2021 г., выполнена оценка соответствия расследования нарушений требованиям НП-047-11 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе объектов ядерного топливного цикла» (п. 44 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-047-11) и влияния нарушений в работе на безопасность объектов ЯТЦ, а также осуществляемой на них или в отношении них деятельности. Была проанализирована информация о нарушениях, произошедших в 2021 г. Также был проведен анализ сведений, представленных эксплуатирующими организациями в годовых отчетах о ЯРБ объектов ЯТЦ за 2020 г.

В 2021 г. не зарегистрировано нарушений в работе объектов ЯТЦ, подпадающих под категорию «происшествие» в соответствии с НП-047-11.

Результаты анализа состояния ЯРБ на объектах ЯТЦ позволяют сделать вывод об обеспечении безопасности эксплуатируемых ОИАЭ и осуществляемой на них деятельности на приемлемом уровне. Случаев потери управления ОИАЭ, которые могли привести или привели к ядерным и (или) радиационным авариям, зафиксировано не было.

По результатам оценки текущего уровня безопасности ОЯТЦ были выявлены отдельные проблемные вопросы, для решения которых целесообразно выполнить мероприятия предупредительного и корректирующего характера в целях своевременного предупреждения и (или) устранения причин негативного изменения показателей безопасности. В целях устранения выявленных проблем даны рекомендации Ростехнадзору по тематической направленности плановых проверок.

Работа позволяет выявить тенденции в динамике нарушений при эксплуатации объектов ЯТЦ, оценить состояния ЯРБ объектов ЯТЦ, а также оценить необходимость разработки и корректировки нормативной документации, определить задачи, которые предстоит решать эксплуатирующим организациям в целях повышения безопасности объектов ЯТЦ. В ходе работы формулируются предложения

по использованию результатов расследования нарушений и анализа годовых отчетов эксплуатирующих организаций в регулирующей деятельности Ростехнадзора.

2.2.5. Анализ информации о нарушениях в работе судов и других плавсредств с ядерными реакторами и радиоактивными веществами и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности при их эксплуатации. Анализ безопасности обращения с ядерными материалами и радиоактивными веществами на плавучих объектах и их береговой инфраструктуры (п. 20 приложения 7.1)

Цель работы – научно-техническое обеспечение деятельности Ростехнадзора при регулировании безопасности в области использования атомной энергии при эксплуатации судов и других плавсредств с ядерными реакторами, судов атомно-технологического обслуживания, объектов их береговой инфраструктуры, а также оценка достаточности мер, разрабатываемых и утверждаемых эксплуатирующими организациями для предотвращения повторяющихся нарушений.

В 2021 г. аварий и пострадавших на эксплуатируемых судах с ядерными реакторами, судах атомно-технологического обслуживания, а также нарушений в работе объектов береговой инфраструктуры атомного ледокольного флота не было. Зафиксировано 21 нарушение, которые отнесены эксплуатирующими организациями к категории П4 по НП-088-11 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе судов с ядерными установками и радиационными источниками» (п. 84 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-088-11), что существенно ниже количества нарушений, зафиксированных за 2020 г. (рис. 4).

На рис. 5 представлена динамика нарушений по всем ОИАЭ ФГУП «Атомфлот» и АО «Концерн Росэнергоатом» (плавучий энергоблок «Академик Ломоносов») за последние 10 лет.

На эксплуатируемых поднадзорных ОИАЭ максимумы количества нарушений зафиксированы в 2014, 2018 и 2020 гг. При этом 2020 г. является наихудшим по количеству зафиксированных нарушений.

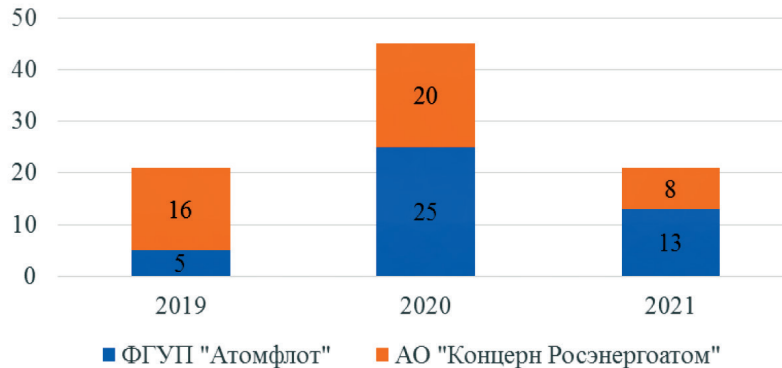


Рис. 4. Сравнение количества нарушений в отчетном периоде и в предыдущих периодах

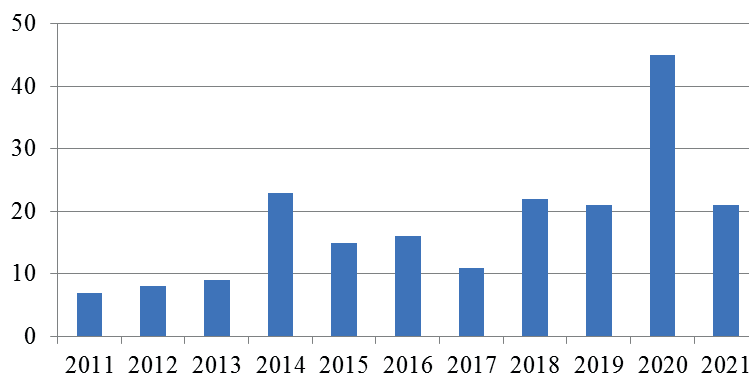


Рис. 5. Динамика нарушений на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами с 2011 по 2021 гг., шт.

За 2021 г. нарушения зафиксированы на следующих поднадзорных ОИАЭ:

- атомный ледокол «Таймыр» – 3 нарушения;
- универсальный атомный ледокол «Арктика» – 6 нарушений;
- атомный ледокол «Ямал» – 1 нарушение;
- атомный ледокол «Вайгач» – 2 нарушения;
- атомный ледокол «50 лет Победы» – 1 нарушение;
- плавучий энергоблок «Академик Ломоносов» – 8 нарушений.

По типам РУ за 2021 г. нарушения распределились следующим образом (рис. 6):

- РИТМ-200 – 6 нарушений (универсальный атомный ледокол «Арктика»);
- КЛТ-40 – 13 нарушений (атомные ледоколы «Таймыр», «Вайгач», плавучий энергоблок «Академик Ломоносов»);
- ОК-900 – 2 нарушения (атомные ледоколы «Ямал», «50 лет Победы»).

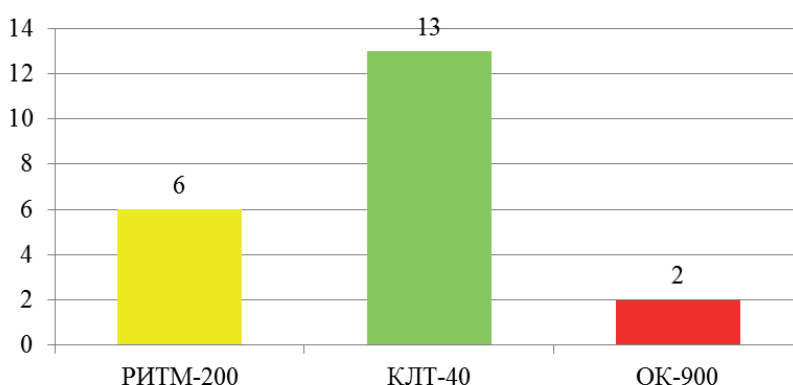


Рис. 6. Распределение нарушений в зависимости от типа реакторной установки, шт.

В зависимости от непосредственных причин нарушения в работе поднадзорных ОИАЭ в 2021 г. распределялись следующим образом (рис. 7):

- механические повреждения (п. 4.1.1 приложения № 2 НП-088-11) – 10 нарушений;
- неисправность в электромеханической части оборудования (п. 4.1.2 приложения № 2 НП-088-11) – 5 нарушений;
- неисправность в контрольно-измерительных системах (п. 4.1.3 приложения № 2 НП-088-11) – 1 нарушение;
- человеческий фактор (п. 4.1.5 приложения № 2 НП-088-11) – 1 нарушение;
- причины не установлены – 4 нарушения.

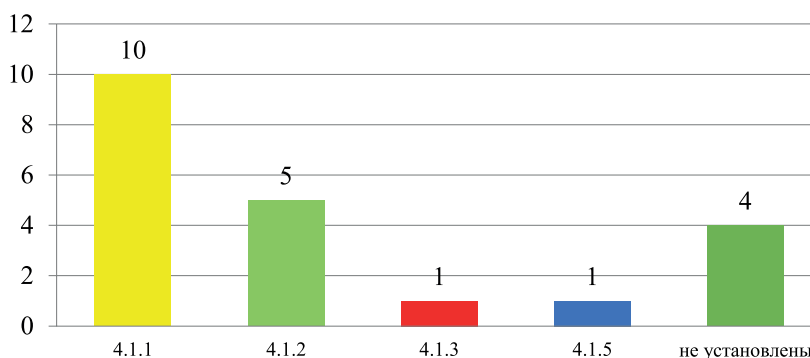


Рис. 7. Распределение нарушений в зависимости от непосредственных причин их вызвавших, шт.

В зависимости от коренных причин нарушения в работе поднадзорных объектов в 2021 г. распределялись следующим образом (рис. 8):

- недостатки конструирования, проектирования, изготовления, сооружения, ремонта (п. 4.2.1 приложения № 2 НП-088-11) – 10 нарушений;
- недостатки эксплуатационной документации (п. 4.2.2 приложения № 2 НП-088-11) – 2 нарушения;
- недостатки административного управления, организации или планирования работ (п. 4.2.3 приложения № 2 НП-088-11) – 1 нарушение;
- некачественный контроль, отсутствие контроля за действиями работников при входном контроле оборудования, при приемке оборудования в эксплуатацию после монтажа или ремонта (п. 4.2.5 приложения № 2 НП-088-11) – 2 нарушения;
- причины не установлены – 6 нарушений.

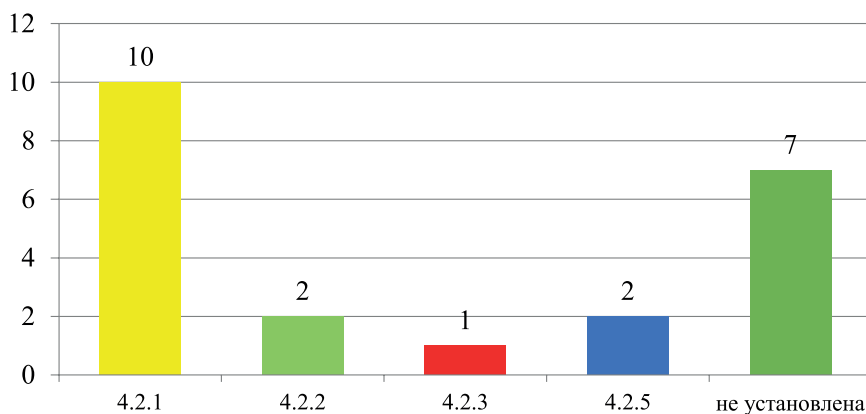


Рис. 8. Распределение нарушений в зависимости от непосредственных причин, их вызвавших, шт.

В 2021 г. в центральный аппарат Ростехнадзора были направлены отчеты по анализу информации о нарушениях в работе судов с ядерными реакторами, судов АТО, объектов их береговой инфраструктуры за 2020 г., за 9 месяцев 2021 г. (нарастающим итогом) и по анализу годовых отчетов эксплуатирующих организаций по оценке состояния ЯРБ на указанных ОИАЭ с предложениями по принятию регулирующих действий Ростехнадзором в части инспекционной деятельности. К таким предложениям относятся рекомендации обращать особое внимание на установленный в эксплуатирующих организациях порядок расследований причин и обстоятельств нарушений на судах с ЯР, а также и необходимость достижения при работе комиссии целей расследования в части определения коренных причин нарушений.

2.2.6. Анализ информации о нарушениях в работе исследовательских ядерных установок и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности исследовательских ядерных установок (п. 18 приложения 7.1)

Целью работы являлась оценка соответствия порядка выполнения, структуры, содержания и полноты расследований нарушений в работе ИЯУ, выполненных эксплуатирующими организациями ИЯУ, требованиям НП-027-10 «Положения о порядке расследования и учета нарушений в работе исследовательских ядерных установок» (п. 27 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-027-10), общая оценка состояния ЯРБ этих ИЯУ по результатам анализа имевших место нарушений в их работе и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по оценке состояния ЯРБ на них, а также подготовка предложений по принятию регулирующих действий Ростехнадзора по повышению безопасности этих ИЯУ при эксплуатации.

В 2021 г. зарегистрировано 8 нарушений в работе ИЯУ (рис. 9) с установленными категориями по НП-027-10. Нарушений в работе, обусловленных ошибками персонала или нарушением пределов и условий безопасной эксплуатации ИР, в 2021 г. не было. В отчетном году также зарегистрировано

2 нарушения за пределами зоны эксплуатационной ответственности ИР. Нарушений в работе критических и подкритических стендов в отчетный период не зарегистрировано. Все нарушения на поднадзорных ИЯУ за отчетный период классифицированы по шкале INES уровнем «0». По всем нарушениям в работе ИЯУ эксплуатирующими организациями в установленном порядке проведены расследования и разработаны соответствующие корректирующие меры по устранению последствий и предотвращению в дальнейшем подобных нарушений. Число нарушений в работе ИЯУ, зарегистрированных в отчетный период, превышает среднегодовое значение за последние пять лет, которое составило 4–5 нарушений в год.

Большая часть нарушений, зарегистрированных в отчетный период, в соответствии с требованиями НП-027-10, обусловлена категориями П05, П06 и П09 (по 5 нарушений). Признаком категории П05 является нарушение в работе технологического и (или) электротехнического оборудования, важного для безопасности, приведшее к останову ИЯУ. Признаком категории П08 является отклонение в работе системы управления и защиты, технологических защит и блокировок при значениях контролируемых параметров ИЯУ, не выходящих за установленные пределы, приведшее к останову ИЯУ. Признаком категории П09 является останов ИЯУ, вызванный нарушением электроснабжения в пределах эксплуатационной ответственности эксплуатирующей организации без нарушения эксплуатационных пределов и условий безопасной эксплуатации.

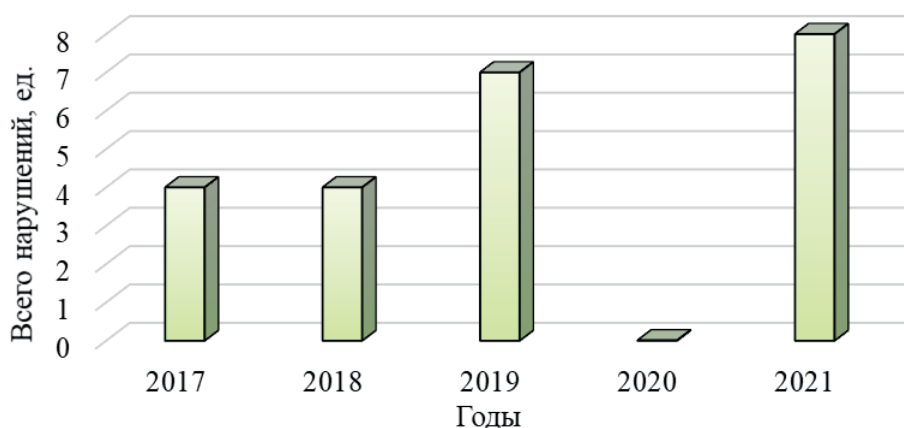


Рис. 9. Число нарушений в работе исследовательских ядерных установок в 2017–2021 гг., подлежащих учету в соответствии с НП-027-10

Нарушения в работе, в соответствии с порядком учета и расследования, установленным требованиями НП-027-10, характеризуются произошедшими в ходе нарушения и выявленными комиссиями по расследованию одним или несколькими отказами. Для каждого отказа комиссией устанавливаются непосредственные и коренные причины. Большинство отказов среди имевших место в 2017–2021 гг. обусловлено непосредственными причинами с кодом N2 по НП-027-10 (10 отказов), которые связаны с неисправностями в электротехнической части оборудования, и коренными причинами с кодами K1 по НП-027-10 (5 отказов), которые связаны с недостатками конструирования, проектирования, изготовления, сооружения, монтажа, наладки и (или) ремонта оборудования ИЯУ, и K3 по НП-027-10 (5 отказов) (рис. 10).

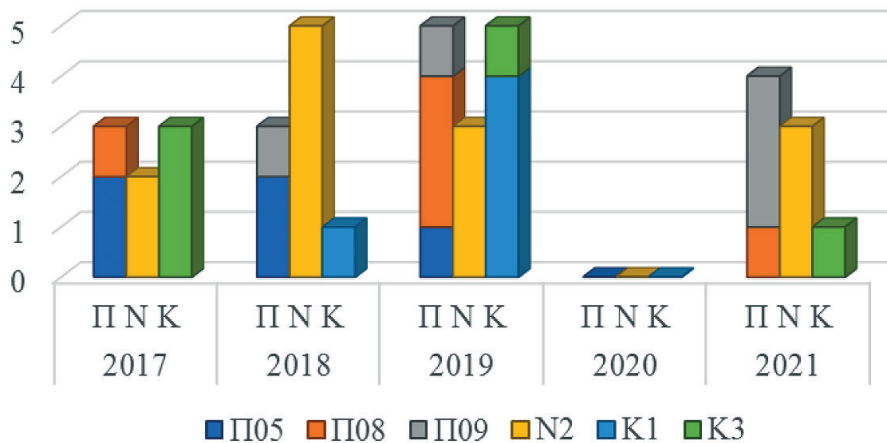


Рис. 10. Число нарушений в работе исследовательских ядерных установок с установленными категориями П05, П08, П09 и число отказов, в том числе ошибок персонала с кодами N2, K1 и K3, произошедших в ходе нарушений в 2017–2021 гг. и подлежащих учету в соответствии с НП-027-10

В 2021 г. в центральный аппарат Ростехнадзора были направлены отчеты по анализу информации о нарушениях в работе ИЯУ за 2020 г., за 9 месяцев 2021 г. и заключение на годовые отчеты эксплуатирующих организаций по оценке состояния ЯРБ ИЯУ за 2020 г. с предложениями по принятию регулирующих действий Ростехнадзором. К таким предложениям относятся рекомендации обращать особое внимание на организацию расследований причин и обстоятельств аварий и нарушений на ИЯУ, организацию хранения архива отчетов (актов) о расследовании нарушений и аварий, а также предложение объявить предостережение о недопустимости нарушения порядка расследования и учета нарушений в работе ИЯУ, установленного ФНП, эксплуатирующим организациям, предоставившим отчеты о расследовании нарушений в работе ИЯУ, не удовлетворяющие требованиям установленного порядка расследования и учета нарушений в работе ИЯУ.

2.2.7. Анализ информации о нарушениях при эксплуатации радиационных источников (п. 16 приложения 7.1)

Цель работы – совершенствование эффективности использования в регулирующей деятельности Ростехнадзора информации о нарушениях при эксплуатации РИ, в том числе при обращении с РВ, изделиями на их основе и образующимися в результате этой деятельности РАО (рис. 11).

Задачами работы являются:

- сбор и систематизация информации о нарушениях (условия, причины и последствия), содержащейся в сообщениях и отчетах о расследовании нарушений поднадзорных организаций, эксплуатирующих РИ, а также в сообщениях МТУ ЯРБ;
- оценка значимости нарушений на основе общих принципов классификационной оценки событий по Международной шкале ядерных и радиологических событий (ИНЕС);
- подготовка для Ростехнадзора предложений по принятию регулирующих действий, направленных на предупреждение и недопущение подобных нарушений в дальнейшем.

Среди общего количества произошедших в 2021 г. нарушений при эксплуатации РИ (около 90 % от общего количества нарушений) можно выделить «прихваты» и обрывы каротажного (бурового) оборудования, содержащего закрытые радионуклидные источники, при проведении геофизических исследований в скважинах нефтегазовых месторождений.

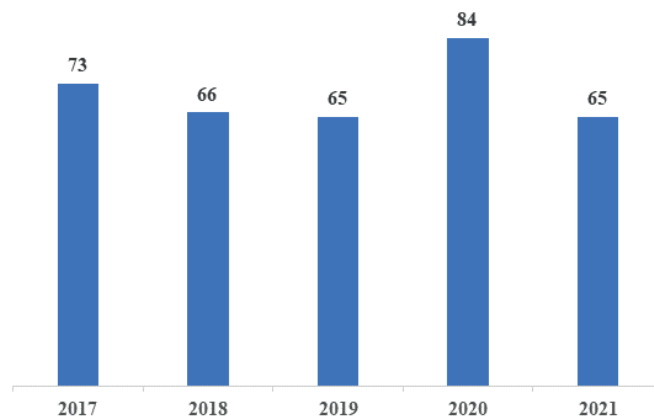


Рис. 11. Количество нарушений при эксплуатации радиационных источников в период с 2017 по 2021 гг.

Часть произошедших в 2021 г. нарушений при эксплуатации РИ во многом связана с недостатком у поднадзорных организаций финансовых средств на строительно-монтажные работы, вывод из эксплуатации РИ, приобретение радиационной техники, замену отработавших назначенный срок службы закрытых радионуклидных источников и сдачу на долговременное хранение (захоронение) РАО, техническое обслуживание и освидетельствование технических средств и систем (элементов), обеспечивающих радиационную безопасность.

Значимость всех произошедших в 2021 г. нарушений по шкале ИНЕС оценивается как незначительная для безопасности (события ниже шкалы/уровень «0»).

Результаты анализа информации о произошедших нарушениях при эксплуатации РИ продолжают использоваться при осуществлении нормативно-правового регулирования и федерального государственного надзора за обеспечением безопасности РИ, а также при лицензировании деятельности по эксплуатации РИ (в том числе при экспертизе документов, обосновывающих безопасность РИ и деятельности по эксплуатации РИ).

2.2.8. Анализ нарушений в системах учета, контроля и физической защиты ядерных материалов и радиоактивных веществ на объектах использования атомной энергии (п. 21 приложения 7.1)

Целью работы является анализ информации о нарушениях в системах учета и контроля ЯМ, РВ и РАО на ОИАЭ и документов, поступающих в центральный аппарат Ростехнадзора, и разработка предложений по совершенствованию нормативного регулирования и надзорной деятельности за обеспечением учета и контроля ЯМ, РВ и РАО.

Задачами работы являются:

- обобщение, систематизация и анализ представленных в отчетах МТУ ЯРБ и других документах сведений о нарушениях в системах учета и контроля ЯМ, РВ и РАО, подготовка отчетов с результатами анализа;
- разработка предложений по совершенствованию надзорной деятельности по контролю за обеспечением учета и контроля ЯМ, РВ и РАО.

В рамках надзора за системой государственного учета и контроля ЯМ Ростехнадзор осуществляет надзор за 52 организациями, в которых находятся 273 ЗБМ. Всего 21 организация и 67 ЗБМ относятся к 1-й категории ЯМ (наиболее потенциально опасной), 3 организации и 13 ЗБМ – ко 2-й категории, 3 организации и 12 ЗБМ – к 3-й категории, 25 организаций и 181 ЗБМ – к 4-й категории.

Всего за год было проведено 230 проверок, в которых проверялось состояние учета и контроля ЯМ. Около 2 % проверок (5) было проведено с использованием технических средств (проведение инспекционных измерений с помощью приборов неразрушающего контроля). Выявлено 139 нарушений ФНП и 1 нарушение условий действия лицензии. По итогам проверок наложено 7 административных штрафов на общую сумму 330 тысяч рублей. Случаев хищений, утрат или несанкционированного использования ЯМ выявлено не было.

Количество проведенных проверок состояния учета и контроля ЯМ увеличилось по сравнению с прошлым годом на 27 %: 181 проверка в 2020 г., 230 проверок в 2021 г.

Наибольшее количество проверок в 2021 г. проведено Центральным МТУ ЯРБ – 69 проверок (30 % от общего числа проверок). Наименьшее количество проверок было проведено Северо-Европейским МТУ ЯРБ – 13 проверок состояния учета и контроля ЯМ (6 % от общего числа проверок).

Количество выявленных нарушений в 2021 г. увеличилось по сравнению с прошлым годом на 39 %: 101 нарушение в 2020 г., 140 нарушений в 2021 г.

Анализ выявленных в 2021 г. нарушений показал, что наибольшее число выявленных нарушений связано с организацией системы государственного учета и контроля ЯМ на ОИАЭ, мерами контроля доступа к ЯМ, системой измерений и проведением физической инвентаризации. Результаты анализа представлены на рис. 12.

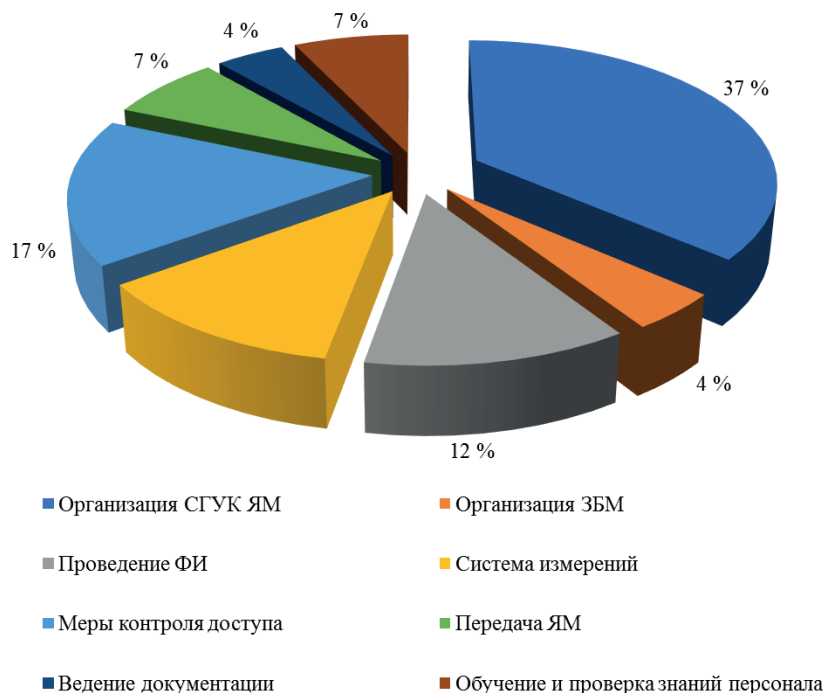


Рис. 12. Анализ нарушений по учету и контролю ядерных материалов в 2021 г.
(СГУК – система государственного учета и контроля, ФИ – физическая инвентаризация)

Случаев хищений, утрат или несанкционированного использования ЯМ в 2021 г. не зафиксировано, однако за отчетный период было выявлено три аномалии в учете и контроле ЯМ, вызванные нарушением порядка передач ЯМ между ЗБМ, расхождением фактических и учетных данных ЯМ, а также превышением установленных пределов инвентаризационной разницы при проведении физической инвентаризации ЯМ.

Система государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов

В рамках надзора за системой государственного учета и контроля РВ и РАО Ростехнадзор осуществляет надзор за 2 345 организациями.

За 2021 г. была зафиксирована информация об аномалиях в учете и контроле РВ и РАО, при которых было выявлено 194 неучтенных источника ионизирующего излучения, 24 бесхозных радионуклидных источников и получена информация об утере 2 закрытых радионуклидных источников.

Наибольшее количество нарушений в учете и контроле РВ и РАО выявлено инспекторами Центрального МТУ ЯРБ и МТУ ЯРБ Сибири и Дальнего Востока (24 % и 37 % от общего числа нарушений, соответственно). Инспекторами Северо-Европейского МТУ ЯРБ выявлено 12 % от общего числа выявленных нарушений, Волжского – 7 %, Донского – 11 %, Уральского – 9 %.

Анализ выявленных в течение 2021 г. нарушений показывает, что наибольшее число нарушений связано с организацией системы государственного учета и контроля РВ и РАО (30 % от общего количества нарушений). На втором и третьем местах по частоте проявления в 2021 г. идут нарушения, связанные с обучением и проверкой знаний персонала, осуществляющего учет и контроль РВ и РАО (18 % от общего количества нарушений), и ведением учетной и отчетной документации (16 % от общего количества нарушений). Вклад нарушений при проведении инвентаризации РВ и РАО составляет 13 % от общего количества нарушений, чуть меньше вклад нарушений, связанных с мерами контроля доступа (11 % от общего количества нарушений). Нарушения, связанные с документальным оформлением постановки на учет и снятия с учета РВ и РАО, системой измерений РВ и РАО, а также нарушения при передачах РВ и РАО, вносят наименьший вклад – 5, 4 и 3 %, соответственно, от общего количества нарушений. Результаты анализа представлены на рис. 13.



Рис. 13. Анализ нарушений по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в 2021 г. (СГУК – система государственного учета и контроля)

2.2.9. Анализ представляемой эксплуатирующей организацией информации о расследовании отклонений и отказов оборудования и трубопроводов АЭС. Расчетная оценка возможности разрушения трубопроводов АЭС с наиболее опасными дефектами по критериям хрупкого и вязкого разрушения. Поддержка компьютерной базы данных по дефектам оборудования и трубопроводов АЭС с предложениями по принятию регулирующих решений (п. 22 приложения 7.1)

Целью данной работы является оказание оперативной научно-технической поддержки Ростехнадзору при рассмотрении вопросов, касающихся анализа информации, представленной в отчетах о расследовании отклонений и отказов оборудования и трубопроводов АЭС и актах обследования дефектных узлов, а также при рассмотрении технической документации эксплуатирующей организации, связанной с допуском в эксплуатацию оборудования и трубопроводов, содержащих дефекты.

В работе представлены результаты обобщенного анализа информации, приведенной в цеховых отчетах о расследовании отклонений в работе АЭС и актах обследования дефектных узлов АЭС, который включал:

- анализ возможности разрушения или разгерметизации оборудования и трубопроводов АЭС;
- анализ достаточности проведенных эксплуатирующей организацией исследований по установлению причин возникновения дефектов;
- анализ достаточности мер, принятых эксплуатирующей организацией для устранения обнаруженных дефектов;
- анализ достаточности и эффективности мер, принятых эксплуатирующей организацией для устранения причин возникновения дефектов.

Вся информация о дефектах, содержащаяся в цеховых отчетах с АЭС и актах обследования дефектных узлов, внесена в БД по дефектам оборудования и трубопроводов АЭС, которая ведется специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ».

На основании анализа информации, содержащейся в дополненной на данном этапе работы компьютерной БД, были отобраны наиболее опасные из допущенных в эксплуатацию трещиноподобных дефектов в сварных соединениях трубопроводов Ду300 и Ду800 контура многократной принудительной циркуляции РБМК-1000. В отчете использована разработанная ФБУ «НТЦ ЯРБ» усовершенствованная методика схематизации нескольких несплошностей в одну «супертрещину», которая позволяет консервативно оценить опасность разрушения трубопроводов, содержащих в сварном соединении более одной несплошности.

Для выполнения анализа возможности разрушения трубопроводов Ду300 и Ду800 контура многократной принудительной циркуляции РБМК-1000, содержащих дефекты в сварных соединениях, впервые была использована лицензионная компьютерная программа «ProSACC».

Результаты выполненных расчетных оценок опасности разрушения трубопроводов Ду300 показали, что отобранные наиболее опасные несплошности, обнаруженные в сварных соединениях № 3ГБ2/2м трубопроводов системы аварийного охлаждения реактора энергоблока № 3 Ленинградской АЭС, схематизированные в одну «супертрещину» глубиной 9,3 мм и длиной 60 мм, не представляют опасности разрушения трубопроводов, если подраста трещин в процессе эксплуатации нет.

Результаты анализа опасности разрушения для сварного соединения № 22-4М трубопровода Ду800 энергоблока № 4 Ленинградской АЭС показали, что самая глубокая «супертрещина» глубиной 24,5 мм и длиной 199,2 мм, схематизированная на основе шести несплошностей сварного шва № 22-4М, не представляет опасности для разрушения трубопровода, однако размеры данного дефекта достаточно близко подходят к предельно допустимым значениям.

Представлены результаты систематизации данных по выявлению дефектов в оборудовании и трубопроводах АЭС за 2020 и 2021 гг., выполненной на основе информации, содержащейся в годовых отчетах по состоянию энергоблоков АЭС и документах о расследовании отклонений и отказов в работе АЭС. Наибольшее количество дефектов за 2020 г. было выявлено на Курской АЭС. Указанное количество дефектов примерно в 1,6 раза больше количества обнаруженных дефектов за указанный период времени на Балаковской АЭС. Из всех типов РУ АЭС за 2020 г. в оборудовании и трубопроводах АЭС с реакторами типа РБМК было выявлено примерно одинаковое количество дефектов в сравнении с реакторами типа ВВЭР. Среднее количество обнаруженных дефектов для АЭС с реакторами типа РБМК превышает почти в два раза среднее количество дефектов для АЭС с реакторами типа ВВЭР.

Данные по дефектам оборудования и трубопроводов АЭС за 2021 г. будут проанализированы на последующих этапах выполнения настоящей работы, поскольку они не содержат результатов контроля в период планово-предупредительного ремонта 2021 г.

Проведен сопоставительный анализ динамики выявления дефектности оборудования и трубопроводов за период 2014–2021 гг. как по АЭС, так и по отдельным энергоблокам АЭС, типам реакторов, по типу оборудования и трубопроводов АЭС и типам обнаруженных дефектов.

В период 2014–2021 гг. наибольшее количество дефектов было выявлено на АЭС с реакторами типа РБМК (больше всего дефектов было обнаружено на Курской АЭС), а преимущественным типом дефектов для АЭС с РБМК явились дефекты, образованные в результате нарушения технологии сварки.

По результатам выполненного анализа сформулированы замечания и предложения по принятию регулирующих действий Ростехнадзора.

2.2.10. Анализ и оценка документов, представленных АО ИК «АСЭ», обосновывающих безопасность системы обращения со свежим топливом

Целью работы является анализ и оценка предоставленных АО ИК «АСЭ» расчетных обоснований ядерной безопасности при различных компоновках размещения ТУК в хранилище свежего топлива на соответствие требованиям ФНП.

На рис. 14 представлен ТУК для свежего топлива.



Рис. 14. Упаковочный комплект ТК-С5-М

По результатам выполненных работ были сформулированы рекомендации по доработке представленной документации, предназначенной для обоснования ядерной безопасности хранилища свежего топлива, а также выполнены анализ и оценка результатов гидродинамических расчетов распределения уровней воды в чехле свежего топлива с ТВС реакторов ВВЭР-1200/1300 и обоснования ядерной безопасности. На рис. 15 представлены общий вид чехла и концептуальная схема движения воды (синяя стрелка) и воздуха (красная стрелка) при вытекании воды из чехла.

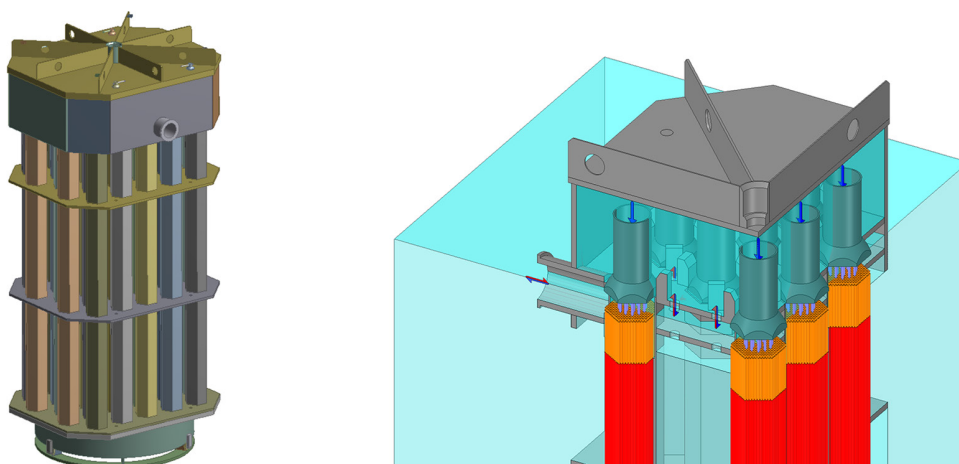


Рис. 15. Общий вид чехла и концептуальная схема движения воды (синяя стрелка) и воздуха (красная стрелка) при вытекании воды из чехла

2.2.11. Анализ результатов наблюдений современных дифференцированных движений земной поверхности площадки размещения Кольской АЭС

Объектом исследования являлась площадка размещения Кольской АЭС. Цель исследований – анализ результатов наблюдений современных дифференцированных движений земной поверхности площадки размещения Кольской АЭС, а также результатов определения значений скоростей и градиентов современных вертикальных движений земной коры на площадке размещения Кольской АЭС. Метод исследования – аналитический.

Задачами работ являлись оценка исходных данных, представленных Заказчиком, а также оценка соответствия геодезической сети наблюдений в районе и на площадке Кольской АЭС требованиям точности проведения геодезического мониторинга согласно действующим нормативным документам, оценка устойчивости реперов с учетом возможного влияния метеорологических и гидрогеологических условий в районе и на площадке Кольской АЭС.

При выполнении работы проведены:

- анализ результатов геодезического, метеорологического, гидрологического и гидрогеологического мониторингов, проводимых на площадке Кольской АЭС, в соответствии с требованиями п. 6.2 НП-064-17 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии» (п. 60 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-064-17), и предоставленных Заказчиком за период с 1977 по 2020 гг.;
- оценка соответствия геодезической сети наблюдений в районе и на площадке Кольской АЭС требованиям точности проведения геодезического мониторинга согласно действующим нормативным документам;
- оценка устойчивости реперов при проведении циклов наблюдений по программе геодезического мониторинга;
- оценка влияния метеорологических и гидрогеологических условий на устойчивость реперов геодезической сети;
- получены и проанализированы корреляционные зависимости (влияние) факторов внешней и внутренней окружающей среды на изменение высотного положения глубинных реперов.

По результатам выполненного анализа БД значений параметров геодезического мониторинга за период с 1977 по 2020 гг. в части изменений высотного положения глубинных реперов при проведении циклов наблюдений геодезического мониторинга:

- подтверждено соответствие геодезической сети наблюдений в районе и на площадке Кольской АЭС требованиям точности проведения геодезического мониторинга согласно действующим нормативным документам;
- установлено наличие разнонаправленных изменений высотных отметок глубинных реперов № 1–9 на площадке АЭС за период с 1978 по 2020 гг.

Также по результатам анализа значений параметров метеорологического мониторинга за период с 1977 по 2020 гг. установлено, что среднегодовые значения температуры воздуха в районе расположения Кольской АЭС демонстрируют постепенный, но устойчивый тренд к повышению. Подтверждено отсутствие влияния гидрологических и гидрогеологических факторов (уровень грунтовых вод в скважинах, уровень оз. Имандра, температура воды в гидрогеологических скважинах) на вертикальные смещения глубинных реперов на площадке Кольской АЭС, а также влияния метеорологических факторов (изменения температуры воздуха и атмосферного давления и количества осадков) за долгосрочный период на установленные вертикальные смещения глубинных реперов на площадке Кольской АЭС.

По результатам анализа БД значений параметров геодезического мониторинга за период 1978–2020 гг. в части изменений высотного положения глубинных реперов при проведении циклов наблюдений геодезического мониторинга определены значения скорости вертикальных движений глубинных реперов, установленных на площадке размещения Кольской АЭС, за период 1978–2020 гг., установлено, что:

- скорости вертикальных движений глубинных реперов, установленных на площадке размещения Кольской АЭС, за период 1978–2020 гг. находятся в диапазоне от плюс 0,056 мм/год до минус 0,047 мм/год;

■ различные значения скорости вертикальных движений глубинных реперов, установленных на площадке размещения Кольской АЭС, за период 1978–2020 гг. свидетельствуют о воздействии СВДЗК на единый тектонический блок, на котором размещена Кольская АЭС.

Анализ вариаций значений скорости СВДЗК на площадке Кольской АЭС в каждом из циклов геодезических наблюдений и возможных осреднений значений скорости СВДЗК для определения и оценки градиента скорости СВДЗК планируется выполнить на следующем этапе работ в 2022 г.

2.2.12. Проведение анализа и оценки материалов по обоснованию безопасности атомной станции малой мощности с реакторной установкой РИТМ-200Н

Проект АСММ с РУ РИТМ-200Н (рис. 16 и 17) разрабатывается в рамках Федерального проекта «Проектирование и строительство референтных энергоблоков атомных электростанций, в том числе атомных станций малой мощности» Государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» и в соответствии с распоряжением Госкорпорации «Росатом» от 11.02.2020 № 1-1/89-Р о начале реализации пилотного отраслевого проекта «Сооружение атомной станции малой мощности на базе РУ РИТМ-200Н на территории России».



Рис. 16. Атомная станция малой мощности

Еще в 2017 г. в Ростехнадзоре с участием представителей Госкорпорации «Росатом», АО «Концерн Росэнергоатом», АО «ОКБМ Африкантов», АО «Русатом Оверсиз» (РАОС), АО «ГСПИ» и ФБУ «НТЦ ЯРБ» состоялось совещание по теме «Требования к разработке АСММ и проведению лицензионных процедур при реализации проектов АСММ», по итогам которого была отмечена целесообразность привлечения ФБУ «НТЦ ЯРБ» к выполнению анализа материалов проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н (на ранней стадии их разработки, до лицензионных процедур) для оценки их соответствия требованиям ФНП и выработки соответствующих рекомендаций.

После проведения в период с 2019 по 2020 гг. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» ряда работ по проекту АСММ с РУ РИТМ-200Н по инициативе Ростехнадзора состоялось еще одно совещание по теме «Применение федеральных норм и правил для АСММ», по результатам которого оформлен протокол от 17.03.2020 № 1-8/33-Пр, утвержденный А. М. Локшиным – первым заместителем генерального директора Госкорпорации «Росатом» – и согласованный заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым. Данным протоколом зафиксирована необходимость разработки дорожной карты совершенствования нормативной правовой базы с целью учета особенностей АСММ с малыми модульными реакторами.

С целью обеспечения эффективного регулирования безопасности АСММ с РУ РИТМ-200Н в 2020 г. разработан «План работ межотраслевой рабочей группы по нормам по проекту АСММ с РУ РИТМ-200Н», утвержденный управляющим проекта сооружения пилотной АСММ Е. М. Пакермановым и согласованный АО «Русатом Оверсиз» (РАОС), ФБУ «НТЦ ЯРБ», АО «ГСПИ», АО «ОКБМ Африкантов», НИЦ «Курчатовский институт», АО «ВНИИАЭС» и АО «Концерн Росэнергоатом» (далее – План работ). Следует отметить, что необходимость реализации Плана работ указана на совещании, проведенном в Ростехнадзоре, по теме «О реализации работ по формированию нормативной базы АСММ с РУ РИТМ 200Н». В соответствии с Планом работ в 2020 г. управляющим проекта сооружения пилотной АСММ Е. М. Пакермановым утверждена «Дорожная карта внесения изменений в ФНП и разработки стандарта Госкорпорации «Росатом» по проекту АСММ с РУ РИТМ-200Н», в рамках которой проводятся дальнейшие работы по анализу проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н, анализу применимости требований нормативных документов к данному проекту и совершенствованию требований российской нормативной правовой базы.

В рамках договора с АО «Русатом Оверсиз» (РАОС) в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в мае 2021 г. была завершена работа по анализу и оценке материалов по обоснованию безопасности АСММ с РУ РИТМ-200Н на этапе размещения на соответствие требованиям законодательства Российской Федерации и требованиям ФНП. По результатам анализа разработаны рекомендации и предложения по доработке обосновывающих безопасность АСММ материалов, необходимых для получения лицензии Ростехнадзора на размещение ядерной установки. Результаты проведенного анализа также были использованы АО «Русатом Оверсиз» (РАОС) при подготовке к проведению 23 июня 2021 г. общественных слушаний по размещению АСММ с РУ РИТМ 200Н в Якутии.



Рис. 17. Реакторная установка РИТМ-200Н

Кроме того, в конце 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» выполнены работы по анализу проектной документации на оборудование РУ РИТМ-200Н, а также технических и организационных решений, компенсирующих имеющиеся в проекте АСММ с РУ РИТМ-200Н несоответствия требованиям НП-084-15 «Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций» (п. 80 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-084-15) и НП-089-15 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (п. 85 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-089-15).

По результатам работы сформулированы рекомендации по корректировке анализа несоответствий АСММ с РУ РИТМ-200Н требованиям действующих НП-084-15 и НП-089-15 в соответствии с рекомендациями РБ-028-04 «Анализ несоответствий блока атомной станции требованиям действующих нормативных документов» (п. 22 приложения 7.6 к настоящему Отчету) и предложения по внесению изменений в НП-089-15 и НП-084-15 с целью учета специфики АСММ с малыми модульными реакторами.

Деятельность ФБУ «НТЦ ЯРБ», проведенная в 2021 г. по проекту АСММ с РУ РИТМ-200Н, будет в дальнейшем использоваться при совершенствовании нормативной правовой базы в области использования атомной энергии с целью эффективного регулирования безопасности перспективных технологий малых модульных реакторов.

2.2.13. Анализ соответствия проекта реакторной установки высокотемпературного газоохлаждаемого реактора для атомной энерготехнологической станции для производства водорода требованиям действующего в Российской Федерации законодательства, нормам и правилам в области использования атомной энергии

В Российской Федерации задача по развитию водородной энергетики закреплена в ключевом отраслевом документе стратегического планирования – актуализированной Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года (далее – Энергетическая стратегия). С целью дополнения и конкретизации Энергетической стратегии в части развития водородной энергетики Правительства Российской Федерации утверждены «План мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года» (далее – План) и «Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации» (далее – Концепция).

Для эффективного регулирования безопасности объектов атомно-водородной энергетики в Плате и Концепции предусмотрены, в том числе, задачи и мероприятия, направленные на развитие нормативной правовой базы.

В 2021 г. Планом была предусмотрена реализация ряда мероприятий в области атомно-водородной энергетики, в рамках которых Ростехнадзор определен ответственным исполнителем.

В соответствии с п. 28 Плана Ростехнадзор являлся одним из ответственных исполнителей по мероприятию по определению перечня требующих актуализации или разработки нормативных правовых актов в целях правового регулирования организации производства водорода, поддержки реализации проектов атомно-водородной энергетики и обеспечения безопасности производства, хранения, транспортирования и использования водорода, запланированному на 2021 г.

В рамках оказания научно-технической поддержки Ростехнадзору в начале 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в инициативном порядке проведена работа по выполнению мероприятия, предусмотренного п. 28 Плана. Проведены сбор и систематизация информации о современных технологиях производства водорода на базе действующих АЭС, а также о существующих проектах ВТГР и проектах промышленного производства водорода на базе таких реакторов, проанализированы опасности, возникающие при промышленном производстве водорода, проведен обзор технологий хранения и транспортирования водорода на ОИАЭ и анализ существующих международных требований к регулированию безопасности при производстве, хранении и транспортировании водорода на ОИАЭ.

Проведенный анализ российской и международной практики регулирования безопасности реакторов типа ВТГР (рис. 18) показал, что применение требований ряда нормативных документов для регулирования безопасности реакторов типа ВТГР может быть затруднено ввиду специфических особенностей реакторов такого типа. Внесение ряда изменений в действующие нормативные правовые акты Российской Федерации в области использования атомной энергии, а также разработка новых обеспечит безопасность таких объектов и будет способствовать скорому переходу к промышленному производству водорода, налаживанию процесса лицензирования новых технологий в области водородной энергетики и использования атомной энергии. Аналогичный подход реализуется в настоящее время в странах, развивающих технологии ВТГР и технологии производства водорода на базе таких реакторов, включая Китай.

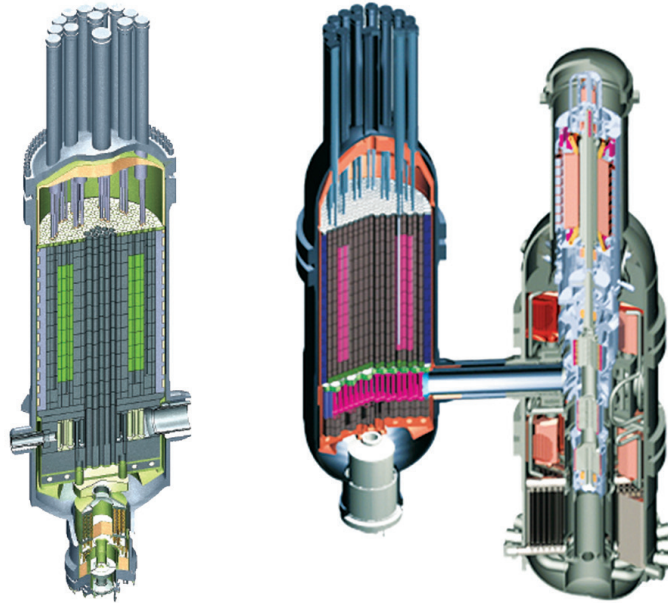


Рис. 18. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы

Для эффективного регулирования безопасности при производстве водорода и обращении с ним на ОИАЭ при внесении изменений в нормативные документы необходимо учитывать высокую взрыво- и пожароопасность технологий промышленного производства водорода, особенности хранения газов и других горючих и высококоррозионных, химически активных и (или) токсичных веществ на площадке ОИАЭ, а также возможность миграции РВ (третия) в целевой продукт (водород).

На сегодняшний день в рамках договора между АО «Концерн Росэнергоатом» и АО «ОКБМ Африкантов» о выполнении НИОКР по теме: «Разработка технологий атомно-водородной энергетики для крупномасштабного производства и потребления водорода: НИОКР по разработке технологических решений для создания атомной энерготехнологической станции с высокотемпературным газоохлаждаемым реактором и химико-технологической частью для производства водорода», а также ряда других работ по направлениям АЭТС прорабатывается технический проект АЭТС с ВТГР для производства водорода.

Кроме того, в 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в рамках договора с АО «ОКБМ Африкантов» выполнены работы по анализу соответствия проекта РУ ВТГР для АЭТС по производству водорода требованиям действующего в Российской Федерации законодательства и ФНП.

В рамках указанной работы выполнен анализ материалов эскизного проекта АЭТС с РУ ВТГР, включая проект концепции обеспечения безопасности РУ ВТГР, на соответствие требованиям нормативных документов в области использования атомной энергии, а также даны рекомендации по их доработке. Кроме того, выполнена оценка достаточности требований законодательства Российской Федерации и ФНП для нормативного регулирования ЯРБ АЭТС с РУ ВТГР, по результатам которой разработаны предварительные предложения по внесению изменений в ФНП, необходимые для эффективного регулирования безопасности АЭТС с РУ ВТГР.

2.2.14. Разработка предложений по развитию законодательной и нормативной базы в области использования атомной энергии, включая новые типы ядерных установок, термоядерные и гибридные системы (договор)

В настоящее время в Российской Федерации ведется активная деятельность по разработке технологии управляемого термоядерного синтеза в рамках Федерального проекта «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий» Государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» (далее – Федеральный проект) (рис. 19).

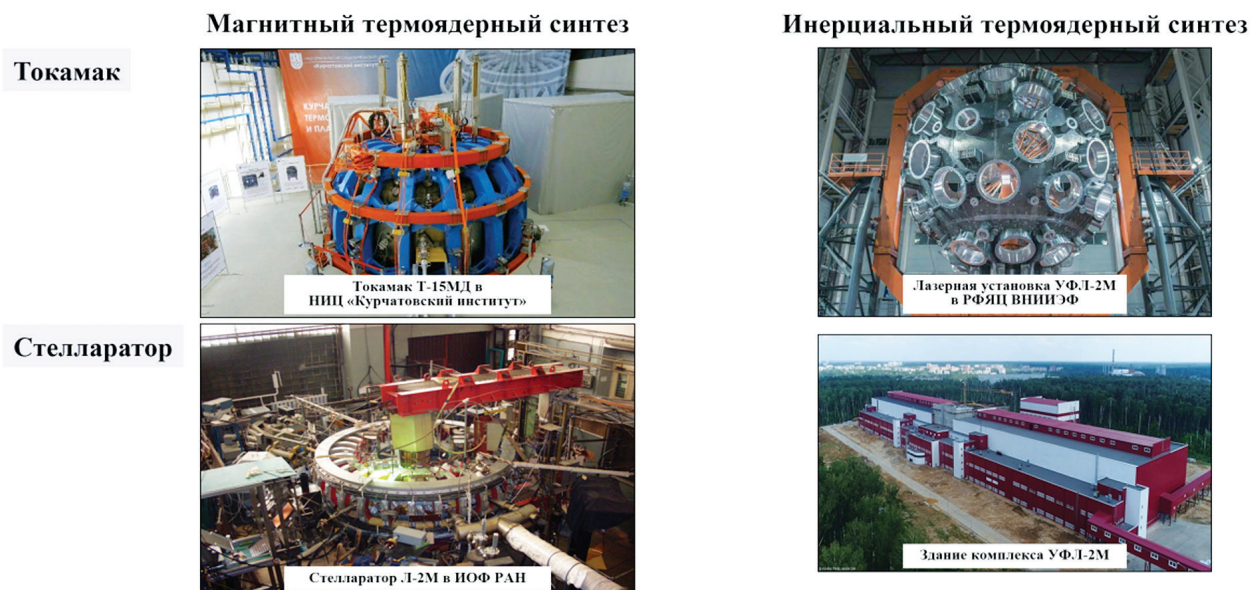


Рис. 19. Установки Федерального проекта «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий»

Организациями Госкорпорации «Росатом» в рамках Федерального проекта разрабатываются проекты принципиально новых технологий термоядерных установок, в том числе содержащих ЯМ. В число ожидаемых результатов работ в рамках Федерального проекта, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 02.06.2014 № 506-12 (ред. от 03.09.2021), входят: разработка технологий термоядерного реактора-токамака, создание энергетической системы токамака с сильным полем, выполнение исследований в обоснование безопасности гибридной РУ (термоядерная установка с ЯМ), а также разработка ключевых элементов для перспективной схемы лазерного термоядерного синтеза.

В действующем законодательстве Российской Федерации полномочия по регулированию безопасности на установках, реализующих ядерную реакцию термоядерного синтеза легких ядер, не закреплены ни за одним федеральным органом исполнительной власти. Так, в соответствии с положениями Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» регулирование безопасности осуществляется в отношении ядерных установок, предназначенных для реализации ядерной реакции деления тяжелых ядер и (или) производства, использования, переработки, транспортирования ЯМ, содержащих делящиеся нуклиды. В то же время для РИ, безопасность которых также регулируется в рамках Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», характерны ядерные реакции радиоактивного распада, к которым также не относится реакция термоядерного синтеза легких ядер.

При этом термоядерные установки обладают характерными для ядерных установок и РИ факторами опасности, такими как ионизирующее излучение, активация конструкционных элементов, образование РАО, выброс РВ в атмосферу. По отдельным характеристикам потенциальная опасность термоядерных установок, в том числе содержащих ЯМ, может превышать опасность существующих крупных ядерных установок. Так, например, поток нейтронов на первую стенку токамака JET (Великобритания) составляет порядка $8,5 \cdot 10^{10} \text{ (см}^2 \cdot \text{с)}^{-1}$ при тепловом потоке порядка 10 МВт/м^2 , в то время как поток нейтронов на корпусе реактора типа ВВЭР-1000 составляет порядка $1,3 \cdot 10^9 \text{ (см}^2 \cdot \text{с)}^{-1}$ при тепловом потоке в центре активной зоны порядка $1,5 \text{ МВт/м}^2$. Следует также отметить, что безопасность термоядерных установок достигается, в том числе, наличием различных систем безопасности, что характерно для действующих ядерных установок.

Несмотря на отсутствие международных документов по регулированию безопасности термоядерных установок, согласованных с широким кругом представителей различных стран, на национальном уровне в ряде стран существуют положения по регулированию безопасности термоядерных установок. Так, например, в Канаде к ядерным установкам Класса 1А, в соответствии с документом REGDOC-3.5.1, отнесены, в том числе, «реакторные установки (деления или синтеза) для коммерческого использования» и «прототипы новых реакторов (деления или синтеза) для проведения научных изысканий». Кроме того, в настоящее время обеспечение безопасности Международного экспериментального термоядерного реактора (ИТЭР) осуществляется в соответствии с требованиями действующих нормативных документов Франции, а Управлением по ядерной безопасности Франции (ASN) выдана лицензия на сооружение «базовой ядерной установки».

Следует отметить, что потенциальная опасность термоядерных установок имеет значительный разброс. Так, например, помимо больших термоядерных установок перспективных электростанций и их полномасштабных прототипов, таких как ИТЭР (Франция) и ДЕМО (планируется в Японии), существует большое количество установок, которые предназначены для проведения исследований и изучения реакции термоядерного синтеза. Такие исследовательские установки могут быть использованы как для изучения работы отдельных элементов будущих термоядерных электростанций, так и для целей обучения и подготовки персонала. Кроме того, в настоящее время реакция синтеза достаточно широко используется в нейтронных источниках. В качестве примера можно привести скважинные генераторы нейтронов, которые предназначены для использования в качестве источника нейтронов в составе аппаратурных комплексов для геофизических исследований скважин.

Целями работы, проведенной в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в рамках договора с ИБРАЭ РАН, являлись оценка результатов анализа присущих создаваемым новым типам ядерных установок, термоядерным и гибридным системам факторов опасности, развитие законодательной и нормативной базы в области использования атомной энергии и разработка плана развития научных основ нормативно-правового регулирования, включая вопросы лицензирования.

В 2021 г. были выполнены следующие работы:

- проанализированы требования действующей нормативной правовой базы, в том числе законодательных актов Российской Федерации, указов Президента Российской Федерации, актов Правительства Российской Федерации, ФНП, санитарных норм и правил, нормативных актов в области охраны окружающей среды, защиты населения и территории от воздействия вредных факторов, а также положений документов системы стандартизации в области использования атомной энергии в части необходимости учета специфики термоядерных и гибридных систем;
- оценена возможность применения для регулирования безопасности модернизируемых и создаваемых в рамках Федерального проекта объектов, в том числе новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем, требований ФНП и иных нормативных документов в области использования атомной энергии, включенных в «Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору»;
- выявлено наличие требований в области использования атомной энергии, которые могут оказывать излишнее регулирующее воздействие на проектирование, размещение и эксплуатацию модернизируемых и создаваемых в рамках Федерального проекта объектов, в том числе новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;
- проанализированы рекомендации международных организаций, в том числе МАГАТЭ, применимые к регулированию безопасности и ограничению воздействия возможных факторов опасности модернизируемых и создаваемых в рамках Федерального проекта объектов, в том числе новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;
- выполнен анализ нормативного обеспечения проекта ИТЭР (Франция), включая опыт регулирования безопасности и процедуры лицензирования;

- выполнен анализ нормативных правовых актов Российской Федерации, регламентирующих вопросы лицензирования экспериментальных узлов и установок на предмет их применимости по отношению к действующим, модернизируемым и создаваемым в рамках Федерального проекта объектам, в том числе по отношению к новым типам ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;

- оценено наличие руководящих документов, содержащих рекомендации органов государственного регулирования безопасности, детализирующих процесс подготовки обоснований безопасности и иных материалов, необходимых для получения лицензии в отношении модернизируемых и создаваемых в рамках Федерального проекта объектов, в том числе новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;

- проанализированы нормативно-правовые базы стран, ведущих активные разработки проектов новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем, в том числе нормативных актов в области охраны окружающей среды, защиты населения и территории от воздействия вредных факторов;

- определены области нормативно-правового регулирования, требующие развития и (или) корректировки для обеспечения эффективного регулирования безопасности новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;

- проведен обзор существующей практики лицензирования/разрешительной деятельности в отношении экспериментальных установок и экспериментально-стендовой базы исследований в области новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;

- разработаны предложения по учету факторов опасности новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем в требованиях нормативных документов;

- составлен перечень расчетных средств, аттестованных для оценки уровня воздействия факторов опасности, характерных для создаваемых новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;

- подготовлены рекомендации в отношении установок Федерального проекта с целью решения вопроса об отнесении их к ОИАЭ и категориям ОИАЭ и разработаны предварительные предложения по лицензированию установок, предполагаемых к созданию/модернизации в рамках Федерального проекта;

- оценена необходимость разработки проектов изменений в нормативные правовые акты в области использования атомной энергии и разработан перечень нормативных правовых актов, требующих внесения изменений, а также перечень необходимых к разработке ФНП с целью обеспечения эффективного регулирования безопасности новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем;

- разработаны и согласованы три варианта развития законодательства для обеспечения проектирования, размещения, эксплуатации и вывода из эксплуатации новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем с описанием каждого варианта развития законодательства, оценкой сроков внедрения, возможных рисков при реализации и объема необходимых изменений законодательства для каждого варианта и обоснованием по выбору приоритетного варианта развития законодательства.

По результатам работы выбран оптимальный вариант развития законодательства для обеспечения проектирования, размещения, эксплуатации и вывода из эксплуатации новых типов ядерных установок, термоядерных и гибридных систем, требующий наименьшего изменения текущей нормативной правовой базы (рис. 20), разработаны проект изменений в Федеральный закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» и пояснительная записка к нему, а также разработаны предложения (рис. 21) по Плану первоочередных мероприятий (дорожной карте) по созданию нормативной правовой базы в области использования атомной энергии для обеспечения регулирования безопасности термоядерных установок на 2022–2025 годы, утвержденному заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым.

Введение нового ОИАЭ				Изменение определения «ядерная установка»			
Ядерные установки	Пункты хранения	Радиационные источники	Термоядерные установки	Ядерные установки			
Атомные станции	Исследовательские ЯУ	Суда с ЯР	Термоядерные установки				
80 (более 40 статей)	Внесение изменений в Федеральный закон № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»						1 (1 статья)
~13	Внесение изменений в акты Правительства РФ, распространяющиеся на ОИАЭ						~4
5	Внесение изменений в акты Ростехнадзора						3
4 (внесение изменений ~ 9)	Разработка ФНП в области использования атомной энергии, устанавливающих специфические требования по обеспечению безопасности термоядерных установок						4

Рис. 20. Сравнение вариантов развития законодательства

	2022	2023	2024	2025	
ФЗ-170	Согласование	Рассмотрение в Правительстве РФ, ГД РФ	Утверждение		
ПП РФ № 456	Разработка проекта	Согласование	Рассмотрение в Правительстве РФ	Утверждение	
ПП РФ № 367	Разработка проекта	Согласование	Рассмотрение в Правительстве РФ	Утверждение	
РП РФ № 610-р	Анализ необходимости изменений	Разработка проекта	Согласование	Рассмотрение в Правительстве РФ	Утверждение
РП РФ № 1316-р	Анализ необходимости изменений	Разработка проекта	Согласование	Рассмотрение в Правительстве РФ	Утверждение
ПП РФ № 1069	Анализ необходимости изменений	Разработка проекта	Согласование	Рассмотрение в Правительстве РФ	Утверждение
АР РТН № 453, 623		Проведение анализа	Разработка проекта	Утверждение	
ФНП ТЯУ	Проведение исследований	Разработка проекта	Согласование	Утверждение	

Рис. 21. Проект плана по совершенствованию нормативных документов, предлагаемых к утверждению

2.2.15. Сопоставление отечественных требований по обоснованию прочности оборудования и трубопроводов АЭУ с требованиями стандартов США серии ASME. Подготовка предложений по корректировке отечественных требований на основе сопоставительного анализа (п. 14 приложения 7.1)

В результате работы выполнен сопоставительный анализ отечественных требований по обоснованию прочности оборудования и трубопроводов АЭУ с требованиями стандартов США серии ASME, включающий анализ области их применения, общие положения и подходы к обоснованию прочности оборудования и трубопроводов. Выполнена оценка представленных в указанных документах требований к проведению расчета по выбору основных размеров и поверочного расчета на прочность оборудования и трубопроводов, по результатам которой были выявлены сходства и отличия.

По результатам сопоставительного анализа установлены сходства и отличия документов ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (п. 1 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – ПНАЭ Г-7-002-86) и ASME BPVC:

1. В отличие от документа ПНАЭ Г-7-002-86, который содержит единые требования к расчету на прочность, приведенные в стандартах ASME BPVC требования различаются в зависимости от соответствующих классов безопасности.

2. Правила проведения расчета на циклическую прочность оборудования и трубопроводов, представленные в ПНАЭ Г-7-002-86, более консервативны, по сравнению с ASME BPVC, так как, согласно ПНАЭ Г-7-002-86, данный расчет требуется выполнять всегда, а в документах приведены условия, которые допускают не проводить расчет на циклическую прочность оборудования и трубопроводов.

3. В ПНАЭ Г-7-002-86, в отличие от стандартов ASME BPVC, не представлены:

- правила по учету воздействия на оборудование и трубопроводы ударных нагрузок, гидроударов;
- классификация динамических нагрузок на реверсивные и нереверсивные;
- частные правила проведения расчета на прочность для корпусов сосудов, насосов, трубопроводной арматуры, трубопроводов и комплектующих;
 - правила по определению допускаемых напряжений при различных видах нагрузок, учитывающие физико-механические свойства сталей и сплавов для оборудования и трубопроводов (в ASME BPVC представлены отдельные зависимости для ферритной стали);
 - правила проведения неупругого (пластического) расчета, в том числе с использованием разрушающей нагрузки (характеристики материала, применяемые при определении значений допускаемых напряжений);
 - кривые усталости сплавов: железо-хром-никелевых, железоникелевых, медно-никелевых, никель-хром-молибденовых, титановых, хромникелевых, чугуна с шаровидным графитом.

4. Сопоставление документов позволило выявить причины большей металлоемкости оборудования и трубопроводов, спроектированных по ПНАЭ Г-7-002-86, по сравнению с оборудованием и трубопроводами, спроектированными по стандартам ASME BPVC:

- в стандартах ASME BPVC правила по определению номинальных допускаемых напряжений дифференцированы для оборудования и для трубопроводов и зависят как от материалов оборудования и трубопроводов (различны для сталей и сплавов), так и от термической обработки и деформационного упрочнения;
 - в ПНАЭ Г-7-002-86 запас прочности для трубопроводов при сочетании нагрузок нормальных условий эксплуатации и максимального расчетного землетрясения выше в 1,7 раза, чем в документе ASME BPVC.

5. В ПНАЭ Г-7-002-86, по сравнению с ASME BPVC, расчетные кривые усталости для углеродистых и легированных сталей охватывают меньший интервал температур эксплуатации (на 25 °С) и меньшее (в 104 раз) количество циклов нагружения (последнее касается также сталей аустенитного класса).

По результатам выполненного сопоставительного анализа требований ПНАЭ Г-7-002-86 и требований документов серии ASME BPVC подготовлены предложения по внесению изменений в разрабатываемые ФНП НП-110-XX (взамен ПНАЭ Г-7-002-86), регламентирующие требования к проведению расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ.

2.2.16. Сопоставление отечественных требований по обоснованию прочности оборудования и трубопроводов АЭУ с требованиями стандартов клуба европейских эксплуатирующих организаций (EUR). Подготовка предложений по корректировке отечественных требований на основе результатов сопоставительного анализа (п. 15 приложения 7.1)

В результате работы выполнен сопоставительный анализ требований нормативных документов серии EUR, связанных с обоснованием прочности оборудования и трубопроводов АЭС, с аналогичными требованиями отечественных нормативных документов ПНАЭ Г-7-002-86, НП-089-15, НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» (п. 31 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-031-01), НП-096-15 «Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения» (п. 92 приложения 7.5 к настоящему Отчету), НП-064-17, ГОСТ Р 58328-2018¹. Сопоставительный анализ проводился в части областей применения данных документов, требований, связанных с обоснованием прочности, управлением ресурсом, а также требований к материалам оборудования и трубопроводов АЭС.

¹ ГОСТ Р 58328-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Трубопроводы атомных станций. Концепция «течь перед разрушением» (утвержден и введен в действие приказом Росстандарта от 20.12.2018 № 1133-ст).

Сопоставление требований стандартов серии EUR и ПНАЭ Г-7-002-86, связанных с обоснованием прочности оборудования и трубопроводов АЭС, с аналогичными требованиями отечественных нормативных документов выявило достаточно много отличий между ними. Однако в рамках данной работы особое внимание обращалось только на те отличия, которые свидетельствуют о недостатках отечественных нормативных документов (отсутствие подобных требований или их недостаточная консервативность). В этой связи сформулированы следующие предложения и рекомендации:

1. В документах серии EUR содержатся прямые требования об анализе прочности оборудования и трубопроводов при внутренних динамических воздействиях (internal hazards), которые включают гидравлические удары, биения труб, удары струй, реактивные нагрузки, волны давления и разрежения, летящие предметы (в том числе штоки клапанов). Однако, как в действующих нормах ПНАЭ Г-7-002-86, так и в разрабатываемых НП-110-XX и в серии стандартов, разрабатываемых в поддержку НП-110-XX, подобные требования отсутствуют. Отсутствуют также и регламентированные методики (стандарты) расчета оборудования и трубопроводов при подобных внутренних динамических воздействиях. Вследствие этого рекомендуется устранить отмеченный недостаток отечественных нормативных документов.

2. В документах серии EUR отмечено, что при применении концепции «течь перед разрушением» для трубопроводов должны быть исследованы все потенциальные места разрывов трубопроводов (сварные швы или зоны высоких напряжений в основном металле). В ГОСТ Р 58328-2018 сварные швы присутствуют, а зоны высоких напряжений в основном металле отсутствуют. Ввиду этого при переработке ГОСТ Р 58328-2018, которая в настоящее время запланирована, предлагается расширить анализируемые зоны трубопроводов с точки зрения применимости концепции «течь перед разрушением».

3. В документах серии EUR отмечено, что для применения концепции «течь перед разрушением» «разработчик должен обеспечить подробное и надежное обоснование отсутствия механизма возможной деградации (ухудшения характеристик) в течение расчетного срока службы станции». Однако в ГОСТ Р 58328-2018 использован другой подход: возможные механизмы деградации «подлежат оценке». Очевидно, что отсутствие механизмов и их оценка могут иметь значительные отличия в последствиях. По этой причине при переработке ГОСТ Р 58328-2018 предлагается использовать подход, рекомендованный документами серии EUR.

4. В документах серии EUR отмечено, что для применения концепции «течь перед разрушением» предлагаются следующие запасы безопасности:

- 10 – для чувствительности системы обнаружения течи;
- 2 – для отношения длины критической сквозной трещины к длине обнаруживаемой трещины.

Однако, согласно ГОСТ Р 58328-2018, указанные запасы составляют 5 и 1,8, соответственно. Вследствие этого рекомендуется при переработке ГОСТ Р 58328-2018 вернуться к запасам, рекомендованным документами серии EUR.

5. Согласно документам серии EUR, для проекта АЭС на конкретной площадке должна быть выполнена полная оценка запаса прочности при нагрузках, соответствующих уровню $1,5 \cdot SSE$ (в отечественных нормативных документах аналогом SSE является максимальное расчетное землетрясение). Такое требование отсутствует как в ПНАЭ Г-7-002-86, так и в НП-031-01. В связи с этим рекомендуется учесть это требование при осуществляемой в настоящее время переработке ПНАЭ Г-7-002-86 и НП-031-01.

6. В отличие от ПНАЭ Г-7-002-86, в которых для всех случаев предложено использовать при расчетах на сейсмические воздействия коэффициент относительного демпфирования, равный 2 %, в документах серии EUR предложены конкретные значения этой величины для оборудования различного типа, причем для некоторого типа оборудования (например, для тонкостенных емкостей) предложенное в ПНАЭ Г-7-002-86 значение 2 % не является консервативным (в документах EUR – 1 %). По этой причине в отечественных нормативных документах предлагается использовать коэффициенты относительного демпфирования, рекомендованные документами EUR.

7. Согласно документам серии EUR, при выборе материалов элементов АЭС должны быть учтены эрозия и эрозионная коррозия. В ПНАЭ Г-7-002-86 эрозия вообще не упоминается, а в правилах

НП-084-15 требования к выбору материалов записаны в общем виде также без упоминания эрозии. Ввиду этого рекомендуется учесть это требование при осуществляемой в настоящее время переработке ПНАЭ Г-7-002-86 и при плановой переработке НП-089-15.

8. Согласно документам серии EUR, материалы элементов АЭС, контактирующих с жидкими радиоактивными средами, должны быть стойкими к абразивному воздействию взвешенных твердых частиц при эксплуатации. В правилах НП-084-15 такие требования к выбору материалов отсутствуют. Вследствие этого рекомендуется учесть это требование при плановой переработке НП-089-15.

9. Согласно документам серии EUR, для изготовления элементов, подверженных циклическим нагрузкам и усталостным деформациям, не рекомендуется использовать литые стали. Такое требование отсутствует как в ПНАЭ Г-7-002-86, так и в НП-089-15. Более того, на Российских АЭС отливки используются при изготовлении элементов первого контура (например, главного циркуляционного насосного агрегата). По-видимому, данное требование документов серии EUR явилось одной из причин требований STUK по замене металла главного циркуляционного насосного агрегата для проектируемой в Финляндии АЭС «Ханхикиви» с реактором ВВЭР-1200. В связи с этим предлагается также ввести подобное требование в НП-089-15 для проектируемых и строящихся АЭС.

2.2.17. Оценка безопасности захоронения радиоактивных отходов. Предложения по актуализации требований по обеспечению безопасности при закрытии пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов (п. 31 приложения 7.1)

Цель работы – проведение комплексного анализа применяемых и наилучших практик регулирования захоронения РАО для разработки предложений по актуализации требований по обеспечению безопасности при закрытии ПГЗ ЖРО.

Для выполнения задачи комплексного анализа применяемых и наилучших практик регулирования захоронения РАО и подготовки предложений по актуализации требований по обеспечению безопасности при закрытии ПГЗ ЖРО в рамках работы выполнен:

- анализ опыта глубинного захоронения ЖРО;
- анализ рекомендаций международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых принимает участие Российская Федерация, в части обеспечения безопасности при закрытии ПГЗ РАО.

Работы по созданию ПГЗ ЖРО велись в конце 50-х годов XX века в связи с необходимостью принятия срочных мер по предотвращению воздействия ЖРО предприятий оборонного комплекса СССР на окружающую среду и население. При создании ПГЗ ЖРО были выполнены геолого-разведочные работы, результаты которых показали принципиальную возможность захоронения ЖРО как в карбонатных отложениях (район Димитровграда Ульяновской области), сложенных в проницаемые пористые горизонты, изолированные от пресных подземных вод зоны активного водообмена слоями глин и известняков толщиной в несколько сот метров, так и в песчано-глинистых горизонтах, изолированных непроницаемыми горизонтами от поверхности и первых от поверхности водоносных горизонтов (район г. Северска Томской области и г. Железногорска Красноярского края) (рис. 22).

На основе полученных данных были разработаны проекты установок для глубинного захоронения ЖРО, по которым в 60-х годах XX века были построены ПГЗ ЖРО. Первоначальными проектами срок эксплуатации ПГЗ ЖРО предусматривался на 15 лет, однако полученные при эксплуатации результаты позволили неоднократно обосновать безопасность глубинного захоронения ЖРО. В настоящее время срок эксплуатации ПГЗ ЖРО ФГУП «НО РАО» предусмотрен до 2030 г.

Анализ опыта международных практик по закрытию ПГЗ РАО, применяемых в США, Швеции, Финляндии и Германии, показал, что концепции глубинного захоронения РАО базируются на инженерных барьерах безопасности, помимо естественных барьеров безопасности. При этом важной составляющей инженерных барьеров является тампонажный изоляционный материал. В качестве тампонажных материалов используется большой ряд разнообразных строительных материалов от традиционного цемента до бентонитовой глины. Выбор материалов в качестве инженерных барьеров безопасности основывается на испытании их свойств в ПИЛ.

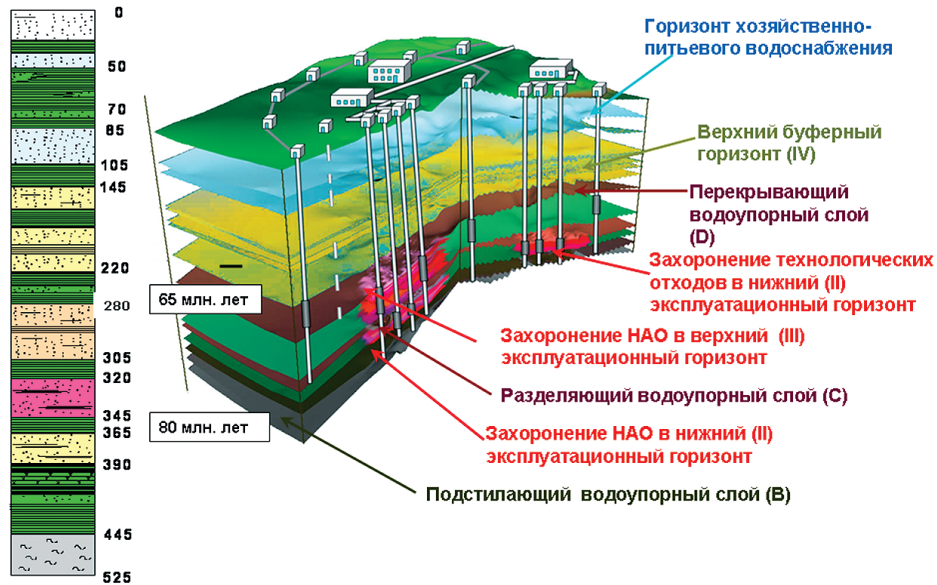


Рис. 22. Принципиальная схема пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (НАО – радиоактивные отходы низкого уровня активности)

Результаты анализа, выполненного на данном этапе работы, будут использованы при разработке предложений по установлению требований обеспечения безопасности на период закрытия и после закрытия ПГЗ ЖРО, которые Ростехнадзор может использовать при совершенствовании нормативной правовой базы регулирования безопасности деятельности по закрытию ПГЗ ЖРО.

2.2.18. Оценка полноты программ и хода выполнения НИОКР, проводимых в подземной исследовательской лаборатории Нижне-Канского массива (п. 32 приложения 7.1)

Цель работы – оценка полноты и достаточности исследований, запланированных в рамках реализации программ НИОКР, проводимых в ПИЛ Нижне-Канского массива, за 2020 г. и за I полугодие 2021 г.

Проведение НИОКР в ПИЛ Нижне-Канского массива направлено на подтверждение безопасности планируемого ПГЗ РАО, модель которого разрабатывается в отделе безопасности предприятий топливного цикла ФБУ «НТЦ ЯРБ» (рис. 23).

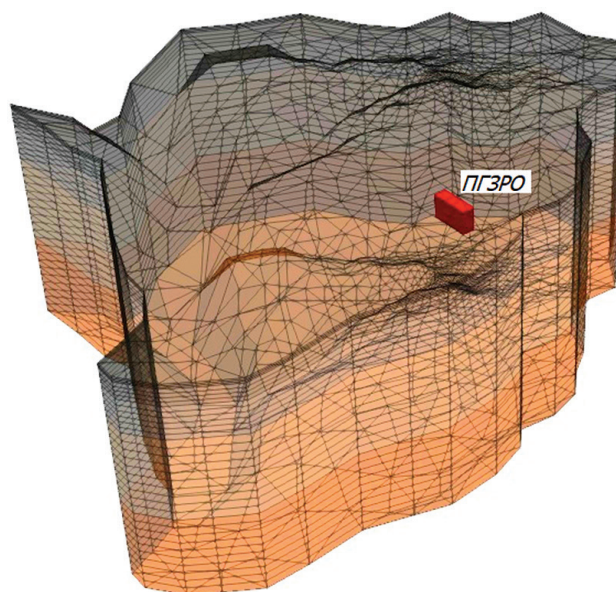


Рис. 23. Трехмерная модель пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов

В рамках работы были выполнены следующие задачи:

- оценка полноты и достаточности Комплексной программы НИОКР в ПИЛ Нижне-Канского массива, утвержденной Госкорпорацией «Росатом»;
- анализ материалов, предоставленных Госкорпорацией «Росатом», содержащих результаты НИОКР в ПИЛ за 2020 г. и за I полугодие 2021 г.;
- анализ информации о реализации программ НИОКР в ПИЛ, полученной на еженедельных семинарах, проводимых ИБРАЭ РАН – научным руководителем работ по проекту создания ПГЗ РАО.

При проведении работы учитывались требования ФНП и рекомендации международных организаций (МАГАТЭ и АЯЭ ОЭСР).

Оценка полноты Комплексной программы НИОКР показала, что в ней предусмотрены все необходимые исследования, направленные на получение данных, используемых для обоснования долговременной безопасности наиболее сложного объекта инфраструктуры Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами – ПГЗ РАО 1 и 2 класса. Проведенный в работе анализ реализации НИОКР, выполненных на данный момент, свидетельствует о недостаточной изученности района и площадки размещения ПИЛ.

По результатам анализа даны предложения по корректировке и дальнейшему направлению исследований в рамках Комплексной программы НИОКР, которые были направлены в Госкорпорацию «Росатом» и ИБРАЭ РАН.

Предварительные результаты оценки полноты программ и хода выполнения НИОКР, проводимых в ПИЛ Нижне-Канского массива, были представлены на конференции МАГАТЭ «Обращение с радиоактивными отходами: решения, обеспечивающие устойчивое будущее» (4–8 ноября 2021 г.).

2.2.19. Оценка технических и организационных мер по переводу хвостохранилища «Среднее» ПАО «ППГХО» из статуса пункта размещения особых радиоактивных отходов в статус пункта захоронения радиоактивных отходов

Цель работы – оценка технических и организационных мер, запланированных ПАО «ППГХО» по переводу хвостохранилища «Среднее» из статуса ПРОРАО в статус ПЗРО в соответствии с требованиями ФНП.

Данная работа состояла из трех этапов, в ходе которых специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» были решены следующие задачи:

- оценка программы КИРО хвостохранилища «Среднее» в статусе ПРОРАО, а также отчета по результатам КИРО на предмет полноты и достаточности учета требований ФНП;
- проведение анализа несоответствий хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО требованиям ФНП;
- разработка рекомендаций по устранению выявленных несоответствий хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО требованиям ФНП;
- кросс-верификация предоставленной АО «ВНИПИпромтехнологии» расчетной модели хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО путем сопоставления результатов моделирования, полученных АО «ВНИПИпромтехнологии», с расчетной моделью, разработанной в ФБУ «НТЦ ЯРБ» с использованием ПС “Ecolego” и “GeRa” (рис. 24).

Результаты анализа и оценки проекта программы КИРО хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО выявили несоответствия требованиям ФНП, на основе которых специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» были сделаны предложения по корректировке программы КИРО. Следует отметить, что в откорректированной программе КИРО учет предложений был выполнен АО «ВНИПИпромтехнологии» частично. В связи с этим специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» были даны рекомендации по выполнению дополнительного обследования хвостохранилища «Среднее».

По представленным АО «ВНИПИпромтехнологии» результатам проведения КИРО хвостохранилища «Среднее» было определено, что общее техническое состояние основных систем, зданий и сооружений хвостохранилища «Среднее» является ограниченно работоспособным.

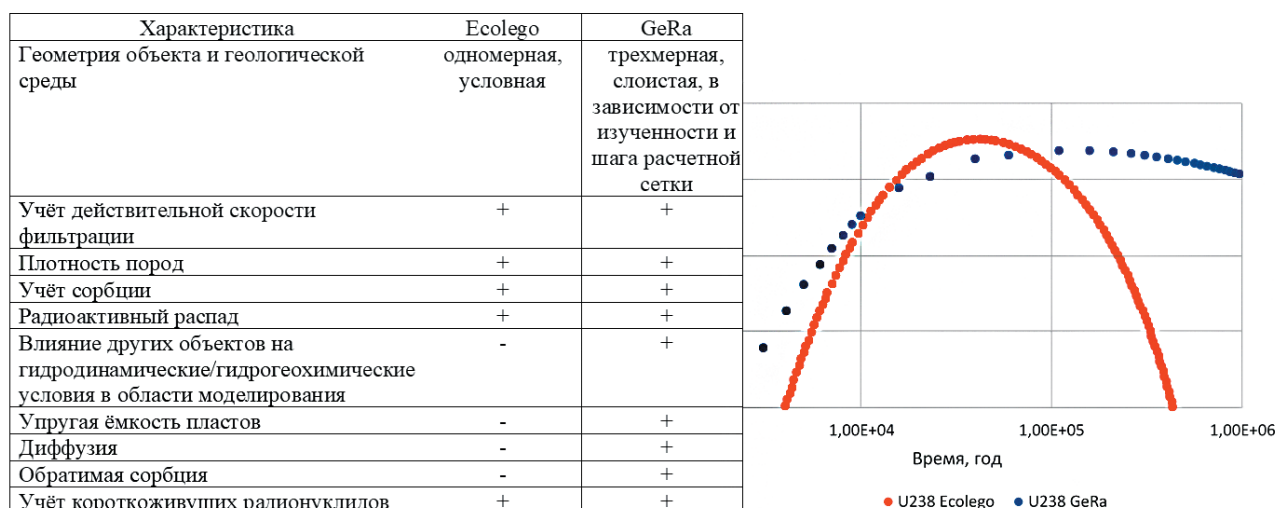


Рис. 24. Кросс-верификация расчетной модели хвостохранилища «Среднее»

Анализ результатов проведения КИРО технического состояния (остаточного ресурса) зданий и сооружений хвостохранилища «Среднее», в том числе гидротехнических, систем и оборудования, радиационной обстановки на площадке и в районе размещения хвостохранилища, показал несоответствия требованиям программы КИРО, а также требованиям ФНП. Выявленные несоответствия рекомендуется устранить до выполнения работ по переводу хвостохранилища «Среднее» из статуса ПРОРАО в статус ПЗРО.

Анализ несоответствий хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО выполнялся с учетом рекомендаций РБ-164-20 «Рекомендации по оценке уровня безопасности пунктов хранения и проведению анализа несоответствий требованиям действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии» (п. 136 приложения 7.6 к настоящему Отчету) (далее – РБ-164-20).

Результаты проведенного анализа несоответствий хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО показали, что имеется ряд проблем безопасности «высокой» и «средней» категорий значимости (в соответствии с положениями РБ-164-20), требующих принятия комплекса специальных организационных и технических мер.

С целью повышения текущего уровня безопасности хвостохранилища «Среднее» специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработаны рекомендации, направленные на устранение выявленных несоответствий требованиям ФНП и снижение их влияния на безопасность эксплуатации хвостохранилища «Среднее» в статусе ПРОРАО, а также в статусе ПЗРО.

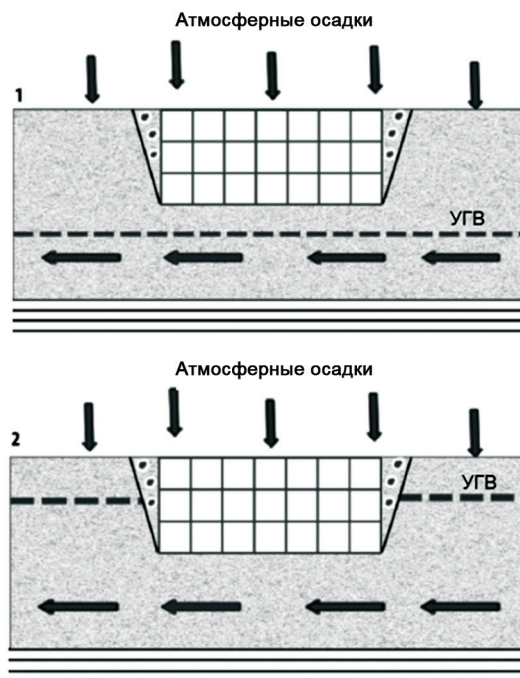
Кроме того, результаты выполненной специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» кросс-верификации расчетной модели хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО свидетельствуют об ее адекватности и возможности применения при оценке долговременной безопасности хвостохранилища «Среднее» в статусах ПРОРАО и ПЗРО.

2.2.20. Выполнение консервативных расчетов радиационного воздействия от приповерхностного захоронения радиоактивных отходов

Цель работы – выполнение консервативных расчетов радиационного воздействия от приповерхностного захоронения РАО на население вследствие распространения радионуклидов из системы захоронения РАО в окружающую среду.

Актуальность работы связана с реализацией Постановления Правительства Российской Федерации «Об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами» от 19.11.2012 г. № 1185, согласно которому в Российской Федерации проектируются, строятся и вводятся в эксплуатацию первоочередные пункты захоронения низкоактивных и среднеактивных РАО.

В рамках выполнения работы для референтных ППЗРО филиалов «Озерский» и «Северский» ФГУП «НО РАО» были собраны и систематизированы данные, описывающие рассматриваемые системы захоронения РАО. На основе анализа исходной информации с учетом требований ФНП были разработаны сценарии эволюции и соответствующие им концептуальные модели системы захоронения РАО (рис. 25).



1 – сценарий нормальной эволюции; 2 – сценарий подтопления

Рис. 25. Концептуальные модели для сценариев эволюции пункта приповерхностного захоронения радиоактивных отходов (УГВ – уровень грунтовых вод)

В результате реализации работы было выполнено расчетное моделирование процессов, влияющих на перенос радионуклидов в системе захоронения РАО и окружающей среде, и консервативные расчеты радиационного воздействия приповерхностного захоронения РАО на население вследствие распространения радионуклидов в окружающую среду. Расчеты выполнены с использованием программы для ЭВМ «ЕКОЛЕГО 6», аттестованной в установленном порядке для моделирования распространения радионуклидов из системы захоронения РАО в геологическую среду при оценке долговременной безопасности ППЗРО.

Консервативные расчеты радиационного воздействия от приповерхностного захоронения РАО на население вследствие распространения радионуклидов из системы захоронения РАО в окружающую среду показали, что наибольшее радиационное воздействие возможно при реализации сценариев подтопления ППЗРО и непреднамеренного вторжения человека в систему захоронения РАО.

Результаты консервативных расчетов могут быть использованы при определении мер технического и организационного характера по обеспечению безопасности при приповерхностном захоронении РАО.

2.2.21. Разработка научно-технических материалов по комплексному обоснованию безопасности российской практики глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов в обеспечение мероприятия «Создание и развитие технологий переработки и кондиционирования радиоактивных отходов»

Цель работы – систематизация и обобщение материалов комплексного обоснования безопасности российской практики глубинного захоронения ЖРО.

С 1963 г. в Российской Федерации реализуется практика глубинного захоронения ЖРО, заключающаяся в контролируемом нагнетании ЖРО через скважины в глубоководные водоносные (эксплуа-

тационные) горизонты, изолированные от дневной поверхности толщей водоупоров. В настоящее время эксплуатируются три ПГЗ ЖРО: «Северский» (г. Северск, Томская область), «Димитровградский» (Димитровград, Ульяновская область) и «Железногорский» (г. Железногорск, Красноярский край).

Результатами настоящей научно-исследовательской работы являются научно-технические материалы по комплексному обоснованию безопасности российской практики глубинного захоронения ЖРО:

- препринт (пресс-релиз) «Реализация рекомендаций миссии МАГАТЭ «Международное экспертное рассмотрение практики глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов в Российской Федерации» (на русском и английском языках);
- книга (монография) «Практика глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов в Российской Федерации».

Препринт (пресс-релиз) «Реализация рекомендаций миссии МАГАТЭ «Международное экспертное рассмотрение практики глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов в Российской Федерации» содержит обобщение работ, выполненных различными организациями в период с 2013 по 2019 гг. в рамках проведения миссии МАГАТЭ и реализации рекомендаций экспертов МАГАТЭ, а также подготовки полного перечня ответов на вопросы и рекомендации экспертов МАГАТЭ, отмеченные в ходе миссии.

Для демонстрации в рамках представления Национального доклада Российской Федерации на Седьмом совещании договаривающихся сторон по выполнению обязательств, вытекающих из Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами выполнен перевод препринта на английский язык.

2.2.22. Разработка предложений по методологии анализа ядерной безопасности при хранении остеклованных высокоактивных отходов

Целью работы являлась подготовка предложений по методологии анализа ядерной безопасности хранилища остеклованных ВАО на ФГУП «ПО «Маяк» в соответствии с требованиями нормативных документов в области использования атомной энергии. В ходе работы выполнено обобщение основных подходов к обоснованию ядерной безопасности, применимых к хранилищам ВАО. Также работа включала в себя выполнение альтернативных расчетов параметров ядерной безопасности хранилища остеклованных ВАО с использованием аттестованного ПС «SERPENT».

При проведении альтернативных расчетов учтены характеристики хранилища остеклованных ВАО, параметры используемых бидонов для ВАО и способы их размещения. Кроме того, рассмотрены как нормальные условия эксплуатации, так и различные нарушения нормальной эксплуатации, в частности попадание воды в бидоны с ВАО. Результаты альтернативных расчетов свидетельствуют о том, что заложенные в хранилище проектные решения позволяют обеспечить ядерную безопасность в соответствии с требованиями нормативных документов.

По результатам работы подготовлены рекомендации по подходам к анализу ядерной безопасности хранилища остеклованных ВАО и доработке материалов обоснования ядерной безопасности хранилища остеклованных ВАО.

2.2.23. Научно-техническое сопровождение исследований свойств и характеристик упаковок радиоактивных отходов с солевым плавом

Цель работы – научно-техническое сопровождение исследований свойств и характеристик упаковок РАО с солевым плавом Нововоронежской АЭС, выполняемых АО «ВНИИНМ» в рамках государственного контракта от 11.05.2021 № Н.4д.241.20.21.1124 по теме «Исследование свойств и характеристик РАО в виде солевого плава в целях оценки соответствия критериям приемлемости для захоронения».

В 2003 г. Концерном «Росэнергоатом» было принято Техническое решение № НВАЭС ТР-252 К03 «Об изменении условий хранения металлических контейнеров с солевым концентратом УГУ на Нововоронежской АЭС», предусматривающее размещение первичных упаковок (металлических бочек) в железобетонные контейнеры НЗК-150-1,5П. Размещение первичных упаковок в контейнеры типа НЗК началось в 2008 г.

На Нововоронежской АЭС основной способ обращения с РАО в виде солевого плава заключается в размещении первичных упаковок с солевым плавом в контейнерах типа НЗК-150-1,5П (рис. 26) с частичным заполнением свободного пространства буферным материалом: заливкой донной части контейнера НЗК на 150–200 мм цементом и заполнением строительным песком свободного пространства. В ограниченном количестве использовались также контейнеры других марок – НЗК-II и КМЗ (контейнер металлический защитный) (рис. 27).

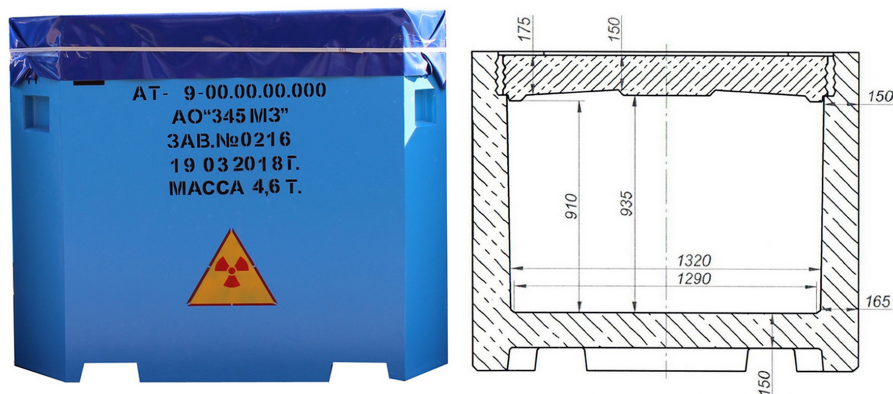


Рис. 26. Контейнер типа НЗК-150-1,5П



Рис. 27. Контейнер металлический защитный

Все РАО в виде солевого плава на момент образования относились к категории «среднеактивные». Радионуклидный состав (на момент образования РАО) на 95 % определялся изотопами ^{137}Cs и ^{134}Cs , в незначительных количествах присутствовал ^{60}Co и ^{54}Mn .

На первом этапе научно-исследовательской работы ФБУ «НТЦ ЯРБ» выполнены:

1. Анализ исходных данных о РАО в виде солевого плава, хранящихся на Нововоронежской АЭС;
2. Обзор ранее проведенных исследований РАО в виде солевого плава;
3. Анализ разработанных АО «ВНИИНМ» документов для исследования свойств и характеристик упаковок РАО в виде солевого плава с целью обоснования долговременной безопасности и оценки их соответствия критериям приемлемости для захоронения:
 - Программа исследования свойств и характеристик упаковок РАО (солевого плава) Нововоронежской АЭС с использованием разрушающего и неразрушающего методов анализа;
 - Регламент выборки упаковок РАО с солевым плавом Нововоронежской АЭС для исследований свойств и характеристик;
 - План исследований состояния упаковок РАО с солевым плавом.

На основании выполненных работ были подготовлены рекомендации и предложения по корректировке разработанных АО «ВНИИНМ» документов в части:

- выборки упаковок РАО с солевым плавом для исследований свойств и характеристик;
- осмотра упаковок, вскрытия, отбора проб материала упаковки (НЗК), первичной упаковки (бочка), буферного материала (цементный камень, песок) и плава;
- методик и методов исследования химического и радионуклидного состава плава, проб материала упаковки, первичной упаковки, буферных материалов.

2.2.24. Анализ нормативно-правовых аспектов возврата продуктов переработки в страну поставщика отработавшего ядерного топлива с учетом очистки регенерированного урана от изотопа ^{232}U

Целью работы является анализ нормативно-правовых аспектов возврата продуктов переработки в страну поставщика ОЯТ с учетом очистки регенерированного урана от изотопа ^{232}U .

В рамках данной работы рассмотрены нормативно-правовые аспекты ввоза ОЯТ в Российскую Федерацию, возврата продуктов его переработки в государство поставщика, а также поставки регенерированного уранового топлива в страну происхождения ОЯТ.

Кроме того, в работе проведен анализ достаточности нормативной правовой базы для учета активности изотопов урана в регенерированном урановом топливе и продуктах его фабрикации.

По результатам работы также выполнена оценка количества продуктов переработки, подлежащих возврату в государство поставщика с учетом выделения части изотопов урана при фабрикации свежего регенерированного уранового топлива.

2.2.25. Методическое сопровождение расчетно-экспериментального обоснования технических решений по обращению с изделиями активной зоны реакторной установки БРЕСТ-ОД-300 на площадке опытно-демонстрационного энергокомплекса

Целью работы является методическое сопровождение обоснования технических решений по обращению с изделиями активной зоны РУ БРЕСТ-ОД-300 на площадке ОДЭК.

В ходе работы в 2021 г. выполнялись анализ и оценка материалов технического проекта ТУК для обращения с изделиями активной зоны РУ БРЕСТ-ОД-300. Проведен анализ разделов по обоснованию радиационных и тепловых параметров. Кроме того, выполнялись анализ и оценка прочностных расчетов ТУК и его масштабного макета с целью выбора схемы и обоснования параметров натурных испытаний. Также выполнена оценка проекта программы натурных имитационных испытаний масштабного макета ТУК на внешние воздействия. Кроме того, были проведены альтернативные расчеты прочностных, тепловых и радиационных характеристик (рис. 28).

По результатам работы сформулированы рекомендации по доработке материалов технического проекта ТУК для обращения с изделиями активной зоны РУ БРЕСТ-ОД-300.

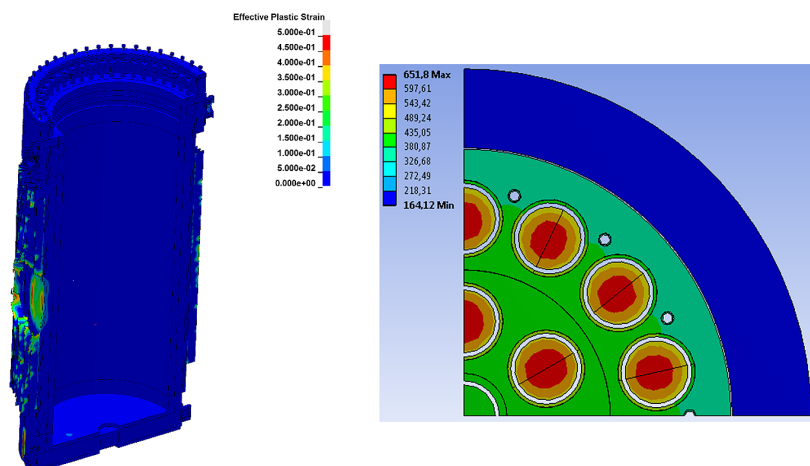


Рис. 28. Расчетные модели для оценки прочностных и тепловых характеристик транспортного упаковочного комплекта опытно-демонстрационного энергокомплекса

2.2.26. Анализ текущей деятельности ФГУП «ПО «Маяк» при обращении с радиоактивными отходами на пункте долговременного хранения радиоактивных отходов – здании 212 завода радиоактивных изотопов

Цель работы – анализ текущей деятельности ФГУП «ПО «Маяк» при обращении с РАО на ПДХ РАО – здании 212 завода радиоактивных изотопов (далее – ПДХ РАО). Реализация работ по анализу текущей деятельности ПДХ РАО запланирована до 2022 г.

В рамках этапов работ 2021 г. были выполнены:

- систематизация и анализ материалов о деятельности ФГУП «ПО «Маяк» по обращению с РАО на ПДХ РАО, включая проектную, эксплуатационную и иную документации ПДХ РАО;
- оценка достаточности информации для проведения анализа текущей деятельности ФГУП «ПО «Маяк» при обращении с РАО на ПДХ РАО и оценка его радиационного воздействия на население и окружающую среду для различных сценариев эволюции системы размещения РАО;
- анализ положения нормативных документов Российской Федерации применительно к ПДХ РАО и деятельности по обращению с накопленными РАО при их хранении и захоронении;
- выявление несоответствия ПДХ РАО требованиям действующих ФНП и определение имеющихся проблем безопасности;
- анализ состояния ПДХ РАО и анализ несоответствий ПДХ РАО требованиям действующих ФНП в соответствии с РБ-164-20.

На основе результатов оценки достаточности имеющейся информации по морфологическим, физико-химическим и радиационным характеристикам РАО в здании 212, условиям размещения ПДХ РАО сделан вывод, что представленных данных недостаточно для проведения анализа текущей деятельности ФГУП «ПО «Маяк» при обращении с РАО на ПДХ РАО, включая оценку его радиационного воздействия на население и окружающую среду для различных сценариев эволюции системы размещения РАО (в части характеристик РАО, размещенных в здании 212, характеристик других объектов, размещенных вблизи здания 212, а также природных и техногенных условий района и площадки размещения здания 212), в связи с чем исходные данные, необходимые для разработки различных сценариев эволюции системы размещения РАО и оценки радиационного воздействия ПДХ РАО на население и окружающую среду в долгосрочной перспективе, были уточнены на следующих этапах работы.

Вывод о текущем уровне безопасности ПДХ РАО сформирован на основе комплексного анализа показателей безопасности согласно рекомендациям РБ-164-20. По результатам выполненного анализа текущего уровня безопасности ПДХ РАО было выявлено:

- 8 проблем безопасности высокой категории важности, касающихся в основном технических решений по обращению с РАО на ПДХ РАО, обеспечения радиационной безопасности персонала и осуществления радиационного контроля, невыполнения оценки долговременной безопасности и анализа проектных и запроектных аварий;
- 5 проблем безопасности средней категории важности, касающихся установления продленного срока эксплуатации ПДХ РАО, методов и средств извлечения РАО из ПДХ РАО, физических барьеров ПДХ РАО;
- 4 проблемы низкой категории важности, связанные с отсутствием номенклатуры процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, способных оказать влияние на безопасность ПДХ РАО, параметров их воздействий и степени опасности; отсутствием анализа стойкости строительных конструкций, систем и элементов здания ПДХ РАО к возможным внешним воздействиям; расчетным обоснованием требований механической безопасности здания ПДХ РАО.

Для устранения выявленных проблем безопасности были подготовлены рекомендации по принятию мер организационного и технического характера эксплуатирующей организацией. В частности, эксплуатирующей организации рекомендуется разработать ООБ ПДХ РАО в соответствии с требованиями действующих ФНП и рекомендациями РБ. Предполагается, что в результате разработки актуализированного ООБ уровень некоторых проблем безопасности, связанных с отсутствием необходимых обоснований безопасности ПДХ РАО, может быть понижен.

Для устранения проблемы безопасности, связанной с отсутствием оценки долговременной безопасности системы размещения РАО (п. 19 НП-058-14 «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (п. 54 приложения 7.5 к настоящему Отчету), предполагается решение следующих задач:

- разработка сценариев эволюции и концептуальной модели системы размещения РАО, необходимых для оценки радиационного воздействия ПДХ РАО на население и окружающую среду;
- проведение оценки радиационного воздействия ПДХ РАО на население и окружающую среду, основанной на результатах математического моделирования миграции радионуклидного загрязнения для различных сценариев эволюции системы размещения РАО.

Данные задачи будут решаться в рамках работы в 2022 г.

2.2.27. Формирование перечня типовых аварий модуля переработки облученного ядерного топлива. Оценка предельных значений параметров, при которых возможно возникновение взрыва и пожара на модуле переработки опытно-демонстрационного энергокомплекса

Цель работы – оценка предельных значений параметров МП и подготовка данных для вероятностной оценки возникновения взрыва и пожара при проведении технологических процессов на МП ОДЭК. Объектом исследования является МП ОДЭК.

В рамках промежуточного этапа работы:

- сформирован перечень возможных типовых аварий установок по переработке ОЯТ применительно к МП ОДЭК;
- систематизированы сведения о показателях пожаровзрывоопасности веществ и материалов, использующихся или образующихся при проведении технологических процессов на МП ОДЭК, включая пирофорные.

Перечень возможных типовых аварий для участков головного передела, пирохимической переработки, гидрометаллургической переработки и обращения с РАО включает:

- взрыв газовой смеси;
- воспламенение твердых горючих материалов (в том числе пирофорных);
- переход из режима контролируемого окисления в горение;
- взрыв паровой смеси;
- пожар при обращении с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями;
- детонация взрывоопасных веществ;
- тепловой взрыв;
- паровой взрыв;
- разрушение емкостей под давлением.

В рамках завершающего этапа выполнен анализ параметров технологических процессов МП ОДЭК, сформирован перечень параметров, и оценены граничные значения, при которых возможно возникновение пожара и (или) взрыва во взрывопожароопасных зонах с учетом показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов, использующихся или образующихся при проведении технологических процессов.

Получены следующие результаты:

- проведен анализ технологических процессов переработки СНУП ОЯТ и смешанного оксидного ОЯТ на МП ОДЭК и режимов работы отдельных единиц оборудования, и выявлены условия возможного возникновения взрыва и (или) пожара, которые включают нарушение температурных режимов, превышение концентрации горючих газов, нарушение режима дозирования компонентов, разгерметизацию технологического оборудования;
- подготовлен перечень граничных значений параметров технологических процессов, при которых потенциально возможен взрыв и (или) пожар на модуле переработки СНУП ОЯТ, включая концентрации отдельных компонентов, температуру и давление технологических сред.

2.2.28. Анализ безопасности Полифункционального радиохимического исследовательского комплекса. Разработка предложений для включения в программы исследований

Цель работ – разработка предложений по актуализации перечней исходных событий, проектных и запроектных аварий на Полифункциональном радиохимическом исследовательском комплексе, уточнение путей их протекания и мер по предотвращению последствий, а также разработка рекомендаций для включения в программу проведения экспериментальных исследований для выявления характеристик, определяющих последствия аварий.

В рамках настоящей работы:

- проведен анализ безопасности разработанных технологических процессов переработки ОЯТ и обращения с РАО;
- разработаны предложения по актуализации перечней исходных событий, проектных и запроектных аварий на Полифункциональном радиохимическом исследовательском комплексе, уточнены пути их протекания и меры по предотвращению последствий;
- разработаны рекомендации для включения в программу проведения экспериментальных исследований для выявления характеристик, определяющих последствия аварий.

В результате проведенного анализа, отражающего накопленный опыт эксплуатации существующих ОИАЭ, были выделены следующие основные факторы, определяющие выход РВ и ионизирующего излучения за границы барьеров безопасности:

- возникновение самоподдерживающейся цепной реакции;
- возникновение взрывов и пожаров;
- нарушения в транспортно-технологических системах, такие как падение оборудования/контейнеров, образование россыпей твердых материалов и розлив жидких сред, нерегламентное перемещение технологических сред и др.

На основании проведенного анализа технологических процессов разработаны предложения по актуализации перечней исходных событий проектных и запроектных аварий, уточнению путей их протекания и мер по предотвращению последствий. Рекомендовано рассмотреть цепочки событий, приводящих к:

- возникновению самоподдерживающейся цепной реакции на участках пирохимической и гидрометаллургических технологий переработки ОЯТ и обращения с РАО;
- пожарам и взрывам технологических сред, в том числе твердых горючих материалов в камерах с инертной атмосферой и унифицированных технологических модулях; горючих органических жидкостей, используемых для экстракционного разделения компонентов ОЯТ; горючих газов, образующихся в процессе радиолитического разделения водных и органических сред, а также в электрохимических процессах; азотнокислых сред с органическими компонентами, включая отдельную органическую фазу, а также растворенные соединения;
- выходу РВ и ионизирующего излучения по причинам: падения ОТВС и контейнеров с технологическими средами, коррозии оборудования с образованием протечек, просыпи материалов при перемещении продуктов.

С учетом требований к обоснованию безопасности радиохимических производств для исключения возникновения аварий на Полифункциональном радиохимическом исследовательском комплексе рекомендовано провести:

- испытания по воспламенению твердых горючих материалов и газоздушных смесей;
- исследования по возникновению теплового взрыва;
- исследования по определению радионуклидного состава технологических сред в части содержания ядерно опасных радионуклидов и газообразных ПД, возникающих при самоподдерживающейся цепной реакции;
- исследование влияния средств пожаротушения на возможность возникновения самоподдерживающейся цепной реакции;

- определение показателей надежности оборудования в составе модулей и камер, а также грузо-подъемного оборудования;
- определение механизмов деградации материалов и возможных повреждений сварных швов камер и модулей в течение срока эксплуатации;
- определение характера повреждения модулей и камер при их повреждениях во время транспортно-технологических операций и при экстремальных внешних воздействиях, а также объемов и активностей выхода РВ при различных повреждениях;
- определение частоты разгерметизации твэлов при их хранении, частоты разгерметизации пенала с ОТВС;
- определение доли переходящих в аэрозольную форму РВ при просыпях порошков, разливе технологических сред и высокотемпературных расплавов;
- исследование эффективности отдельных элементов систем газоочистки, в том числе для радионуклидов, не характерных для нормальной эксплуатации.

При этом было отмечено, что перечни возможных исходных событий проектных аварий, а также запроектных аварий следует дополнять и пересматривать при изменении технологических процессов, а также при получении дополнительных сведений по результатам исследований, проводимых в обоснование безопасности Полифункционального радиохимического исследовательского комплекса.

2.2.29. Оценка взрывопожаробезопасности сорбционных процессов производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК»

Цель работы – оценка взрывопожаробезопасности сорбционных процессов производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК» в условиях нормальной эксплуатации.

В рамках работы:

- проведен анализ пожаровзрывобезопасности сорбционных процессов производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК»;
- выявлены потенциально опасные вещества и их смеси, технологические операции, в которых они используются и (или) образуются;
- экспериментально и расчетно определены свойства потенциально опасных веществ, их смесей, условий, при которых реализуется потенциальная опасность в форме горения, создания избыточного давления или взрыва;
- разработаны рекомендации по безопасному проведению сорбционных процессов производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК».

По результатам анализа пожаровзрывобезопасности сорбционных процессов производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК» показано, что потенциальная опасность обусловлена возможностью образования горючих смесей газов, а также протеканием неуправляемых химических реакций с выделением тепла и газообразных продуктов. На основании выполненного анализа подготовлен перечень потенциально опасных веществ и их смесей, к которым относятся:

- смеси сорбентов с растворами азотной кислоты;
- смеси сорбентов с растворами азотной кислоты и нитратом плутония или гексанитратным комплексом плутония;
- раствор азотной кислоты, содержащей перекись водорода;
- раствор азотной кислоты, содержащей аскорбиновую кислоту и гидразиннитрат;
- водородовоздушная смесь.

Экспериментально исследованы свойства сорбентов марок ВП-1АП, AXIONIT VPA-2, S-957 Purolite. На рис. 29 приведены термограммы образцов на основе смолы AXIONIT VPA-2, указывающие, что при наличии сорбированного гексанитратного комплекса тория в сорбенте VPA-2 экзотермические эффекты будут наблюдаться при более высокой температуре, чем для смолы в нитратной форме, но их интенсивность будет выше.

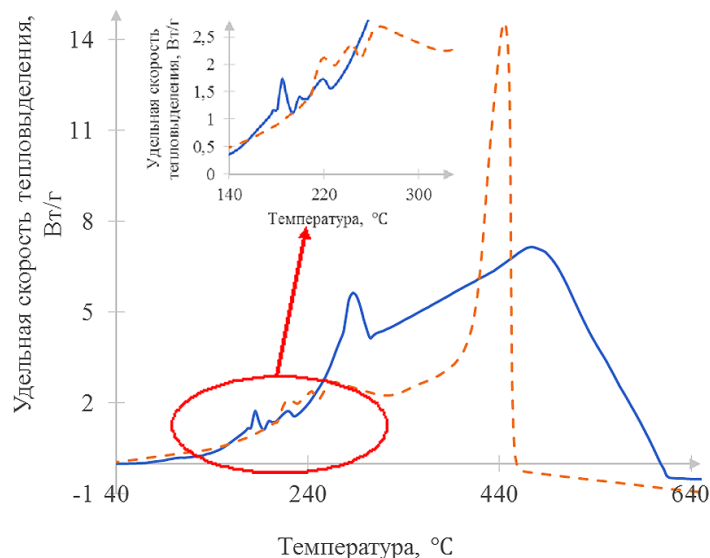


Рис. 29. Зависимость удельной скорости тепловыделения от температуры при скорости нагрева 4 К/мин образцов VPA-2 с сорбированным комплексом тория (пунктирная линия) и VPA-2 в нитро-форме (сплошная линия)

Свойства выявленных опасных веществ и их смесей указывают, что:

- при соблюдении условий нормальной эксплуатации по концентрации азотнокислых растворов, а также по температуре в исследованных системах не возникают интенсивные экзотермические процессы;
- азотнокислые растворы, содержащие органические восстановители, способны к проявлению экзотермических эффектов при температуре выше значений температур для нормальной эксплуатации;
- азотнокислые растворы, содержащие перекись водорода, способны к экзотермическим процессам и газовыделению, при этом не представляют опасность в условиях нормальной эксплуатации;
- необходимо ограничивать время нахождения металлов в сорбционной колонне при закрытой сдвухе для предотвращения опасного повышения концентрации радиолитического водорода.

Разработаны рекомендации, направленные на установление пределов безопасной эксплуатации, предотвращение возникновения неуправляемых экзотермических реакций и образование водородо-воздушных смесей.

2.2.30. Оценка пожаровзрывобезопасности технологических процессов растворения скрапа МОКС-топлива и обращения с продуктом 903э

Цель работы – оценка пожаровзрывобезопасности растворения скрапа МОКС-топлива и обращения с продуктом 903э ФГУП «ГХК» в условиях нормальной эксплуатации.

В рамках работы:

- проведен анализ пожаровзрывобезопасности процесса растворения скрапа и обращения с продуктом 903э производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК» и показано, что потенциальная опасность обусловлена возможностью образования горючих смесей газов, окислением скрапа, а также протеканием неуправляемых химических реакций с выделением тепла и газообразных продуктов;

■ выявлены потенциально опасные вещества и технологические операции, в которых они используются и (или) образуются. Перечень потенциально опасных веществ и их смесей, образующихся при проведении операций в условиях нормальной эксплуатации, включает:

- раствор азотной кислоты, содержащий органические компоненты, включая составляющие экстракционных смесей;
- водородовоздушную смесь;
- порошки диоксидов U и оксидов Pu;
- расчетно определены показатели пожаровзрывоопасности веществ, анализ которых указывает, что при соблюдении условий нормальной эксплуатации:
 - воспламенение диоксидов U и оксидов Pu (скрапа) не происходит, поскольку размер загружаемых частиц значительно выше, чем размер частиц, при которых проявляется пирофорность данных порошков;

- развитие неуправляемых химических процессов не возникает, поскольку температура и концентрация кислоты меньше значений, при которых возникает тепловой взрыв;
- взрывоопасные концентрации водорода не достигаются;
- разработаны рекомендации по безопасному проведению процесса растворения скрапа и обращения с продуктом 903э производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК». Перечень рекомендаций направлен на установление пределов безопасной эксплуатации, предотвращение возникновения неуправляемых экзотермических реакций и предотвращение образования опасных водородовоздушных смесей.

2.2.31. Разработка рекомендаций по созданию методики определения показателя пожаровзрывоопасности «Температура самовоспламенения твердых веществ и материалов», применимой для исследования радиоактивных сред, используемых в технологии переработки отработавшего смешанного нитридного уран-плутониевого топлива

Цель работы – разработка рекомендаций по созданию методики определения показателя пожаровзрывоопасности «Температура самовоспламенения твердых веществ и материалов», применимой для исследования радиоактивных сред, используемых в технологии переработки ШУП ОЯТ.

В рамках данной работы:

- проведен анализ литературных данных по методам определения свойств веществ и материалов, необходимых для оценки пожаровзрывобезопасности технологических процессов с их участием, применимых для исследования образцов массой менее 100 мг;
- разработаны рекомендации для включения в методику определения показателя пожаровзрывоопасности «Температура самовоспламенения твердых веществ и материалов», применимой для исследования радиоактивных сред, используемых в технологии переработки ШУП ОЯТ, включающие: перечень оборудования для проведения испытаний, перечень необходимых калибровок перед проведением испытаний, способ подготовки образцов перед испытанием, типовой план проведения испытаний;
- совместно с АО «ВНИИНМ» проведены испытания методики на имитаторах технологических сред;
- даны рекомендации по обработке результатов испытаний для включения в разрабатываемую методику.

Показано, что для исследования образцов массой менее 100 мг наиболее подходящими способами изучения твердых порошков, используемых в технологии переработки ШУП ОЯТ, являются дифференциально-сканирующая калориметрия и термогравиметрия. Проведены испытания отдельных процедур разрабатываемой методики на имитаторах технологических сред. В качестве имитаторов были выбраны порошки металлического тантала и циркония. На рис. 30 представлена усредненная термограмма испытаний порошка тантала с доверительным интервалом и показано, что данные экспериментов воспроизводятся, отклонение по общему тепловому эффекту не превышает 5 %.

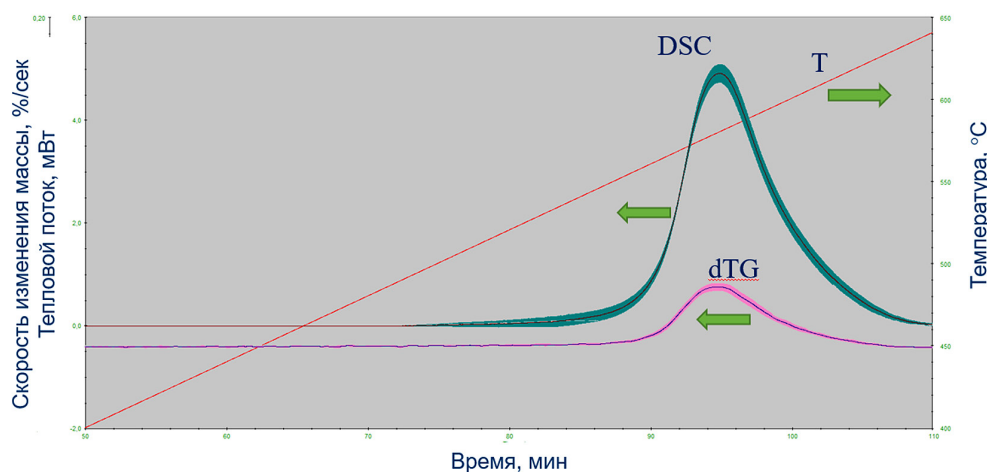


Рис. 30. Термограмма испытаний порошка тантала

Также подтверждено, что в случае необходимости использования флегматизатора, защищающего исследуемый образец от окисления в процессе его переноса от бокса к печи калориметра, он полностью удаляется из образца путем вакуумации прибора, и не происходит искажение сигнала калориметра.

Для определения температуры самовоспламенения были разработаны рекомендации по предварительной обработке экспериментальных данных, определению кинетических характеристик процесса окисления и расчету температуры самовоспламенения.

2.2.32. Оценка пожаровзрывобезопасности экстракционного аффинажа плутония при использовании «легких» разбавителей экстрагента

Цель работы – оценка пожаровзрывобезопасности экстракционного аффинажа плутония при использовании «легких» разбавителей экстрагента в условиях нормальной эксплуатации.

В рамках работы:

- проведен анализ пожаровзрывобезопасности экстракционного аффинажа плутония при использовании «легких» разбавителей экстрагента;
- выявлены потенциальные пожаровзрывоопасные вещества и материалы экстракционного передела;
- определены пожаровзрывобезопасные условия проведения технологического процесса, указаны безопасные средства и способы тушения;
- выданы рекомендации по противопожарной защите.

На основании выполненного анализа подготовлен перечень потенциально пожаровзрывоопасных веществ и материалов, к которым относятся:

- экстракционная смесь, состоящая из раствора трибутилфосфата в углеводородных разбавителях (азотная кислота и изопар М);
- водородовоздушная смесь;
- смеси восстановителей с азотной кислотой (экстрагента в смеси с азотной кислотой, азотнокислые растворы с карбогидразидом, диэтилентриаминпентауксусной кислотой, аминоксусной кислотой);
- растворы, содержащие перекись водорода.

Систематизированы экспериментальные данные по термической стабильности растворов с органическими компонентами, и показано, что при нарушениях нормальной эксплуатации возможно протекание интенсивных окислительных процессов. На рис. 31 представлены результаты нагрева раствора азотной кислоты с диэтилентриаминпентауксусной кислотой в открытом сосуде.

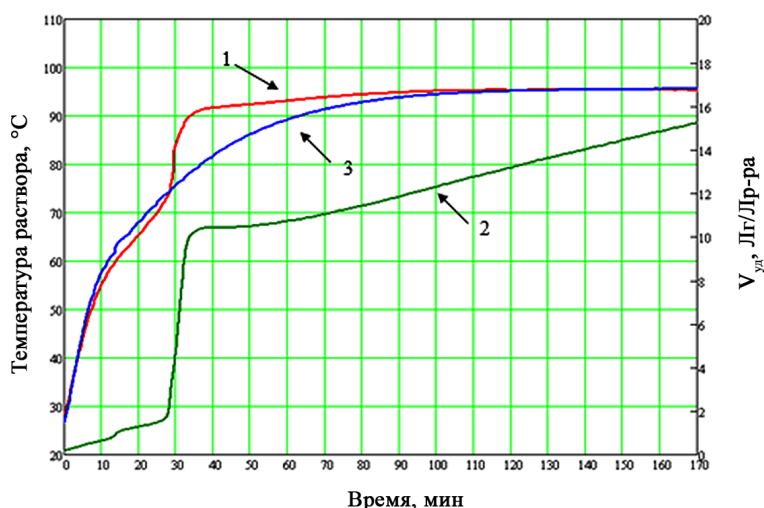


Рис. 31. Зависимость изменения температуры (1) и объема выделяющихся газов (2) при нагревании раствора 50 г/л диэтилентриаминпентауксусной кислоты в 12 моль/л азотной кислоты в открытом сосуде.
Изменение температуры 12 моль/л HNO₃ (3)

Разработанные рекомендации включают необходимость осуществления контроля за:

- содержанием водорода и других взрыво- и пожароопасных газов в оборудовании;
- содержанием азотной кислоты и других макрокомпонентов (экстрагенты и разбавители (в растворенной форме), способные к окислению продукты деструкции, карбогидразид, аминокусусная кислота, диэтилентриаминпентауксусная кислота) в технологических средах;
- содержанием органической фазы (экстрагента) в технологических средах;
- образованием взрывоопасных смесей газов в помещениях;
- образованием в застойных зонах оборудования смеси органических веществ с азотной кислотой.

Рекомендации направлены на установление условий безопасной эксплуатации по предотвращению образования опасных водородовоздушных смесей, развития теплового взрыва и воспламенения горючих жидкостей.

2.2.33. Разработка методов оценки пожаровзрывоопасности технологических процессов радиохимических производств ядерного топливного цикла

Цель работы – разработка методов оценки условий возникновения взрыва при проведении технологических процессов радиохимических производств на объектах ЯТЦ.

В рамках работы составлена методика оценки условий воспламенения паровоздушных смесей, включающая:

- алгоритмы проведения расчетной оценки: скорости выделения паров горючих жидкостей, изменения их концентрации в оборудовании и трубопроводах, условий воспламенения, последствий воспламенения;
- примеры проведения расчетной оценки, перечень требуемых параметров, перечень легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сценариев развития аварийных ситуаций.

Получены следующие результаты:

- разработан перечень легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, присутствующих и (или) образующихся при проведении технологических процессов переработки ОЯТ в условиях нормальной эксплуатации, а также при их отклонениях;
- разработаны сценарии образования и накопления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в оборудовании и трубопроводах технологических узлов, а также их выхода в помещение;
- разработана методика оценки условий воспламенения паровоздушных смесей, применимая для модуля переработки ОЯТ ОДЭК с РУ БРЕСТ-ОД-300.

2.2.34. Оценка пожаровзрывобезопасности при использовании атмосферы осушенного воздуха в отдельных технологических операциях производства МОКС-топлива

Целью работы является оценка пожаровзрывобезопасности при использовании атмосферы осушенного воздуха в отдельных боксах (камерах) производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК» в условиях нормальной эксплуатации.

В рамках работы решены следующие задачи:

- проведена оценка пожаровзрывобезопасности на участке изготовления таблеток МОКС-топлива при использовании атмосферы из осушенного воздуха;
- определены пожаровзрывобезопасные условия проведения технологического процесса, указаны безопасные средства и способы тушения;
- выданы рекомендации по противопожарной защите.

На основании выполненного анализа подготовлен перечень потенциально опасных веществ и их смесей, включающий:

- водородовоздушную смесь;
- порошки диоксида урана и оксидов плутония.

Систематизированные характеристики потенциально опасных веществ и их анализ указывают, что при соблюдении условий нормальной эксплуатации воспламенение таблеток на основе уран-плутониевого оксидного топлива не происходит, поскольку геометрические параметры используемых частиц значительно выше, чем размер частиц, при которых проявляется пирофорность данных порошков.

Разработанные рекомендации направлены на установление условий безопасной эксплуатации по предотвращению образования опасных водородовоздушных смесей и воспламенению МОКС-топлива.

В заключении сделан вывод: в отдельных боксах (камерах) обращаются со спеченными таблетками МОКС-топлива, а также предусмотрены организационно-технические мероприятия по обеспечению пожаровзрывобезопасности, в том числе по исключению наличия порошков диоксида урана и оксидов плутония и накопления водорода, возможна замена инертной среды (азот) на атмосферу осушенного воздуха.

2.2.35. Разработка Альбома проектных и запроектных аварий на исследовательских ядерных установках для совершенствования аварийной готовности Информационно-аналитического центра Ростехнадзора (п. 36 приложения 7.1)

Целью работы являлось наполнение информацией по проектным и запроектным авариям на ИЯУ ИВВ-2М и ВВР-ц Альбома проектных и запроектных аварий на ИЯУ для совершенствования аварийной готовности ИАЦ Ростехнадзора (рис. 32). В Альбом включается информация, необходимая для проведения оперативной оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий, возникших на ИЯУ.

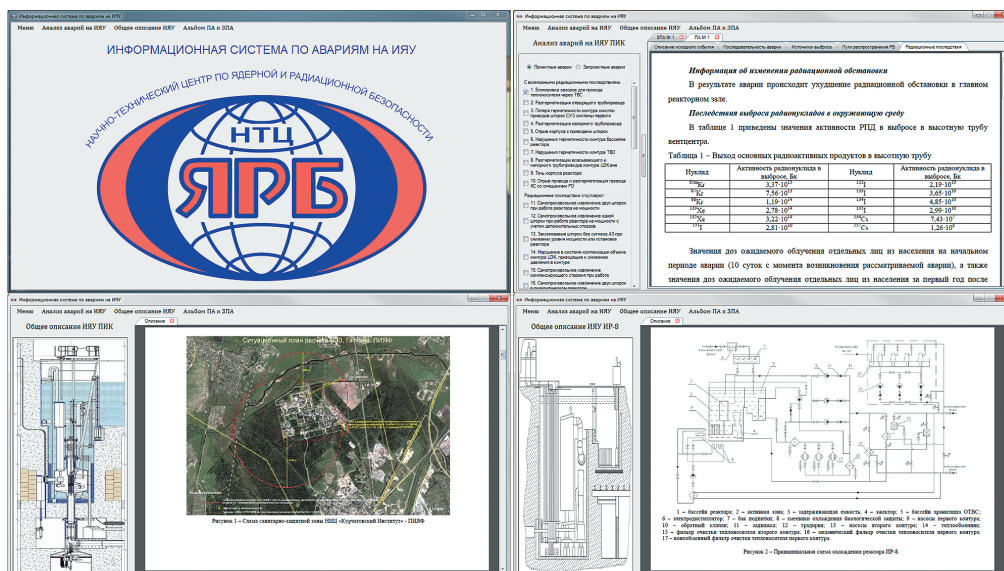


Рис. 32. Интерфейс Альбома проектных и запроектных аварий на исследовательских ядерных установках

В рамках работы выполнен анализ ООБ ИЯУ ИВВ-2М и ВВР-ц. В результате проведенного анализа выбрана информация, необходимая для включения в Альбом проектных и запроектных аварий. В соответствии с разработанным форматом представления данных подготовлена и введена в Альбом общая информация о рассмотренных установках и информация о возможных проектных и запроектных авариях на ИЯУ ИВВ-2М и ВВР-ц.

Таким образом, в результате проведенных в период с 2016 по 2021 гг. научно-исследовательских работ создан Альбом проектных и запроектных аварий на ИЯУ для совершенствования аварийной готовности ИАЦ Ростехнадзора, который содержит данные о проектных и запроектных авариях на ИЯУ БОР 60, СМ-3, ВК-50, МИР.М1, РБТ-6, РБТ-10/2, ПИК, ИР-8, ИРТ МИФИ, ИБР-2, ИВВ-2М и ВВР-ц.

2.2.36. Разработка Альбома проектных и запроектных аварий на объектах ядерного топливного цикла для совершенствования аварийной готовности Информационно-аналитического центра Ростехнадзора (п. 35 приложения 7.1)

Цель работы – разработка Альбома проектных и запроектных аварий опытно-демонстрационного центра ФГУП «ГХК» и Альбома проектных и запроектных аварий промышленного производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК».

В рамках научно-исследовательской работы были выполнены следующие задачи:

- разработан Альбом проектных и запроектных аварий опытно-демонстрационного центра ФГУП «ГХК»;
- разработан Альбом проектных и запроектных аварий промышленного производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК».

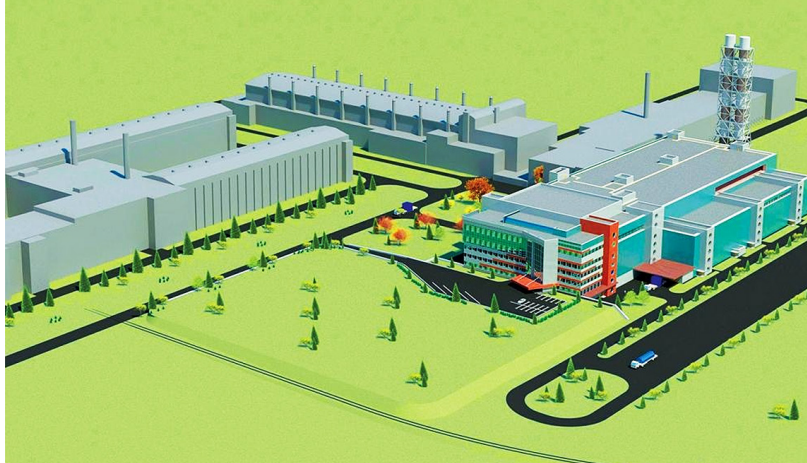


Рис. 33. Опытно-демонстрационный центр ФГУП «ГХК»

Альбомы проектных и запроектных аварий опытно-демонстрационного центра и промышленного производства МОКС-топлива ФГУП «ГХК» (рис. 33) могут быть использованы специалистами рабочих групп ИАЦ Ростехнадзора при функционировании ИАЦ Ростехнадзора в режиме чрезвычайной ситуации – режиме аварийного реагирования, при нарушении в работе ОИАЭ, а также для получения необходимой информации при возникновении аварии на объектах ЯТЦ.

Также результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы при:

- проведении противоаварийных тренировок и учений;
- осуществлении нормативно-правового регулирования в области безопасности объектов ЯТЦ;
- работах по экспертизе обоснования безопасности ОИАЭ;
- оценке состояния и прогноза радиационного воздействия на объектах ЯТЦ;
- осуществлении мероприятий федерального государственного надзора на объектах ЯТЦ.

2.2.37. Анализ радиационной обстановки на территории Российской Федерации (по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)

ФБУ «НТЦ ЯРБ» в целях научно-технической поддержки деятельности Ростехнадзора по систематическому наблюдению за исполнением обязательных требований, анализу и прогнозированию состояния исполнения указанных требований при осуществлении юридическими лицами своей деятельности в области использования атомной энергии выполняется анализ результатов мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации. Мониторинг осуществляется в целях своевременного выявления изменений радиационной обстановки, оценки, прогнозирования и предупреждения возможных негативных последствий радиационного воздействия для населения и окружающей среды, а также в целях систематического представления соответствующей оперативной информации, в том числе в органы государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, для принятия необходимых мер по предотвращению или снижению радиационного воздействия. Информация о радиационной обстановке на территории Российской Федерации может быть использована Ростехнадзором для принятия регулирующих решений, в частности для принятия решений о проведении внеплановых проверок (на основании статьи 24.1 Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»).

На основании Соглашения между Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды о представлении информации о радиационной обстановке на территории Российской Федерации от 01.11.2017 № 00-01-18/776 (далее – Соглашение), а также Регламента информационного взаимодействия между Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды при предоставлении информации о радиационной обстановке на территории Российской Федерации (далее – Регламент) предусмотрено представление Ростехнадзору информации о радиационной обстановке на территории Российской Федерации, что требует систематического анализа.

Анализ данных об изменении радиационной обстановки в районе размещения ОИАЭ является представительным механизмом контроля за соблюдением норм и правил в области использования атомной энергии, а также условий действия разрешений (лицензий) на право ведения работ в области использования атомной энергии (в соответствии с п. 5.3.1.1 Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401, такие полномочия возложены на Ростехнадзор).

При выполнении работы используются источники информации о состоянии радиационной обстановки на территории Российской Федерации, представляемые в Ростехнадзор в рамках Соглашения и Регламента, и иные источники информации:

- информационные письма «Об аварийном, экстремально высоком и высоком загрязнении окружающей среды, а также радиационной обстановке на территории России», подготавливаемые ежемесячно Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- бюллетени «О радиационной обстановке на территории России», подготавливаемые ежемесячно ФГБУ «НПО «Тайфун»;
- Единая государственная система мониторинга радиационной обстановки (рис. 34);
- показания постов Автоматизированной системы контроля радиационной обстановки ОИАЭ, подведомственных Госкорпорации «Росатом» (рис. 35, источник: www.russianatom.ru);
- сведения о нарушениях нормальной эксплуатации ОИАЭ на территории Российской Федерации и сопредельных государств, опубликованные в Единой системе обмена информацией при происшествиях и аварийных ситуациях МАГАТЭ “USIE” и в открытой печати.

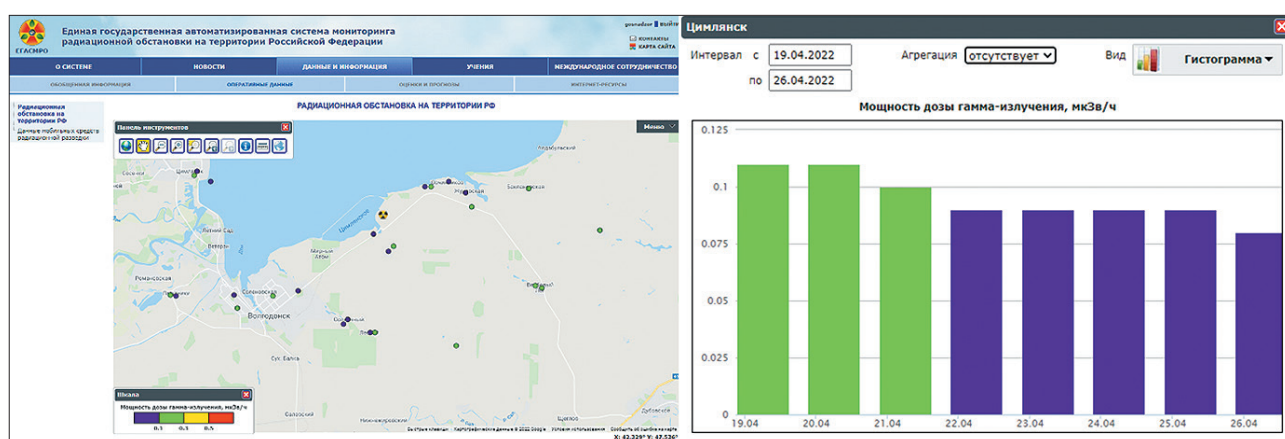


Рис. 34. Визуализация показаний датчиков постов Единой государственной системы мониторинга радиационной обстановки

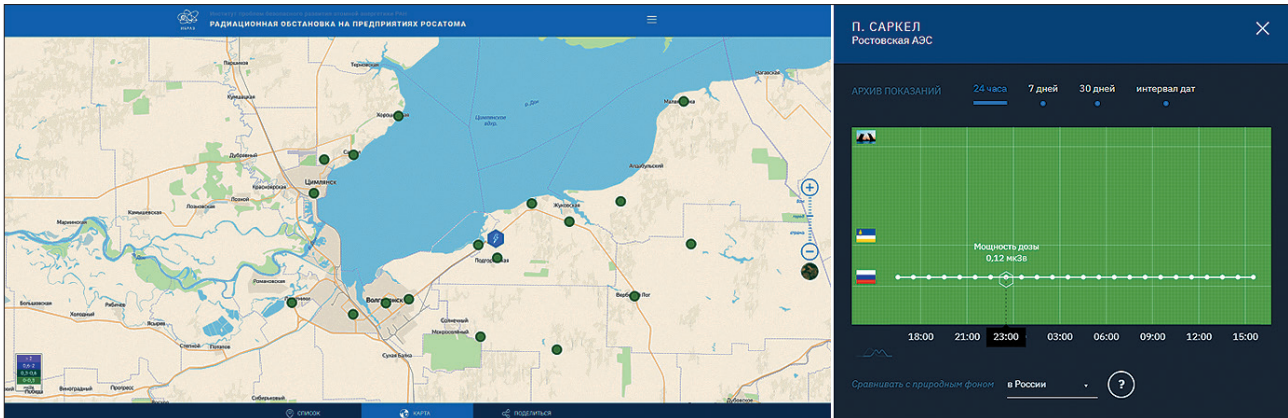


Рис. 35. Визуализация показаний постов Автоматизированной системы контроля радиационной обстановки объектов использования атомной энергии

Результаты выполняемых в ФБУ «НТЦ ЯРБ» работ оформляются в виде полугодовых отчетов, в которых содержится оценка радиационной обстановки на территории Российской Федерации, а также оценка радиационных последствий нарушений нормальной эксплуатации на ОИАЭ, размещенных на территории Российской Федерации и сопредельных государств (в случае их выявления).

В случае выявления по результатам анализа данных о радиационной обстановке признаков отступлений от требований ФНП на ОИАЭ либо изменений радиационной обстановки специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» формулируются предложения по принятию Ростехнадзором регулирующих решений или проведению внеплановых проверок.

По результатам выполненного анализа радиационной обстановки на территории Российской Федерации за 2021 г. специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» не выявлено превышения значений мощности дозы гамма-излучения, выходящих за пределы колебаний естественного радиационного фона. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации в 2021 г. оставалась стабильной, содержание радионуклидов антропогенного происхождения в атмосферном воздухе, почвах, поверхностных водах суши и морей находилось на уровне предыдущих лет.

2.2.38. Научно-методическое сопровождение работ по продлению срока эксплуатации объектов использования атомной энергии Объединенного института ядерных исследований

Цели работы:

- идентификация ОИАЭ Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ), в состав которых входят ядерно- и радиационно опасные объекты, и определение состава и границ данных объектов;
- оценка соответствия представленной документации по проведению комплексного обследования, а также по обоснованию остаточного ресурса систем и элементов и продлению срока эксплуатации ОИАЭ ОИЯИ требованиям законодательства Российской Федерации и ФНП;
- оценка полноты мер технического и организационного характера по проведению комплексного обследования и подготовке к продлению срока эксплуатации ОИАЭ ОИЯИ.

Задачей работы является проведение анализа:

- проектной и эксплуатационной документации ядерно- и радиационно опасных объектов ОИЯИ и разработка предложений по составу и границам ОИАЭ (идентификация ОИАЭ);
- достаточности и полноты представленных документов по проведению комплексного обследования ОИАЭ ОИЯИ;
- достаточности и полноты документов, разработанных по результатам комплексного обследования, документов по обоснованию остаточного ресурса систем и элементов, важных для безопасности ОИАЭ ОИЯИ, и документов по подготовке ОИАЭ к дополнительному сроку эксплуатации.

В рамках работы в 2021 г. выполнено следующее.

Были проведены анализ и оценка представленной документации на участках ОИЯИ, в том числе разработанной (восстановленной) АО «Институт «Оргэнергострой» проектной документации, а также разработаны предложения по уточнению идентификации участков ОИЯИ как ОИАЭ, их составу и границам.

По результатам рассмотрения представленных материалов, в том числе с учетом содержащихся в них сведений о количестве ЯМ, РВ и РАО, с которыми осуществляется обращение, уточнена категория участков ОИЯИ как ОИАЭ, предложенная на предыдущем этапе работы, уточнены состав и границы идентифицированных ОИАЭ ОИЯИ.

Также проведен анализ на достаточность и полноту разработанных АО «Институт «Оргэнергострой» проектов документов, в соответствии с которыми проводится комплексное обследование идентифицированных ОИАЭ ОИЯИ. Были рассмотрены проекты общей и частных программ обследования зданий, сооружений, систем и элементов ОИАЭ ОИЯИ, программ работ по оценке технического состояния зданий, проект методики по обоснованию остаточного ресурса строительных конструкций зданий и сооружений.

По результатам анализа представленных АО «Институт «Оргэнергострой» документов по проведению комплексного обследования идентифицированных ОИАЭ ОИЯИ даны рекомендации по их корректировке и дополнению, а также оценка их соответствия требованиям ФНП, в первую очередь НП-024-2000 «Требования к обоснованию возможности продления назначенного срока эксплуатации объектов использования атомной энергии» (п. 25 приложения 7.5 к настоящему Отчету).

2.2.39. Выбор оптимального варианта обращения с непредназначенными для дальнейшего использования материалами, загрязненными радионуклидами, при выводе из эксплуатации промышленного уран-графитового реактора И-1 АО «ОДЦ УГР»

Цель работы – выбор и обоснование оптимального решения по обращению с непредназначенными для дальнейшего использования МЗР при выводе из эксплуатации ПУГР И-1.

Задачами работы являются:

- оценка достаточности информации по морфологическим, физико-химическим и радиационным характеристикам МЗР в здании 150, условиям размещения ПУГР И-1 для анализа вариантов обращения с МЗР;
- анализ соответствия возможных вариантов обращения с МЗР требованиям действующих нормативных правовых актов в области использования атомной энергии;
- проведение расчетов радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при реализации возможных вариантов обращения с МЗР, оценка затрат, выбор и обоснование оптимального варианта.

На основе апробированных АО «ОДЦ УГР» технологий вывода из эксплуатации ПУГР и обращения с РАО были определены возможные с точки зрения технической реализации варианты обращения с МЗР, объединенные в четыре группы:

- группа I – размещение МЗР как удаляемых РАО на выводимом из эксплуатации ПУГР И-1;
- группа II – размещение МЗР на выводимом из эксплуатации ПУГР И-1 в хранилище РАО, имеющего статус ПРОРАО;
- группа III – размещение МЗР в эксплуатируемом ПХРО в статусе ПРОРАО с последующем переводом его в ПКОРАО или ПЗРО;
- группа IV – размещение МЗР в эксплуатируемом ПХРО в статусе ПЗРО.

Варианты разработаны для различных сроков создания дополнительных инженерных барьеров безопасности в виде буферных материалов, заполняющих реакторное и вне реакторное пространства, покрывающего экрана и с учетом категории объекта размещения РАО (в том числе МЗР) на площадке АО «ОДЦ УГР» как ОИАЭ (рис. 36).

		Состояние реакторного здания ПУГР И-1 (здание 150)					
В а р и а н т	Реакторное пространство	Не засыпано	Засыпано				
	Внереакторное пространство	Не засыпано		Засыпано			
	Покрывающий экран	Отсутствует		Сооружен			
		Категория и статус объекта хранения удаляемых РАО					
1а	Передача НО РАО	Не актуально					
1б	Хранение на площадке и передача НО РАО	Не актуально					
		Категория и статус объекта хранения РАО					
2	Группа I	ВЭ ЯУ		Э ПХРО (ПРОРАО)	Э ПХРО (ПКОРАО)	Э ПХРО (ПЗРО)	
3		ВЭ ЯУ		Э ПХРО (ПРОРАО)		Э ПХРО (ПЗРО)	
4		ВЭ ЯУ		Э ПХРО (ПКОРАО)		Э ПХРО (ПЗРО)	
5		ВЭ ЯУ		ВЭ ЯУ с ПКОРАО		Э ПХРО (ПЗРО)	
6		ВЭ ЯУ		ВЭ ЯУ с ПКОРАО	Э ПХРО (ПКОРАО)	Э ПХРО (ПЗРО)	
7	Группа II	ВЭ ЯУ	ВЭ ЯУ с ПРОРАО			Э ПХРО (ПЗРО)	
8		ВЭ ЯУ	ВЭ ЯУ с ПРОРАО		Э ПХРО (ПРОРАО)	Э ПХРО (ПЗРО)	
9		ВЭ ЯУ	ВЭ ЯУ с ПРОРАО		Э ПХРО (ПРОРАО)	Э ПХРО (ПКОРАО)	Э ПХРО (ПЗРО)
10		ВЭ ЯУ	ВЭ ЯУ с ПРОРАО		ВЭ ЯУ с ПКОРАО		Э ПХРО (ПЗРО)
11		ВЭ ЯУ	ВЭ ЯУ с ПРОРАО		ВЭ ЯУ с ПКОРАО	Э ПХРО (ПКОРАО)	Э ПХРО (ПЗРО)
12		ВЭ ЯУ	ВЭ ЯУ с ПРОРАО		Э ПХРО (ПКОРАО)		Э ПХРО (ПЗРО)
13	Группа III	ВЭ ЯУ	Э ПХРО (ПРОРАО)			Э ПХРО (ПЗРО)	
14		ВЭ ЯУ	Э ПХРО (ПРОРАО)		Э ПХРО (ПКОРАО)		Э ПХРО (ПЗРО)
15	Группа IV	ВЭ ЯУ	Э ПЗРО с размещением РАО	Э/З ПХРО (ПЗРО)			

Рис. 36. Варианты обращения с материалами, загрязненными радионуклидами, с учетом изменений состояния промышленного уран-графитового реактора И-1
 (Э – эксплуатируемый объект использования атомной энергии,
 ВЭ – выводимый из эксплуатации объект использования атомной энергии)

Анализ действующих в Российской Федерации нормативных актов, регулирующих деятельность в области обращения с РАО и вывода из эксплуатации ОИАЭ, показал, что в целом возможные варианты будут соответствовать нормативным требованиям при наличии в проекте вывода из эксплуатации ПУГР И-1 конкретных решений по обеспечению безопасности, реализующих критерии, принципы и требования обеспечения безопасности. Вместе с тем по результатам рассмотрения соответствия возможных вариантов и действующего законодательства было определено, что создание эксплуатируемого ПЗРО, в котором размещаются РАО в виде МЗР (группа IV), будет не соответствовать требованиям части 1 статьи 27 Федерального закона № 190-ФЗ, которая не позволяет АО «ОДЦ УГР» захоранивать в ПЗРО на своей площадке среднеактивные РАО.

Для различных вариантов обращения с МЗР были сформированы сценарии нормальной эволюции, а также маловероятные сценарии (альтернативные сценарии) эволюции системы захоронения РАО, определен ряд необходимых допущений и предположений об эволюции системы захоронения. Соответствующие концептуальные модели были реализованы с использованием аттестованного ПС “Ecolego” в моделях, описывающих район размещения ПУГР И-1, моделях оценки радиационного воздействия на человека и окружающую среду в результате захоронения МЗР, а также с учетом влияния особых РАО ПУГР И-1. Подготовленные модели позволили для различных вариантов обращения с МЗР оценить коллективные дозы облучения персонала и населения, риски потенциального облучения, совокупный размер возможного вреда окружающей среде. Кроме того, были оценены расходы на реализацию вариантов обращения с МЗР.

Сопоставление возможных вариантов обращения с МЗР с применением методов многофакторного выбора на конечном множестве альтернатив показало, что оптимальным вариантом обращения с МЗР является вариант размещения непереработанных МЗР в реакторном здании ПУГР И-1. Данный вариант предусматривает размещение МЗР в упаковках ТУК-44 в приреакторных помещениях ПУГР И-1, а также срок начала работ по консервации МЗР после отнесения Правительством Российской Федерации места хранения особых РАО ПУГР И-1 к статусу ПРОРАО.

2.3. Расчетные работы

2.3.1. Совершенствование моделей экспресс-оценки АЭС с реакторами типа ВВЭР, РБМК и БН с учетом актуального состояния указанных энергоблоков (п. 33 приложения 7.1)

Целью настоящей работы является оказание научно-технической поддержки ИАЦ Ростехнадзора, направленной на:

- снижение степени неопределенности при моделировании аварии, протекающей на энергоблоках АЭС с РУ ВВЭР, в условиях чрезвычайной ситуации;
- повышение достоверности оценок, формируемых экспертами рабочей группы по оценке и прогнозированию технологического состояния ОИАЭ.

Задачей настоящей работы является совершенствование разработанных моделей экспресс-оценки, позволяющее поддерживать их в актуальном состоянии.

В результате работы:

- проведена актуализация разработанных ранее нейтронно-физических моделей активных зон энергоблоков Балаковской, Калининской, Ростовской АЭС, Нововоронежской АЭС-2, Ленинградской АЭС-2 с учетом текущих топливных загрузок (рис. 37);
- выполнен анализ проектной документации всех российских энергоблоков АЭС с РУ ВВЭР с целью поддержания моделей для экспресс-оценки состояния энергоблоков в актуальном состоянии;
- выполнена оптимизация нодализационных схем моделей РУ энергоблоков АЭС с ВВЭР, величины шага интегрирования уравнений теплогидравлики, величины шага обмена данными между ПС, используемыми для экспресс-моделирования в условиях аварийного реагирования;
- проведена верификация модели для экспресс-оценки состояния энергоблока № 3 Белоярской АЭС с РУ БН-600, представлено описание принципов моделирования РУ, выполнена настройка модели в соответствии с проектными данными.

Результаты работы предназначены для использования ИАЦ Ростехнадзора в условиях аварийного реагирования для научно-технической поддержки группы оценки и прогнозирования технологического состояния ОИАЭ.

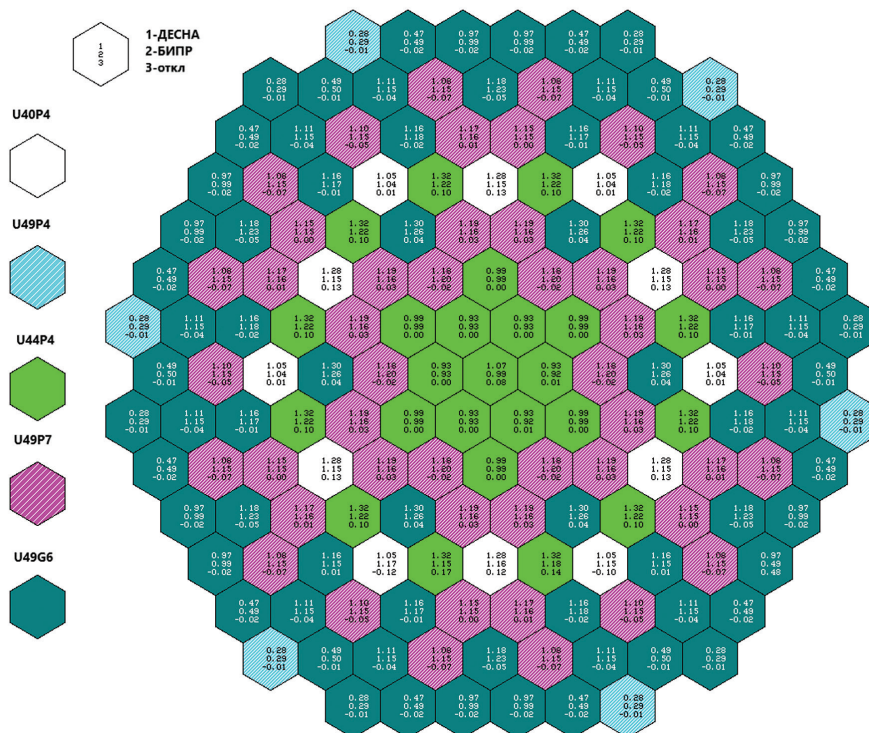


Рис. 37. Сопоставление распределения энерговыделения согласно модели и проектному расчету после актуализации

2.3.2. Подготовка библиотеки распределения радионуклидов по помещениям АЭС с ВВЭР в условиях тяжелых аварий для расчета выхода радионуклидов в авариях с плавлением активной зоны при проведении противоаварийных тренировок в информационно-аналитическом центре Ростехнадзора (п. 34 приложения 7.1)

Основной целью данной работы являлась подготовка библиотеки распределения радионуклидов (рис. 38) АЭС с ВВЭР-1000 в условиях тяжелых аварий для расчета выхода радионуклидов в авариях с плавлением топлива для поддержки экспертов ИАЦ Ростехнадзора в режиме чрезвычайной ситуации.

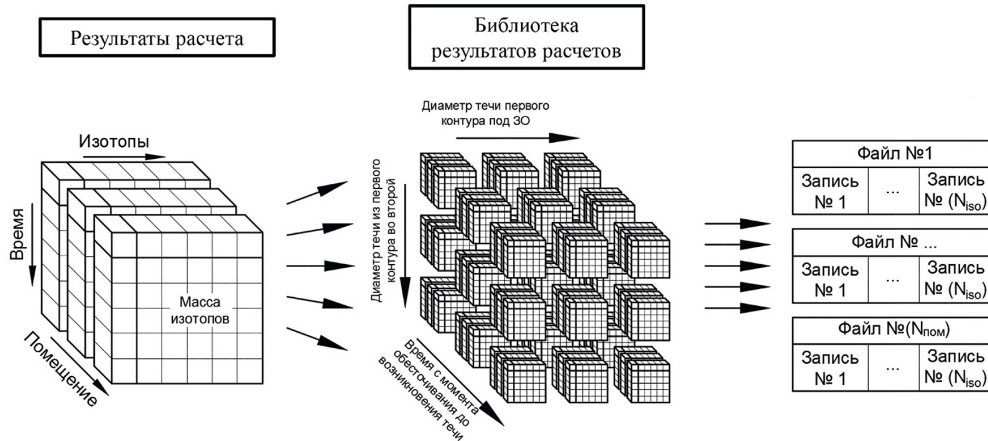


Рис. 38. Структура библиотеки результатов расчетов

Результаты работы:

- разработана модель для расчета распределения радионуклидов по помещениям энергоблоков № 1, 2 Калининской АЭС в условиях тяжелых аварий для ПС “ASTEC”;
- подготовлена и верифицирована библиотека распределения радионуклидов по помещениям АЭС с ВВЭР-1000 энергоблоков № 1, 2 Калининской АЭС в условиях тяжелых аварий с плавлением активной зоны (рис. 39).

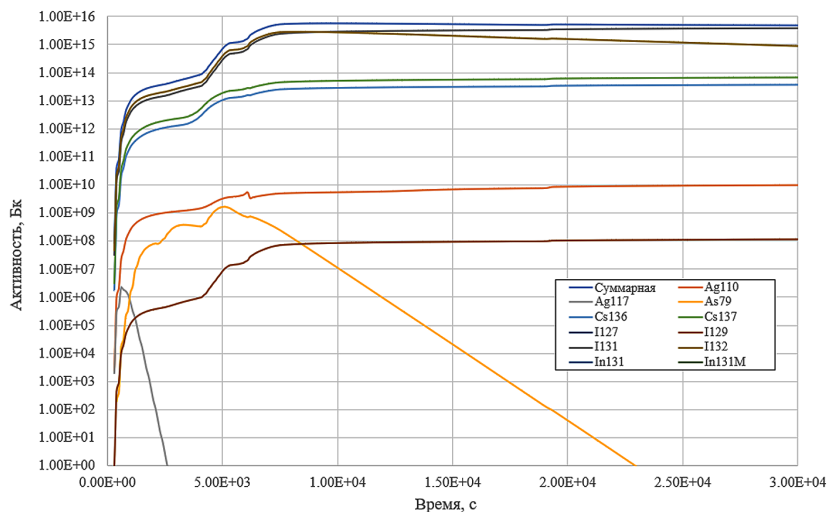


Рис. 39. Зависимость активности среды в помещении центрального зала от времени при запроектной аварии с полной потерей всех источников электроснабжения и разрывом главного циркуляционного трубопровода эквивалентным диаметром 500 мм

Результаты работы предназначены для использования ИАЦ Ростехнадзора в условиях аварийного реагирования для экспресс-оценки распределения ПД в помещениях АЭС в условиях тяжелых аварий.

2.3.3. Разработка моделей для выполнения теплогидравлических расчетов реакторной установки ПИК для совершенствования аварийной готовности информационно-аналитического центра Ростехнадзора (п. 37 приложения 7.1)

Цель работы – выполнение анализа теплогидравлических режимов эксплуатации ИР ПИК при нормальной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, и разработка расчетных моделей, позволяющих осуществлять оперативный расчет теплогидравлических характеристик ИР ПИК, в рамках деятельности Аналитического центра ФБУ «НТЦ ЯРБ» с целью поддержки ИАЦ Ростехнадзора.

В рамках указанной работы собраны и систематизированы исходные данные по технологическим схемам контуров охлаждения, геометрическим и теплотехническим характеристикам активной зоны, энергонапряженности активной зоны, режимным параметрам, гидравлическим характеристикам элементов первого контура, теплофизическим свойствам материалов, характеристикам используемого в проекте оборудования, функционированию систем безопасности, необходимые для проведения теплогидравлических расчетов ИР ПИК.

В результате выполнения отмеченной работы создана расчетная модель активной зоны, систем охлаждения, основных систем безопасности и систем автоматизации ИР ПИК (рис. 40), которая позволяет моделировать теплогидравлические процессы, влияющие на безопасность ИЯУ ПИК.

С использованием разработанной модели ИР ПИК проведена серия теплогидравлических расчетов РУ в режимах работы на стационарном уровне мощности, а также в аварийных режимах, включая запроектные аварии без изменения геометрии активной зоны. Анализ аварий с отказами элементов первого контура и систем безопасности, аварий с разрывами напорного и отводящего трубопроводов, аварий с потерей внешнего электроснабжения показал эффективность систем безопасности, предусмотренных в проекте ИР ПИК в части обеспечения теплоотвода от элементов активной зоны.

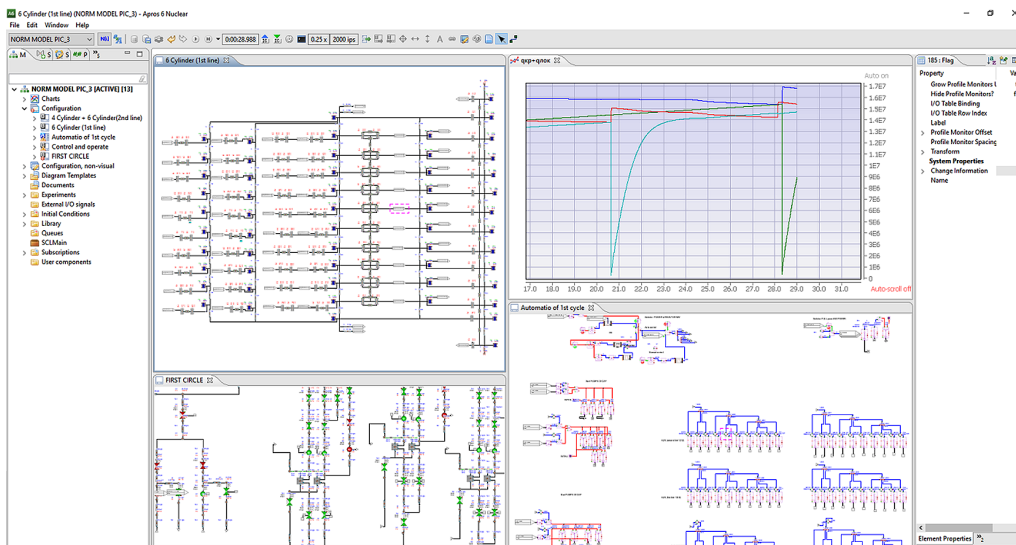


Рис. 40. Нодализация модель исследовательского реактора ПИК

Результаты работы и имеющиеся возможности компьютерного моделирования активно применялись в деятельности ФБУ «НТЦ ЯРБ», в том числе при проведении экспертиз безопасности, экспертиз программ для ЭВМ, а также при оказании научно-технической поддержки Ростехнадзору при рассмотрении вопросов, связанных с регулированием безопасности ИР. Теплогидравлическая модель ИР ПИК внедрена в Аналитический центр ФБУ «НТЦ ЯРБ», являющийся частью ИАЦ Ростехнадзора, и может быть использована в дальнейшем в деятельности рабочей группы оценки и прогнозирования технологического состояния ИЯУ в случае аварии на ИР ПИК. Полученный опыт создания теплогидравлических моделей ИР ПИК будет в дальнейшем использован при разработке моделей других ИР.

2.3.4. Адаптация симулятора ВВЭР к актуальным проектам АЭС с ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 для выполнения независимых расчетов в рамках экспертизы по обоснованию безопасности и экспертизы расчетного обоснования руководств по управлению запроектными и тяжелыми авариями

Работа выполнялась в три этапа. Целью этих этапов работы являлась разработка специальных рабочих версий симулятора ВВЭР применительно к проектам ЛАЭС-2 и Белорусской АЭС (этап 1), Нововоронежской АЭС-2 (этап 2) и Курской АЭС-2 (этап 3) для использования при расчетном анализе запроектных аварий без плавления топлива и запроектных тяжелых аварий с плавлением топлива в рамках подготовки экспертных заключений по расчетно-аналитическому обоснованию безопасности энергоблоков и эффективности процедур РУЗА.

Объектом исследования являлись теплогидравлические процессы, происходящие в РУ энергоблоков, в защитной оболочке и устройстве локализации расплава на внутрикорпусной и внекорпусной стадиях запроектных и тяжелых запроектных аварий.

Рабочие версии предназначались для выполнения расчетных анализов с учетом работы систем безопасности и систем управления и защиты, а также с учетом действий оперативного персонала в рамках выполнения процедур РУЗА.

Разработка рабочих версий симулятора ВВЭР для каждого из рассмотренных проектов сопровождалась тестированием и верификацией на базе результатов расчетных анализов по обоснованию безопасности, входящих в проектную документацию.

Этап 1. Разработка рабочей версии симулятора ВВЭР к проектам ЛАЭС-2 и Белорусская АЭС (проект В-491)

Целью первого этапа работы являлась разработка рабочей версии симулятора ВВЭР применительно к проектам ЛАЭС-2 и Белорусской АЭС. Для верификации рабочей версии симулятора ВВЭР использовались результаты расчетных анализов, приведенных в окончательном ООБ Ленинградской АЭС-2, блок 1, и в отчете НИЦ «Курчатовский институт» с результатами расчетного обоснования РУЗА в части смягчения последствий тяжелой аварии.

В результате выполнения этапа 1 разработана рабочая версия симулятора ВВЭР применительно к проекту второй очереди ЛАЭС-2 и Белорусской АЭС с реакторами ВВЭР-1200. В рамках тестирования были выполнены расчетные анализы 12 режимов запроектных аварий, в том числе 3 режимов запроектных аварий с плавлением активной зоны и разрушением корпуса реактора и 2 режимов запроектных аварий с действиями оперативного персонала в рамках инструкций РУЗА.

Примеры результатов тестирования приведены на рис. 41 и 42.

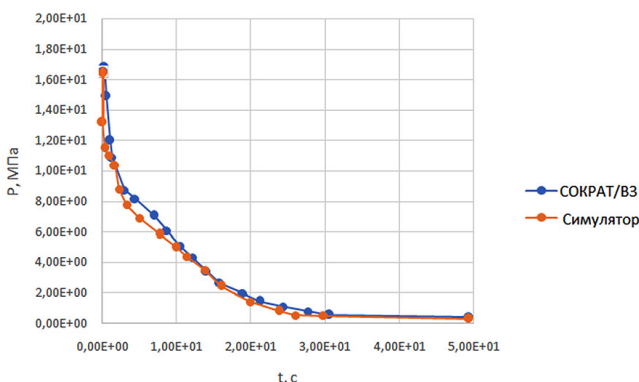


Рис. 41. Давление в 1 контуре при разрыве главного циркуляционного трубопровода Ду 850 с наложением отказа активной части системы аварийного охлаждения активной зоны

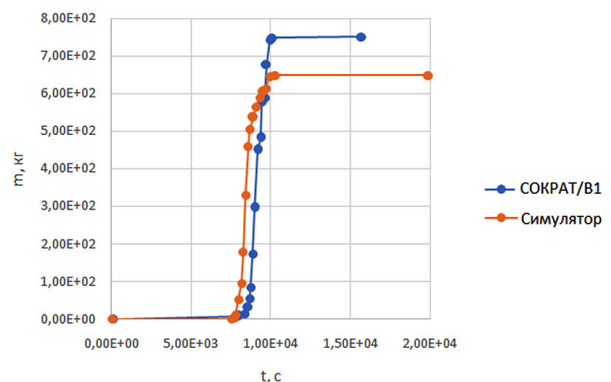


Рис. 42. Вынос водорода из реакторной установки при разрыве всех паропроводов в неотсекаемой части с отказом системы аварийного охлаждения активной зоны высокого давления

По результатам тестирования симулятора ВВЭР (версия ЛАЭС-2) и сравнения полученных результатов расчетов с результатами расчетного обоснования безопасности проекта ЛАЭС-2 и процедур по управлению запроектными авариями для этого проекта можно констатировать, что использование симулятора ВВЭР для анализа внутрикорпусной и внекорпусной стадий тяжелых запроектных аварий позволяет получить адекватное представление о протекании аварии, определить количественные значения важных для оценки безопасности параметров, определить временные характеристики стадий аварии и смоделировать вмешательство оперативного персонала в рамках стратегий по управлению аварией. Отдельные расхождения в результатах расчетов в проекте и на симуляторе ВВЭР были проанализированы и прокомментированы.

Этап 2. Разработка рабочей версии симулятора ВВЭР к проекту НВАЭС-2 (проект В-392М)

Целью второго этапа являлась разработка рабочей версии симулятора ВВЭР применительно к проекту НВАЭС-2. Для верификации рабочей версии симулятора ВВЭР использовались результаты расчетных анализов, приведенных в окончательном ООБ Нововоронежской АЭС-2, блок 1.

В результате выполнения этапа 2 разработана рабочая версия симулятора ВВЭР применительно к проекту второй очереди Нововоронежской АЭС с реакторами ВВЭР-1200. В рамках тестирования были выполнены расчетные анализы десяти аварийных режимов, в том числе 5 режимов проектных аварий, 2 режимов запроектных аварий без плавления топлива и 3 режимов запроектных аварий с плавлением топлива и разрушением корпуса реактора.

По результатам тестирования симулятора ВВЭР (версия НВАЭС-2) и сравнения полученных результатов расчетов с результатами расчетного обоснования безопасности проекта НВАЭС-2 можно констатировать, что основные стадии аварии в расчетах по коду «СОКРАТ» и по симулятору, выполненных по одинаковому сценарию, совпадают (рис. 43, 44). В сценариях тяжелых аварий расчеты показывают, что в обоих случаях авария переходит в тяжелую стадию, но имеются различия во временах наступления и окончания отдельных фаз аварии, что объясняется различиями в математических моделях, использованных в расчетах ООБ и симуляторе. Вместе с тем использование различных теплогидравлических кодов для проведения в рамках экспертизы вариантных проверочных расчетов позволяет вынести более обоснованное заключение о правильности выполненного расчетного обоснования.

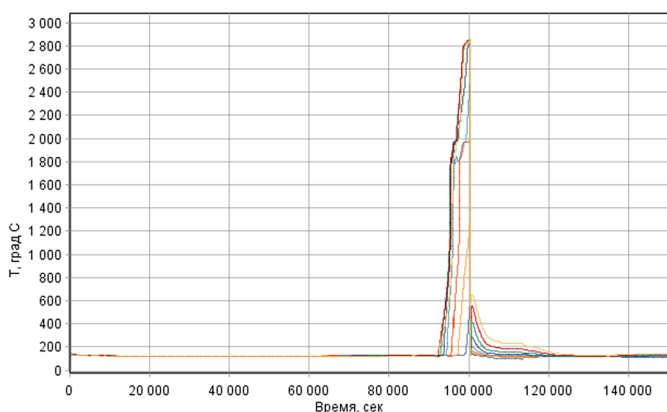


Рис. 43. Симулятор (8 из 15 ячеек по высоте)

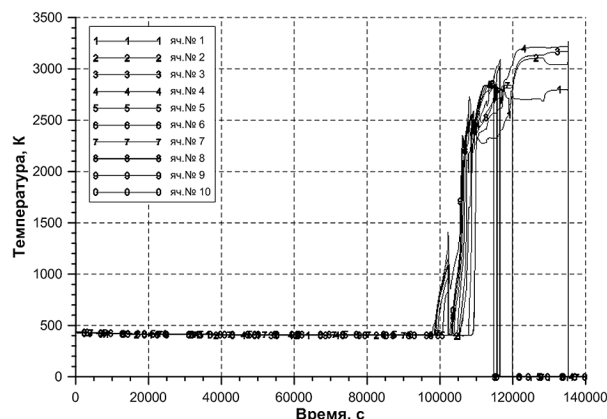


Рис. 44. «СОКРАТ/В1» (10 ячеек по высоте)

Большая течь при разрыве главного циркуляционного трубопровода с полным обесточиванием

Этап 3. Разработка рабочей версии симулятора ВВЭР к проекту Курской АЭС-2 (проект В-510К)

Целью третьего этапа являлась разработка рабочей версии симулятора ВВЭР применительно к проекту второй очереди Курской АЭС (типовой оптимизированный и информатизированный проект). Для верификации рабочей версии симулятора ВВЭР использовались результаты расчетных анализов, приведенных в предварительном ООБ Курской АЭС-2, блок 1.

В результате выполнения этапа 3 разработана рабочая версия симулятора ВВЭР применительно к проекту второй очереди Курской АЭС с реакторами ВВЭР-1300. В рамках тестирования были выполнены расчетные анализы 10 аварийных режимов, в том числе 4 режимов проектных аварий, 4 режимов запроектных аварий без плавления топлива и 2 режимов запроектных аварий с плавлением топлива и разрушением корпуса реактора (рис. 45, 46).

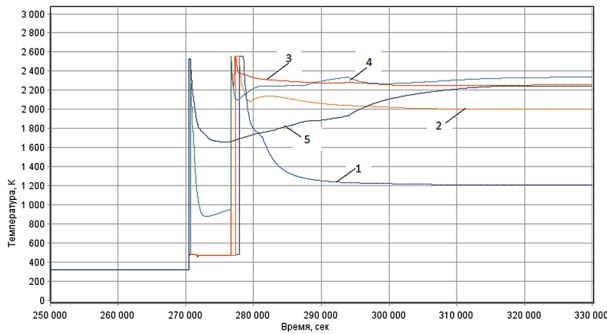


Рис. 45. Температуры расплава в устройстве локализации расплава по слоям сверху вниз (Симулятор)

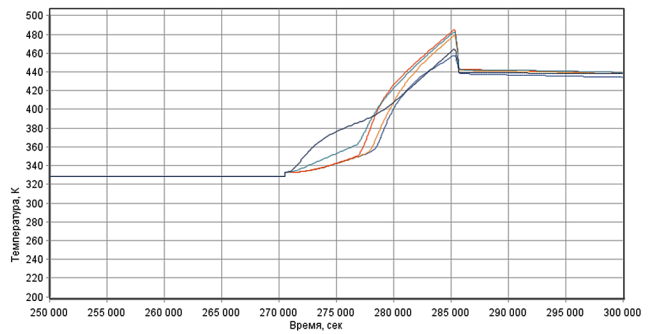


Рис. 46. Температуры наружного корпуса устройства локализации расплава по слоям сверху вниз (Симулятор)

Большая течь при разрыве главного циркуляционного трубопровода с полным обесточиванием (более 72 часов)

Возможность выполнять на симуляторе ВВЭР расчеты запроектных аварий от заданного исходного состояния РУ до внекорпусной стадии тяжелой запроектной аварии в ускоренном режиме (в 5–6 раз быстрее реального времени) позволяет использовать симулятор для выполнения длительных вариантных расчетов на симуляторе в рамках поддержки экспертизы расчетного обоснования действий оператора в запроектных тяжелых авариях. Кроме того, возможность использования симулятора в ускоренном режиме расчета делает его средством для экспресс-прогноза развития аварийной ситуации с точки зрения определения возможности перехода аварии в тяжелую стадию, определения запаса времени до перехода в тяжелую стадию и оценки эффективности различных вариантов действий операторов.

На последующих этапах работы планируется разработка рабочих версий для реакторов ВВЭР-1000 (проекты В-320 и В-338). В результате выполнения всего комплекса работ по данной теме предполагается получить версию симулятора ВВЭР, предназначенную для поддержки экспертизы расчетного обоснования безопасности для РУ с реакторами ВВЭР-1000, ВВЭР-1200 и ВВЭР-1300.

2.3.5. Разработка и верификация моделей для расчета запроектных аварий реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем

С целью адаптации программы «СОКРАТ-БН/В2» в деятельности по научно-технической поддержке Ростехнадзора, в частности оценки безопасности действующих и проектируемых реакторов с натриевым теплоносителем, а также поддержания аварийной готовности ИАЦ Ростехнадзора, проводится разработка полномасштабной модели реактора БН-800 и в перспективе модели реакторов БН-600 и БН-1200.

В 2021 г. подготовлена модель и исполнительные файлы программы «СОКРАТ-БН/В2» для расчетов стационарного состояния реактора БН-800. Выполнен расчет стационарного состояния реактора при работе на номинальном уровне мощности. Подтверждена устойчивость расчета стационарного состояния с учетом работы основных регуляторов и обратных связей по физическим характеристикам активной зоны.

Проведена верификация расчетов основных параметров реактора в стационарном состоянии с проектными значениями, указанными в ООБ энергоблока с реактором БН-800.

Разрабатываемая комплексная модель планируется для использования в рамках деятельности ФБУ «НТЦ ЯРБ» по научно-технической поддержке Ростехнадзора, а именно:

- оценки перечня запроектных аварий и мероприятий по их управлению действующих энергоблоков с реакторами БН-600 и БН-800;

- создания Альбома запроектных аварий и оценок выбросов ПД в помещения Белоярской АЭС и окружающую среду в рамках поддержания аварийной готовности ИАЦ Ростехнадзора;
- подготовки предложений по оценке эффективности мер по управлению запроектными авариями на реакторах типа БН;
- оценки протекания запроектных аварий на проектируемых энергоблоках с реакторами типа БН (БН-1200, БН-1200М).

2.3.6. Экспертная оценка теплогидравлических процессов в реакторной установке АЭС с ВВЭР в условиях проектных и запроектных аварий с предложениями по принятию регулирующих решений

Работа выполнялась в два этапа.

Этап 1. Совершенствование расчетной модели РУ АЭС с ВВЭР-1200 проекта В-491 путем включения моделей регуляторов РУ с динамическими характеристиками, соответствующими проектным. Верификация стационарного состояния.

Целью первого этапа работы являлась доработка ранее разработанной расчетной модели РУ Ленинградской АЭС-2 проекта В-491 с граничными условиями по второму контуру в части внедрения в нее моделей реальных регуляторов РУ с динамическими характеристиками, соответствующими проектным, а также выполнение верификации стационарного состояния модели с обновленными регуляторами.

Объектом исследования являлись процессы, происходящие в РУ энергоблоков № 1 и 2 Ленинградской АЭС-2 при нарушениях нормальной эксплуатации, а также при проектных и запроектных авариях.

При разработке отчетов был использован расчетный метод исследования.

В рамках данного этапа были разработаны модели регуляторов РУ, алгоритмы работы которых соответствуют проектным, и представлено описание разработанных моделей. В модели реализованы регуляторы давления в компенсаторе давления, уровня в компенсаторе давления (рис. 47), давления в парогенераторе, уровня в парогенераторе, давления в главном предохранительном клапане (рис. 48), автоматическом регуляторе мощности, быстродействующей редуцирующей установке сброса пара в конденсатор, и выполнен расчет стационарного режима работы блока на номинальной мощности с использованием разработанных моделей регуляторов. Сравнение полученных результатов расчета с данными ООБ свидетельствует о приемлемом совпадении расчетных и проектных параметров – в пределах допустимых отклонений, установленных проектом. Таким образом, на данном этапе работы подтверждена адекватность моделирования основного оборудования и регуляторов РУ и корректность подбора коэффициентов регулирования.

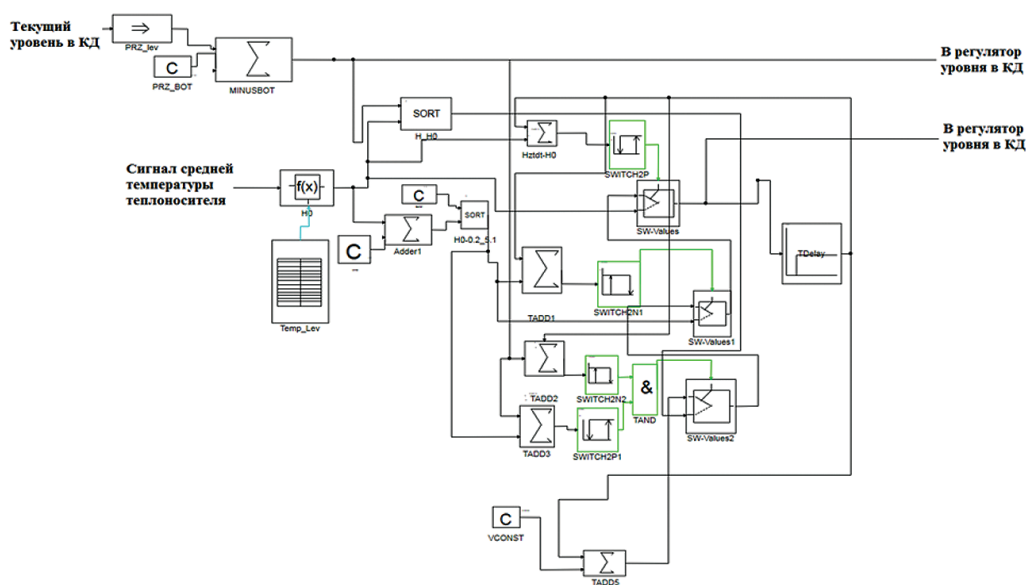


Рис. 47. Модель алгоритма определения заданного уровня в компенсаторе давления

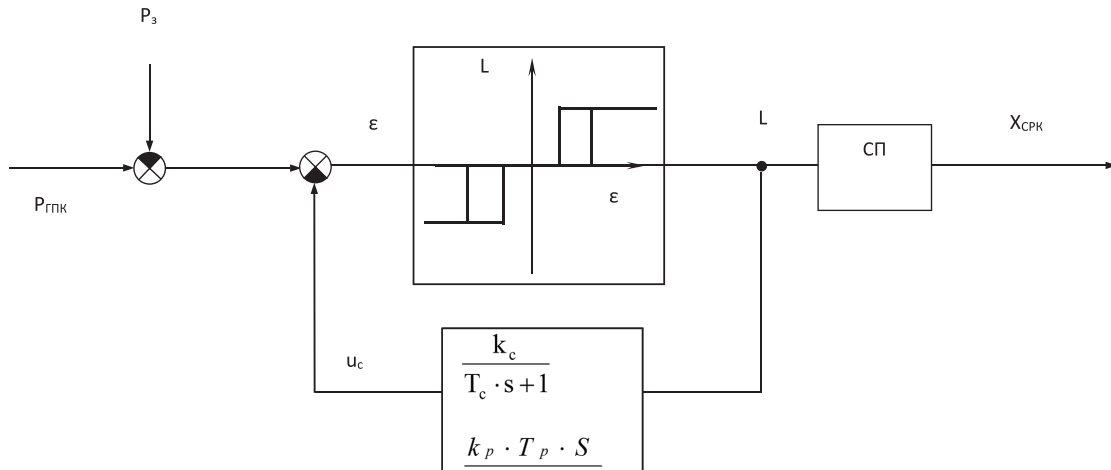


Рис. 48. Модель алгоритма регулятора давления в главном предохранительном клапане

Этап 2. Совершенствование расчетной модели РУ АЭС с ВВЭР-1200 проекта В-491 путем включения моделей регуляторов РУ с динамическими характеристиками, соответствующими проектным. Кросс-верификация динамических режимов с работой регуляторов первого и второго контуров.

Целью второго этапа работы была доработка ранее разработанной расчетной модели РУ Ленинградской АЭС-2 проекта В-491 с граничными условиями по второму контуру в части внедрения в нее моделей реальных регуляторов РУ с динамическими характеристиками, соответствующими проектным, а также выполнение кросс-верификации динамических режимов с работой регуляторов первого и второго контуров.

Объектом исследования являлись процессы, происходящие в РУ энергоблоков № 1 и 2 Ленинградской АЭС-2 при нарушениях нормальной эксплуатации, а также при проектных и запроектных авариях.

При разработке отчетов был использован расчетный метод исследования.

В рамках данного этапа были доработаны модели регуляторов РУ, алгоритмы работы которых соответствуют проектным и которые функционируют в выбранных для расчета сценариях нарушений нормальной эксплуатации и аварий. В частности, в модели доработаны регуляторы быстродействующей редуцирующей установки сброса пара в конденсатор (рис. 49), быстродействующей редуцирующей установки сброса пара в атмосферу (рис. 50), импульсного предохранительного устройства компенсатора давления, импульсного предохранительного устройства парогенератора, уточнены и введены в модель уставки срабатывания аварийных защит и запуска инженерных систем безопасности. Выполнены расчеты представительных сценариев с работой регуляторов 1 и 2 контуров и систем безопасности:

- снижение температуры питательной воды (нарушение нормальной эксплуатации с увеличением отвода тепла вторым контуром);
- ложное закрытие быстродействующего запорно-отсечного клапана (нарушение нормальной эксплуатации с уменьшением отвода тепла вторым контуром);
- отключение одного главного циркуляционного насоса из четырех работающих (нарушение нормальной эксплуатации с уменьшением расхода теплоносителя);
- течь теплоносителя первого контура, компенсируемая системой подпитки (нарушение нормальной эксплуатации с уменьшением количества теплоносителя первого контура);
- ложное срабатывание системы пассивного отвода тепла через парогенераторы (нарушение нормальной эксплуатации с ложной работой систем);
- полное прекращение подачи питательной воды в парогенераторы (запроектная авария с плотным первым контуром);
- малая течь первого контура с отказом системы аварийного охлаждения активной зоны высокого давления (запроектная авария с течью первого контура);

■ непредусмотренное открытие импульсного предохранительного устройства парогенератора с последующей непосадкой и несрабатыванием аварийной защиты (запроектная авария типа ATWS (Anticipated Transients Without Scram – ожидаемый переходной режим без срабатывания аварийной защиты)).

Проведена кросс-верификация данных режимов РУ с расчетами из ООБ. Сравнение результатов расчетов, полученных с использованием программы для ЭВМ “ATHLET” и из ООБ, подтверждает корректность разработанной модели РУ энергоблока нового поколения Ленинградской АЭС-2.

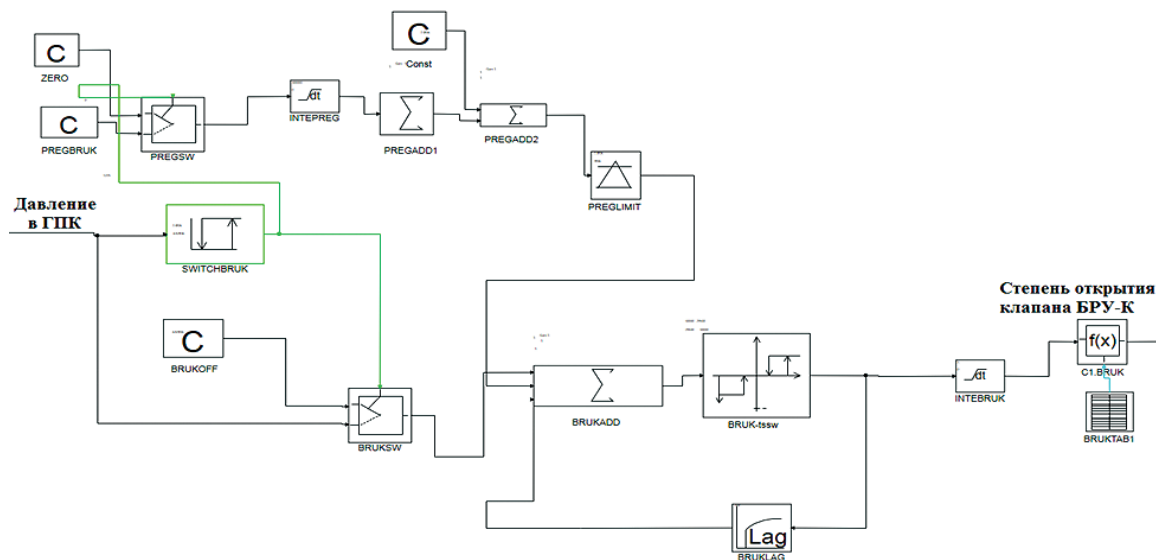


Рис. 49. Модель регулятора быстродействующей редукционной установки сброса пара в конденсатор

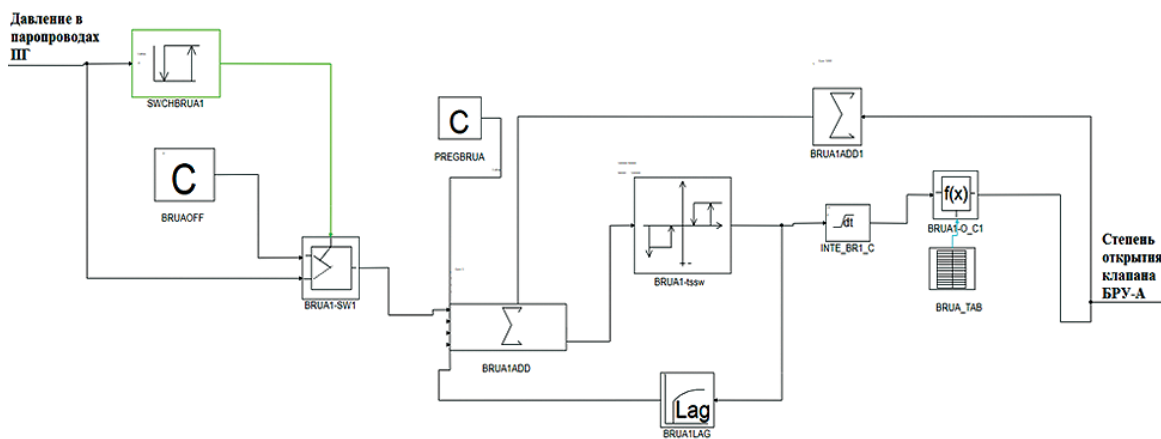


Рис. 50. Модель регулятора быстродействующей редукционной установки сброса пара в атмосферу

По результатам проведенных расчетов сделан вывод о возможности использования разработанной модели РУ энергоблока нового поколения с реакторами типа ВВЭР-1200 проекта В-491 для выполнения независимых расчетов аварийных процессов (за исключением тяжелых аварий и аварий, для которых существенно изменение пространственного распределения энерговыделения в активной зоне и изменение остаточного энерговыделения при продолжительном отклонении нейтронной мощности от номинальной) в поддержку лицензирования.

2.3.7. Разработка моделей пунктов захоронения радиоактивных отходов с целью получения независимых прогнозных оценок долговременной безопасности (п. 38 приложения 7.1)

Цель работы – разработка моделей ППЗРО отделения «Новоуральское» филиала «Северский» и филиала «Озерский» ФГУП «НО РАО» с целью получения независимых прогнозных оценок долговременной безопасности.

В рамках работы выполнены сбор и подготовка исходных данных о характеристиках района и площадки размещения ППЗРО «Новоуральское» филиала «Северский» и филиала «Озерский» ФГУП «НО РАО», инженерных и естественных барьерах безопасности, объеме и составе захораниваемых РАО, необходимых для разработки расчетных моделей ППЗРО.

При проведении работы проанализированы материалы проектно-изыскательских работ по ППЗРО, предоставленные ФГУП «НО РАО» и ФГБУ «Гидроспецгеология», а также данные объектового мониторинга состояния недр, проводимого на площадках размещения ППЗРО. Изучены гидрогеологические условия районов размещения ППЗРО по данным, предоставленным ФГБУ «Российский федеральный геологический фонд». Собранные данные были формализованы с целью последующей параметризации моделей ППЗРО.

На основе собранных данных разработаны цифровые модели рельефа районов и площадок размещения ППЗРО отделения «Новоуральское» филиала «Северский» и филиала «Озерский» ФГУП «НО РАО» (рис. 51, 52), которые будут использованы при разработке моделей ППЗРО.

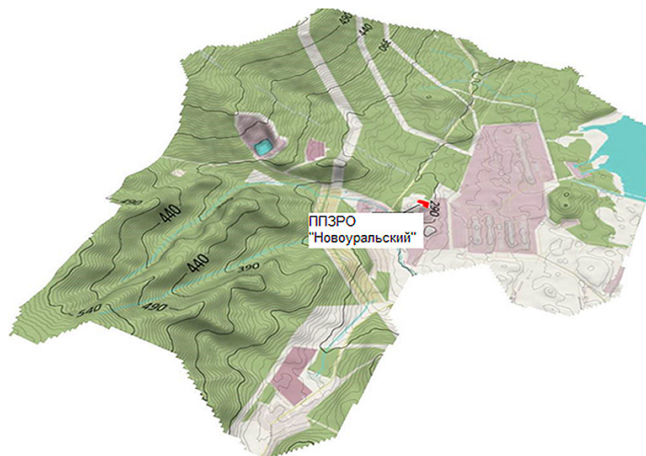


Рис. 51. Цифровая модель рельефа пункта приповерхностного захоронения радиоактивных отходов отделения «Новоуральское» филиала «Северский» ФГУП «НО РАО»



Рис. 52. Цифровая модель рельефа пункта приповерхностного захоронения радиоактивных отходов филиала «Озерский» ФГУП «НО РАО»

По результатам работы подготовлены исходные данные для разработки моделей ППЗРО, предназначенных для получения независимых прогнозных оценок долговременной безопасности ППЗРО.

Результаты расчетов на разработанных моделях ППЗРО будут использоваться Ростехнадзором в рамках деятельности по лицензированию ППЗРО отделения «Новоуральское» филиала «Северский» и филиала «Озерский» ФГУП «НО РАО».

2.3.8. Исследование методических подходов и результатов расчетно-вероятностного анализа взрывопожаробезопасности технологических процессов линии карботермического синтеза модуля фабрикации/рефабрикации в составе работ по научно-техническому управлению и сопровождению работ по надежности в рамках мероприятий проектного направления «Прорыв»

Цель работы – анализ методики и выполненных расчетов вероятности возникновения взрыва и пожара на линии карботермического синтеза модуля фабрикации и пускового комплекса рефабрикации плотного СНУП, а также разработка рекомендаций для учета при корректировке расчетов.

В рамках работы рассмотрены полнота и корректность выделения взрывопожароопасных зон линии карботермического синтеза модуля фабрикации/рефабрикации. Выполнена оценка:

- принятых в вероятностном анализе показателей безопасности линии карботермического синтеза модуля фабрикации/рефабрикации показателей пожаровзрывоопасности технологических сред;
- расчетов для линии карботермического синтеза на предмет полноты, принятой логики и исходных данных расчетных моделей.

В ходе работы отмечено, что на условия возникновения самовоспламенения (самовозгорания) реакционноспособной системы, находящейся в технологическом оборудовании, влияет совокупность следующих параметров, которые следует учитывать при анализе безопасности:

- температура реакционной смеси, содержащей горючее вещество, окислитель, инертные вещества, примеси;
- давление реакционной смеси;
- соотношение компонентов реакционной смеси;
- характеристики теплоотдачи от реакционной системы через стенки технологического оборудования к окружающей среде (удельная поверхность, коэффициент теплоотдачи и др.), зависящие от масштаба технологического процесса;
- характеристики частиц горючего вещества (удельная поверхность, размер частиц и др.).

Также было указано о необходимости уточнения ряда свойств технологических сред и возможных сценариев развития аварийных ситуаций.

2.4. Разработка проектов нормативных документов

2.4.1. Разработка проектов федеральных норм и правил

В соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» ФНП – нормативные правовые акты, устанавливающие требования к безопасному использованию атомной энергии, включая требования безопасности ОИАЭ, требования безопасности деятельности в области использования атомной энергии, в том числе цели, принципы и критерии безопасности, соблюдение которых обязательно при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

ФНП составляют основу нормативной правовой базы, используемой для регулирования безопасности ОИАЭ.

Действующая система ФНП включает в себя 105 документов, имеющих следующие области распространения:

- все объекты использования атомной энергии – 22;
- атомные станции – 30;
- исследовательские ядерные установки – 11;

- объекты ядерного топливного цикла – 16;
- ядерные установки судов – 9;
- радиационные источники – 4;
- обращение с радиоактивными отходами – 12;
- космические аппараты с ядерными реакторами – 1.

Практика применения ФНП показывает в целом эффективность установленных в них требований, что в первую очередь подтверждается успешным и безопасным функционированием атомного энергопромышленного комплекса.

Актуализация системы ФНП проводится регулярно с целью обеспечения полноты требований к безопасности ОИАЭ и видов деятельности в этой области путем разработки новых документов, а также внесения изменений в действующие документы.

В целях совершенствования нормативной правовой базы Ростехнадзора в области использования атомной энергии заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым 12.03.2021 был утвержден «Стратегический план реализации Концепции совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии на 2021–2031 гг.».

В рамках выполнения указанного плана в 2021 г. в разработке находились 36 проектов ФНП, из них в 2021 г. утверждены следующие:

1) Изменения в НП-104-18 «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (утверждены приказом Ростехнадзора от 16.12.2020 № 538, приказ зарегистрирован Минюстом России 12.04.2021, регистрационный № 63104);

2) НП-107-21 «Правила устройства и безопасной эксплуатации корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем» (утверждены приказом Ростехнадзора от 24.03.2021 № 112, приказ зарегистрирован Минюстом России 28.05.2021, регистрационный № 63670);

3) НП-108-21 «Требования к обоснованию прочности корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем» (утверждены приказом Ростехнадзора от 21.07.2021 № 258, приказ зарегистрирован Минюстом России 05.10.2021, регистрационный № 65290);

4) НП-011-21 «Требования к отчету по обоснованию безопасности судов атомно-технологического обслуживания» (утверждены приказом Ростехнадзора от 23.08.2021 № 285, приказ зарегистрирован Минюстом России 28.09.2021, регистрационный № 65164);

5) Изменения в НП-019-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности» (утверждены приказом Ростехнадзора от 13.09.2021 № 299, приказ зарегистрирован Минюстом России 19.10.2021, регистрационный № 65473).

2.4.1.1. Разработка проекта федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих требования по ядерной безопасности реакторов с расплавами и растворами солей ядерных материалов

Государственной программой Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» предусмотрены мероприятия по развитию технологий жидкосолевых реакторов, использующих в качестве топлива расплав солей ЯМ, а также комплексов с такими реакторами, предназначенных для утилизации минорных актинидов.

На начальном этапе запланированы работы по созданию экспериментально-исследовательской базы, в том числе исследовательского жидкосолевого реактора. Главной особенностью исследовательского жидкосолевого реактора является использование расплава несущей соли с добавлением ЯМ в качестве топлива и теплоносителя условного первого контура.

Создание нормативной правовой основы обеспечения безопасности таких новых перспективных ОИАЭ, как жидкосолевые ядерные реакторы, является одной из основных задач, которая позволит не допустить снижения уровня безопасности новых технологий по сравнению с активно применяемыми

в настоящее время, а также избежать установления некорректных или необоснованных требований, препятствующих развитию науки и техники в области использования атомной энергии в Российской Федерации. Концептуальный проект исследовательского жидкосолевого реактора приведен на рис. 53.

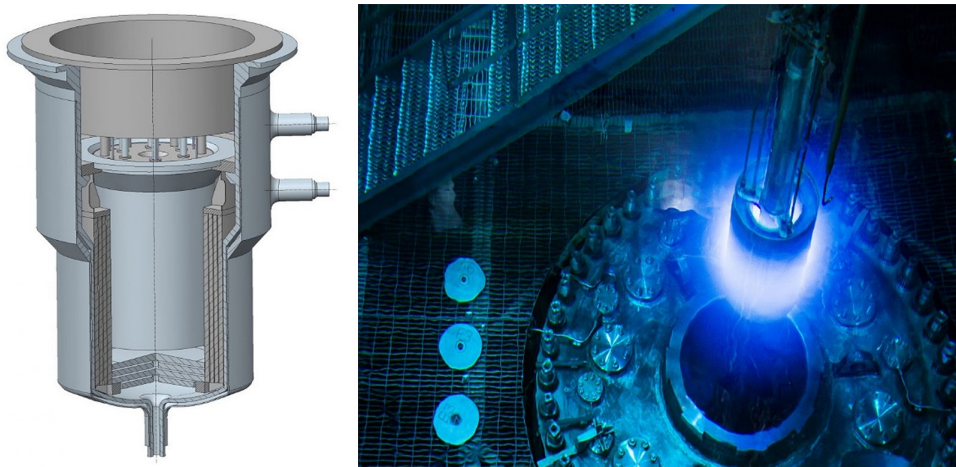


Рис. 53. Концептуальный проект исследовательского жидкосолевого реактора

Целью работы по данному направлению в 2021 г. являлся анализ российской нормативной правовой базы и международных подходов к регулированию безопасности реакторов с расплавами и растворами солей ЯМ и разработка предложений по учету особенностей реакторов с расплавами и растворами солей ЯМ в проекте ФНП, устанавливающих требования по ядерной безопасности реакторов с расплавами и растворами солей ЯМ.

В рамках данной работы выполнены:

- анализ принятых в МАГАТЭ, США и Канаде подходов по обеспечению безопасности новых перспективных реакторов;
- анализ возможности учета требований нормативных документов Российской Федерации в области использования атомной энергии при разработке проекта новых ФНП, устанавливающих требования по обеспечению ядерной безопасности реакторов с расплавами и растворами солей ЯМ;
- оценка разработанных АО «НИКИЭТ» материалов проекта РУ с исследовательским жидкосолевым реактором.

По итогам работы, выполненной в 2021 г., разработаны предложения по учету особенностей реакторов с расплавами и растворами солей ЯМ в проекте ФНП, устанавливающих требования по ядерной безопасности реакторов с расплавами и растворами солей ЯМ.

2.4.1.2. Разработка предложений по установлению требований безопасности установок по переработке радиоактивных отходов, пунктов хранения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, не относящихся к объектам ядерного топливного цикла (п. 7 приложения 7.1)

Цель работы – разработка предложений по установлению требований по обеспечению безопасности установок по переработке РАО, ПХ РВ и ПХРО, не относящихся к объектам ЯТЦ, и внесению изменений в действующие ФНП либо разработке новых ФНП, устанавливающих требования по обеспечению безопасности указанных объектов.

На основе проведенного на предыдущем этапе работы анализа полноты и достаточности требований ФНП (на рис. 54 приведены рассмотренные ФНП), предъявляемых к установкам по переработке РАО, ПХ РВ и ПХРО, не относящихся к объектам ЯТЦ, разработаны предложения по установлению требований безопасности для:

- ПХ РВ, не относящихся к объектам ЯТЦ;
- ПХРО, не относящихся к объектам ЯТЦ;
- установок по переработке РАО, не относящихся к объектам ЯТЦ.



Рис. 54. Федеральные нормы и правила, регулирующие безопасность установок по переработке радиоактивных отходов, пунктов хранения радиоактивных веществ и пунктов хранения радиоактивных отходов, не относящихся к объектам ядерного топливного цикла

Сделаны выводы о целесообразности разработки отдельных требований безопасности для ПХ РВ как самостоятельных ОИАЭ, не относящихся к объектам ЯТЦ (ФНП «Общие положения обеспечения безопасности ПХ РВ»), отдельных требований безопасности для ПХРО специализированных организаций (ФНП «Общие положения обеспечения безопасности ПХРО специализированных организаций по обращению с РАО»), а также внесения изменений в отдельные ФНП.

2.4.1.3. Самооценка соответствия референтных уровней безопасности WENRA по исследовательским реакторам нормативной правовой базе Российской Федерации (п. 13 приложения 7.1)

Целью работы является оценка уровня соответствия требований Ассоциации западноевропейских органов регулирования безопасности при использовании атомной энергии в мирных целях (WENRA) по безопасности ИЯУ действующим требованиям нормативной правовой базы Российской Федерации в области использования атомной энергии.

WENRA в декабре 2020 г. опубликовала документ “Safety Reference Levels for Existing Research Reactors”, содержащий основополагающие принципы и требования по обеспечению безопасности ИР.

С целью гармонизации подходов к регулированию безопасности ИЯУ в рамках Рабочей группы по ИР (далее – WGR) WENRA в 2021–2023 гг. запланировано проведение работ по самооценке полноты имплементации разработанных референтных уровней безопасности в национальном законодательстве и нормативных правовых актах стран-участниц WENRA.

Проведение работы направлено на фундаментальный комплексный анализ системы нормативных правовых актов, регулирующих безопасность ИЯУ, и выявление аспектов обеспечения безопасности, которые недостаточно урегулированы в действующих нормативных документах. Полученная по результатам выполнения данной работы информация позволит учесть международный опыт регулирования безопасности при оказании научно-технической поддержки Ростехнадзору в совершенствовании подходов к регулированию и обеспечению безопасности ИЯУ в Российской Федерации.

В 2021 г. проведен предварительный анализ российской нормативной правовой базы в области использования атомной энергии для оценки соответствия референтным уровням безопасности WENRA по ИР.

Предварительный анализ показал, что практически все положения документа “Safety Reference Levels for Existing Research Reactors” имплементированы в систему нормативных правовых актов Российской Федерации, регулирующих безопасность ИЯУ.

В 2022–2023 гг. предусмотрено проведение последующей оценки (кросс-верификации) результатов национальных самооценок полноты имплементации референтных уровней безопасности по ИР представителями стран-участниц WENRA.

2.4.1.4. Разработка предложений по учету в национальных актах стран, развивающих атомную энергетику с участием Российской Федерации, рекомендаций МАГАТЭ на примере федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (п. 24 приложения 7.1)

Цель работы – оказание научно-технической поддержки деятельности Ростехнадзора, направленной на реализацию заключенных соглашений и меморандумов о взаимопонимании с органами регулирования ЯРБ стран, приступающих или планирующих приступить к использованию атомной энергии с применением российских технологий, по вопросам развития законодательной и нормативно-правовой базы регулирования безопасности в части РИ.

Задачами работы являются:

- анализ и сравнение положений норм по безопасности МАГАТЭ и требований ФНП Российской Федерации, регламентирующих вопросы обеспечения безопасности РИ;
- разработка перечня требований к обеспечению безопасности РИ, включая цели, основные принципы и критерии обеспечения безопасности, соблюдение которых обязательно при проектировании (конструировании), размещении, сооружении (изготовлении), вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации РИ.

Указанные требования установлены в НП-038-16 «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников» (п. 38 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-038-16), которые были проанализированы в рамках данной работы.

По результатам сравнительного анализа положений норм по безопасности МАГАТЭ с требованиями НП-038-16 и НП-014-16 «Правила расследования и учета нарушений при эксплуатации и выводе из эксплуатации радиационных источников, пунктов хранения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов и обращении с радиоактивными веществами и радиоактивными отходами» (п. 15 приложения 7.5 к настоящему Отчету) специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» подготовлен перечень обязательных требований по обеспечению безопасности РИ (на русском и английском языках), который рекомендован к учету в национальных актах стран, развивающих атомную энергетику с участием Российской Федерации.

2.4.1.5. Анализ требований нормативных документов Российской Федерации и МАГАТЭ, применяющихся при учете влияния внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии

В рамках настоящей работы объектом исследования являлась нормативная база Российской Федерации, а также документы МАГАТЭ (основополагающие требования безопасности, специальные требования безопасности, РБ), относящиеся к учету и оценке внешних воздействий на ОИАЭ. Цель исследований – анализ требований нормативных документов Российской Федерации и МАГАТЭ, применяющихся при учете влияния внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ОИАЭ.

По результатам работы сделан вывод о том, что действующие в настоящее время ФНП отражают актуальный перечень возможных внешних воздействий природного и техногенного происхождения, гармонизированы с требованиями основных документов МАГАТЭ в области учета и оценки внешних воздействий.

2.4.2. Разработка проектов руководств по безопасности

В соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» органы государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии в целях содействия соблюдению требований ФНП разрабатывают, утверждают и вводят в действие РБ.

РБ содержат рекомендации по выполнению требований ФНП, в том числе по методам выполнения работ, методикам, проведению экспертиз и оценке безопасности, а также разъяснения и другие рекомендации по выполнению требований безопасности при использовании атомной энергии.

В настоящее время утверждены 139 РБ.

В целях совершенствования нормативной правовой базы Ростехнадзора в области использования атомной энергии заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым 25.12.2019 утвержден «Стратегический план актуализации системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии на период 2020–2025 гг.».

В рамках выполнения указанного плана в 2021 г. в разработке находилось 26 проектов РБ, из которых утверждены 12 РБ и внесено 1 изменение в РБ:

- 1) РБ-046-21 «Мониторинг гидрологических, метеорологических и аэрологических условий в районах размещения объектов использования атомной энергии» (приказ Ростехнадзора от 01.02.2021 № 31);
- 2) Изменения в РБ-093-20 «Радиационные и теплофизические характеристики отработавшего ядерного топлива водо-водяных энергетических реакторов и реакторов большой мощности канальных» (приказ Ростехнадзора от 04.02.2021 № 46);
- 3) РБ-005-21 «Рекомендации по методам и средствам контроля сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (приказ Ростехнадзора от 16.02.2021 № 61);
- 4) РБ-003-21 «Оценка долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов» (приказ Ростехнадзора от 19.03.2021 № 101);
- 5) РБ-067-21 «Положение о содержании годового отчета по обеспечению безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами, судов атомно-технологического обслуживания и объектов их инфраструктуры» (приказ Ростехнадзора от 26.03.2021 № 115);
- 6) РБ-021-21 «Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внешними воздействиями» (приказ Ростехнадзора от 19.05.2021 № 184);
- 7) РБ-004-21 «Рекомендации по формированию перечня радионуклидов, контролируемых в кондиционируемых радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла» (приказ Ростехнадзора от 07.07.2021 № 251);
- 8) РБ-008-21 «Рекомендации по разработке концепции вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии» (приказ Ростехнадзора от 30.07.2021 № 265);
- 9) РБ-106-21 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (приказ Ростехнадзора от 30.08.2021 № 288);
- 10) РБ-126-21 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (приказ Ростехнадзора от 09.09.2021 № 297);
- 11) РБ-085-21 «Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (приказ Ростехнадзора от 23.09.2021 № 326);
- 12) РБ-009-21 «Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при эксплуатации атомных станций и исследовательских ядерных установок» (приказ Ростехнадзора от 27.09.2021 № 334);
- 13) РБ-092-21 «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок в государство их поставщика» (приказ Ростехнадзора от 29.12.2021 № 472).

Кроме того, приказом Ростехнадзора от 25.06.2021 № 228 утверждены «Правила подготовки руководств по безопасности при использовании атомной энергии в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору».

2.4.2.1. Разработка проекта руководства по безопасности «Динамический мониторинг строительных конструкций объектов использования атомной энергии»

В 2021 г. в соответствии с п. 5 Стратегического плана актуализации системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии на период 2020–2025 гг., утвержденного заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым 25.12.2019, было разработано РБ-045-22 «Динамический мониторинг строительных конструкций объектов использования атомной энергии» (п. 33 приложения 7.6 к настоящему Отчету) (далее – РБ-045-22).

РБ-045-22 разработано в соответствии с требованиями п. 5.2 НП-064-17.

Целью данной работы являлась актуализация рекомендаций по проведению динамического мониторинга строительных конструкций ОИАЭ, содержащихся в РБ-045-08 «Динамический мониторинг строительных конструкций объектов использования атомной энергии» (приказ Ростехнадзора от 29.12.2008 № 1037, признан утратившим силу 22.03.2022), с учетом современного уровня развития методов диагностики и расчетного обоснования прочности и сейсмостойкости строительных конструкций.

В разработанном РБ-045-22 установлены общие рекомендации к целям, задачам и выполнению динамического мониторинга, рекомендации по выполнению вибродинамических испытаний и испытаний строительных конструкций методом поверхностных волн, рекомендации по анализу результатов динамического мониторинга зданий и сооружений с выводами о возможности дальнейшей безопасной эксплуатации, рекомендации по разработке (или уточнению) расчетных моделей строительных конструкций с учетом результатов динамических испытаний и их фактических физико-механических характеристик, рекомендации по разработке программы работ по динамическому мониторингу, по составлению отчета по результатам динамического мониторинга и по оформлению вибродинамического паспорта объекта.

РБ-045-22 предназначено для применения организациями, эксплуатирующими ОИАЭ, оказывающими услуги по мониторингу и обследованию строительных конструкций зданий и сооружений ОИАЭ, а также разрабатывающими материалы обоснования безопасности для получения лицензии на размещение, сооружение, эксплуатацию и вывод из эксплуатации ОИАЭ.

На данный момент научно-технический уровень разработанного РБ-045-22 соответствует современному уровню науки и техники, требованиям действующих правовых и нормативных документов (российских и зарубежных), а также рекомендациям международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых принимает участие Российская Федерация.

2.4.2.2. Разработка и совершенствование методов определения количества продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок, подлежащих возврату в государство их поставщика, основанных на условии эквивалентности активности

Целью работы являлась разработка подходов к определению количества продуктов переработки ввозимых в Российскую Федерацию ОТВС, основанных на условии эквивалентности активности. В рамках работы были рассмотрены основные существующие в мировой практике подходы к определению эквивалента активности радиоактивных материалов, а также регламентирующие нормативные документы. На основании результатов анализа были сформулированы предложения по усовершенствованию существующих в Российской Федерации подходов к оценке количества подлежащих возврату в государство поставщика продуктов переработки ОТВС.

В 2021 г. осуществлена разработка первой редакции проекта РБ «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок в государство их поставщика» (взамен РБ-092-13), проведено согласительное совещание по проекту РБ, а также разработана окончательная редакция проекта (утверждена приказом Ростехнадзора от 29.12.2021 № 472).

2.4.2.3. Развитие системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии в области нормирования выбросов и сбросов радиоактивных веществ

В 2021 г. ФБУ «НТЦ ЯРБ» были проведены научно-исследовательские работы по актуализации системы РБ, содержащих рекомендации по разработке и установлению нормативов допустимых выбросов и сбросов РВ в окружающую среду в соответствии с Методикой разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (приказ Ростехнадзора от 07.11.2012 № 639) и Методикой разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей (приказ Ростехнадзора от 22.12.2016 № 551). Актуализация упомянутой системы документов предусмотрена пп. 14, 18 и 21 Стратегического плана актуализации системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии на период 2020–2025 гг., утвержденного поручением заместителя руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтова от 25.12.2019 № 00-03-12-175.

В ходе этих работ по результатам анализа документов МАГАТЭ, а также нормативных документов стран с развитой атомной энергетикой предложены:

- усовершенствованный подход к выявлению необходимости (либо ее отсутствия) установления нормативов ДС для стационарных источников;
- усовершенствованный подход к определению перечня нормируемых радионуклидов в сбросах РВ в окружающую среду, основанный на моделировании гидрологического переноса радионуклидов;
- модель атмосферного переноса выбросов РВ из неорганизованных источников выбросов.

По результатам выполнения работы утверждены (рис. 55):

- РБ-085-21 «Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (приказ Ростехнадзора от 23.09.2021 № 326, взамен РБ-085-13);
- РБ-106-21 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (приказ Ростехнадзора от 30.08.2021 № 288, взамен РБ-106-15);
- РБ-126-21 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (приказ Ростехнадзора от 09.09.2021 № 297, взамен РБ-126-17).



Рис. 55. Система нормативно-методических и рекомендательных документов Ростехнадзора по нормированию выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

2.4.2.4. Выполнение научно-исследовательской работы «Разработка Единого отраслевого порядка сквозного процесса по переводу пунктов размещения особых радиоактивных отходов в пункты консервации особых радиоактивных отходов или пункты захоронения радиоактивных отходов и переводу пунктов консервации особых радиоактивных отходов в пункты захоронения радиоактивных отходов» в обеспечение мероприятий «Создание и развитие технологий переработки и кондиционирования радиоактивных отходов»

Цель работы – обеспечение нормативно-методического сопровождения деятельности Госкорпорации «Росатом» по реализации стратегических задач по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или в ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО, предусмотренных третьим этапом создания единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.11.2012 № 1185 «Об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами».

В рамках реализации научно-исследовательской работы выполнены следующие задачи:

- выполнен анализ требований нормативной документации и анализ документов, обосновывающих обеспечение ЯРБ, а также отечественного опыта по выполнению работ, связанных с эксплуатацией ПРОРАО и ПКОРАО, ПДХ РАО, отечественного и зарубежного опыта по эксплуатации и закрытию ПЗРО;
- разработана схема сквозного процесса по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО, на основе которой разработан проект Единого отраслевого порядка сквозного процесса по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО (далее – проект Единого отраслевого порядка);
- подготовлен доработанный проект Единого отраслевого порядка с учетом результатов совещания с представителями Госкорпорации «Росатом» по его обсуждению.

Согласно разработанной схеме сквозного процесса по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО возможно пять вариантов перевода (рис. 56).

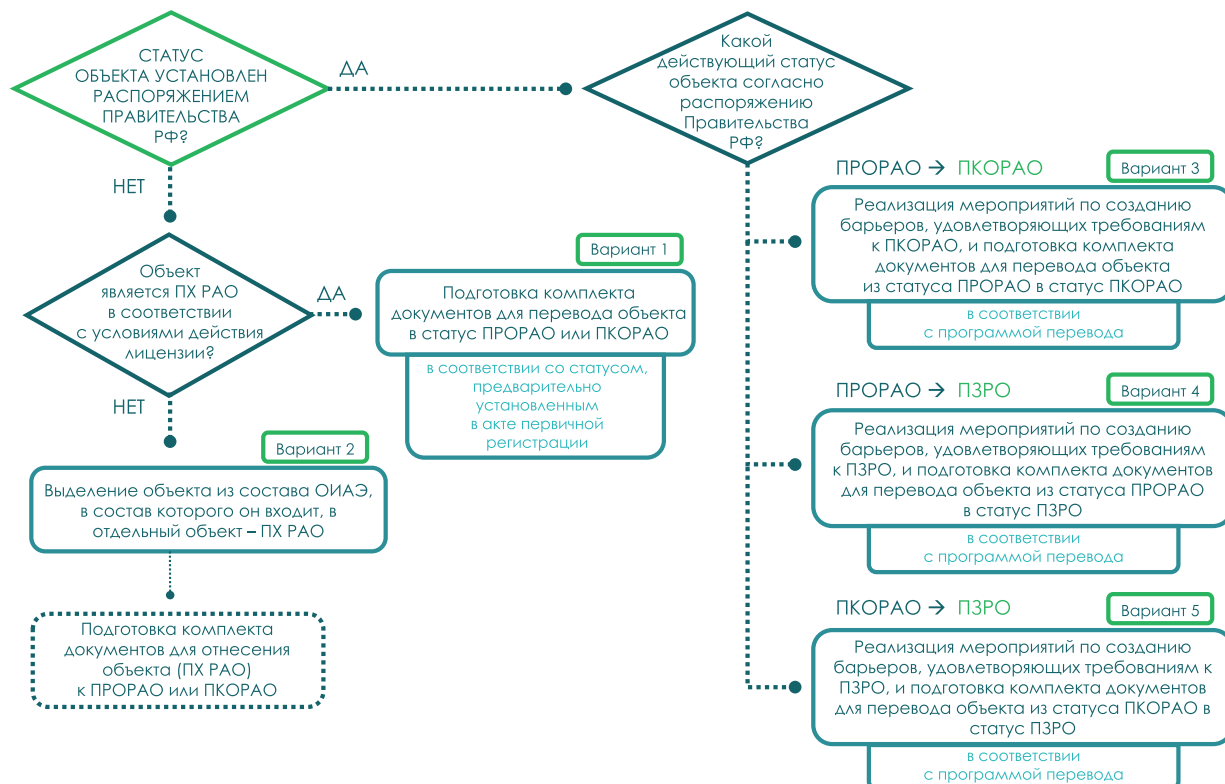


Рис. 56. Варианты реализации сквозного процесса по переводу пункта размещения особых радиоактивных отходов в пункт консервации особых радиоактивных отходов или пункт захоронения радиоактивных отходов и переводу пункта консервации особых радиоактивных отходов в пункт захоронения радиоактивных отходов

Доработанный проект Единого отраслевого порядка устанавливает сквозной порядок организации работ по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО, включая требования к порядку:

- подготовки ПРОРАО к переводу в ПКОРАО или ПЗРО и подготовки ПКОРАО к переводу в ПЗРО;
- разработки программы и проектной документации по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО;
- проведения инженерного и радиационного обследования ПРОРАО (ПКОРАО);
- выполнения оценки безопасности ПРОРАО (ПКОРАО) с учетом результатов обследования;
- выполнения работ по переводу ПРОРАО в ПКОРАО или ПЗРО и переводу ПКОРАО в ПЗРО;
- проведения радиационного контроля и мониторинга состояния ПРОРАО при переводе в ПКОРАО или ПЗРО и при переводе ПКОРАО в ПЗРО.

По итогам реализации научно-исследовательской работы были созданы и зарегистрированы на базе ФГАНУ ЦИТиС результаты интеллектуальной деятельности:

- № государственного учета результата интеллектуальной деятельности – 621111500113-0, дата постановки на учет – 15.11.2021;
- № государственного учета результата интеллектуальной деятельности – 121100700065-9, дата постановки на учет – 16.02.2022.

2.4.2.5. Программа обеспечения качества при осуществлении поставки систем и элементов для объектов использования атомной энергии АО «Концерн Росэнергоатом». Требования к содержанию и разработке

Целью работы являлась разработка типовых требований к программам обеспечения качества при осуществлении поставки систем и элементов на ОИАЭ АО «Концерн Росэнергоатом».

Разработанный документ распространяется на поставку систем и элементов 1–3 классов безопасности, в соответствии с НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (п. 2 приложения 7.5 к настоящему Отчету) (далее – НП-001-15), для ОИАЭ, входящих в состав АС (включая энергоблоки, хранилища ОЯТ, комплексы переработки и хранилища с применяемыми или образующимися на них ЯМ, РВ, РИ и РАО).

Разработанный документ определяет обязательные разделы программы обеспечения качества при осуществлении поставки систем и элементов, а также устанавливает требования к содержанию разделов в части порядка их разработки, построения, необходимой степени детализации описания организационно-технических мероприятий по обеспечению качества, применяемых при их реализации процедур в соответствии с ФНП, документами МАГАТЭ и организационно-распорядительной документацией эксплуатирующей организации.

Разработанный документ используется:

- при рассмотрении программы обеспечения качества поставщиков систем и элементов для ОИАЭ АО «Концерн Росэнергоатом» на стадии заключения договоров поставки;
- при проверке выполнения и оценке результативности выполнения программы обеспечения качества поставщиков систем и элементов для ОИАЭ АО «Концерн Росэнергоатом».

Разработанный документ обеспечивает организациям АО «Концерн Росэнергоатом»:

- исполнение требований НП-001-15;
- своевременность и объективность оценки корректирующих и предупреждающих мер по устранению несоответствий требованиям по качеству, предъявляемым АО «Концерн Росэнергоатом», к поставщикам систем и элементов для ОИАЭ.

Результатом данной работы стал документ «Программа обеспечения качества при поставке систем и элементов для объектов использования атомной энергии АО «Концерн Росэнергоатом». Требования к содержанию и разработке» (ТПРГ 1.1.3.09.1814-2021), утвержденный приказом АО «Концерн Росэнергоатом» от 24.08.2021 № 9/01/1327-П.

2.4.3. Некоторые результаты участия ФБУ «НТЦ ЯРБ» в комитетах по нормам безопасности МАГАТЭ и заседаниях рабочих групп АЯЭ ОЭСР

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в таких международных мероприятиях, как заседания Комиссии по нормам безопасности и Комитетов по нормам безопасности МАГАТЭ, регулярных заседаниях Комитетов АЯЭ ОЭСР и их рабочих групп, а также международных семинарах и конференциях, в рамках которых обсуждались вопросы нормативного правового регулирования безопасности при использовании атомной энергии.

Участие в международных мероприятиях позволило получить сведения и информацию о принятой за рубежом практике и опыте нормативно-правового регулирования, которые вместе с положениями документов международных организаций эффективно учитывались при пересмотре действующих и разработке новых российских ФНП и РБ, а также при проведении экспертиз безопасности.

Так, в 2021 г. был утвержден ряд нормативных и правовых актов, учитывающих рекомендации МАГАТЭ, в частности:

- при разработке РБ-046-21 «Мониторинг гидрологических, метеорологических и аэрологических условий в районах размещения объектов использования атомной энергии» (п. 34 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ № SSR-1 “Site Evaluation for Nuclear Installations” («Оценка площадок для ядерных установок», 2019), № SSG-18 “Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” («Метеорологические и гидрологические опасности при оценке площадок для ядерных установок», 2011), № NS-G-3.2 “Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants” («Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций», 2002);
- при разработке РБ-003-21 «Оценка долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов» (п. 4 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ серии норм безопасности № SSR-5 “Disposal of Radioactive Waste” («Захоронение радиоактивных отходов», 2011), № SSG-14 “Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste” («Пункты геологического захоронения радиоактивных отходов», 2011), № SSG-23 “The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste” («Обоснование и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов», 2012), а также документы АЯЭ ОЭСР “Methods for Safety Assessment of Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste: Outcomes of the NEA MeSA Initiative” («Методы оценки безопасности пунктов геологического захоронения радиоактивных отходов: результаты инициативы АЯЭ ОЭСР “MeSA”, 2012), “International Features, Events and Processes (IFEP) List for the Deep Geological Disposal of Radioactive Waste, Version 3.0” («Международный перечень особенностей, событий и процессов (IFEP) для пунктов глубинного геологического захоронения радиоактивных отходов, версия 3.0», 2019);
- при разработке РБ-004-21 «Рекомендации по формированию перечня радионуклидов, контролируемых в кондиционируемых радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла» (п. 5 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ серии норм безопасности № SSR-5 “Disposal of Radioactive Waste” («Захоронение радиоактивных отходов», 2011), № GSR Part 5 “Predisposal Management of Radioactive Waste” («Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением», 2009), № SSR-4 “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” («Безопасность установок ядерного топливного цикла», 2017), № SSG-29 “Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste” («Приповерхностные пункты захоронения радиоактивных отходов», 2014), № SSG-1 “Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste” («Скважинные установки для захоронения радиоактивных отходов», 2009), № SSG-14 “Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste” («Геологические установки для захоронения радиоактивных отходов», 2011), № SSG-41 “Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Fuel Cycle Facilities” («Обращение с радиоактивными отходами установок ядерного топливного цикла перед захоронением», 2016), а также документы МАГАТЭ из серии технических документов IAEA-TECDOC-1537 “Strategy and Methodology for Radioactive Waste Characterization”

(«Стратегия и методология определения характеристик радиоактивных отходов», 2007) и IAEA-TECDOC-1380 “Derivation of Activity Limits for the Disposal of Radioactive Waste in Near Surface Disposal Facilities” («Определение пределов активности для захоронения радиоактивных отходов в установках для приповерхностного захоронения», 2003);

- при разработке НП-107-21 «Правила устройства и безопасной эксплуатации корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем» (п. 103 приложения 7.5 к настоящему Отчету) и НП-108-21 «Требования к обоснованию прочности корпуса блока реакторного, оборудования трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем» (п. 104 приложения 7.5 к настоящему Отчету) использовались технические документы МАГАТЭ: IAEA-TECDOC-1972 “Benefits and Challenges of Small Modular Fast Reactors” («Преимущества и проблемы быстрых малых модульных реакторов», 2021), IAEA-TECDOC-1978 “Structural Materials for Heavy Liquid Metal Cooled Fast Reactors” («Конструкционные материалы для быстрых реакторов с тяжелометаллическими теплоносителями», 2021) и IAEA-TECDOC-1959 “Limited Scope Sustainability Assessment of Planned Nuclear Energy Systems Based on BN-1200 Fast Reactors” («Оценка использования методологии ИНПРО систем, основывающихся на БН-1200», 2021);

- при разработке РБ-008-21 «Рекомендации по разработке концепции вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии» (п. 9 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ № SSG-47 “Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and other Nuclear Fuel Cycle Facilities” («Вывод из эксплуатации АЭС, исследовательских реакторов и других объектов ядерного топливного цикла», 2018) и АЯЭ ОЭСР NEA № 7374 “Preparing for Decommissioning during Operation and after Final Shutdown” («Подготовка к выводу из эксплуатации во время эксплуатации и после окончательного останова», 2018);

- при разработке изменений в НП-009-17 «Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов» (п. 10 приложения 7.5 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ № SSR-3 “Safety of Research Reactors” («Безопасность исследовательских реакторов», 2016), SSG-10 “Ageing Management for Research Reactors” («Управление старением исследовательских реакторов», 2010) и SSG-24 “Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors” («Безопасность при эксплуатации и модификации исследовательских реакторов», 2012);

- при разработке РБ-092-21 «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок в государство их поставщика» (п. 64 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ GSR Part 3 “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards” («Радиационная защита и безопасность источников излучения: международные основные нормы безопасности», 2014) и SSR-6 “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material” («Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов», 2018);

- при разработке РБ-106-21 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух» (п. 78 приложения 7.6 к настоящему Отчету) и РБ-126-21 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (п. 98 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ GSR Part 3 “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards” («Радиационная защита и безопасность источников излучения: международные основные нормы безопасности», 2014), SRS-19 “Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment” («Общие модели для использования при оценке воздействия выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду», 2001), TRS № 472 “Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments” («Справочник параметрических критериев для прогнозирования перемещения радионуклидов в наземных и пресноводных средах», 2010), TRS № 422 “Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment” («Коэффициенты распределения осадков и концентрации биоты в морской среде», 2004);

- при разработке РБ-005-21 «Рекомендации по методам и средствам контроля сбросов радиоактивных веществ в водные объекты» (п. 6 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ GSR Part 3 “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards” («Радиационная защита и безопасность источников излучения: международные основные нормы безопасности», 2014), № RS-G-1.8 “Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection” («Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты», 2005), № NS-G-1.13 “Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants” («Аспекты радиационной защиты при проектировании атомных станций», 2005), а также стандарт МЭК (IEC) 60861(2006) “Equipment for Monitoring of Radionuclides in Liquid Effluents and Surface Waters” («Аппаратура для непрерывного контроля радионуклидов в жидких сбросах и поверхностных водах», 2006);

- при разработке РБ-009-21 «Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при эксплуатации атомных станций и исследовательских ядерных установок» (п. 10 приложения 7.6 к настоящему Отчету) учитывались требования документов МАГАТЭ № GSR Part 2 “Leadership and Management for Safety. General Safety Requirements” («Лидерство и менеджмент для обеспечения безопасности. Общие требования безопасности», 2016), № GS-G-3.1 “Application of the Management System for Facilities and Activities” («Применение системы управления для установок и деятельности», 2006), № GS-G-3.5 “The Management System for Nuclear Installations” («Система управления для ядерных установок», 2009), № NS-G-2.8 “Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants” («Набор, квалификация и подготовка персонала для атомных электростанций», 2002) и других международных организаций: № NQA-1-2004 “Requirements for Quality Assurance Programs for Nuclear Facilities” («Требования к программам обеспечения качества для ядерных установок», ASME, 2004), № 10CFR50 Appendix B to Part 50 “Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants” («Критерии обеспечения качества для атомных электростанций и установок по переработке топлива», The Code of Federal Regulations), № BS 5882 “Specification for a Total Quality Assurance Programmer for Nuclear Installations” («Требования к общей программе обеспечения качества для ядерных установок», British Standards Institution, 1980);

- при разработке РБ-021-21 «Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внешними воздействиями» (п. 17 приложения 7.6 к настоящему Отчету) использовались документы МАГАТЭ № SSG-3 “Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants” («Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 1 для атомных электростанций», 2010).

2.5. Результаты работ в области стандартизации в 2021 г.

В соответствии с Положением о техническом комитете по стандартизации ТК 322 «Атомная техника» (далее – ТК 322), утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09.06.2017 № 1293 (далее – Положение), ФБУ «НТЦ ЯРБ» входит в состав технического комитета в качестве организации-члена.

Также, в соответствии с Положением, ФБУ «НТЦ ЯРБ» осуществляет руководство и ведение дел секретариата подкомитета ТК 322/ПК 1 «Радиационная безопасность» (рис. 57).

Кроме этого, ФБУ «НТЦ ЯРБ» принимает участие в работе и является полномочным членом:

- 1) подкомитета ТК 322/ПК 3 «Реакторные технологии», участие в рабочей группе ПК 3/РГ 4 «Оборудование и трубопроводы АС. Обоснование прочности»;

- 2) подкомитета ТК 322/ПК 4 «Оценка соответствия и система менеджмента в области использования атомной энергии», участие в рабочих группах:

- «Оценка соответствия в области использования атомной энергии» (РГ ОС);
- «Методики контроля основного металла, сварных соединений и наплавки» (РГ ПК);
- «Системы менеджмента в области использования атомной энергии» (РГ СМК);

- 3) рабочей группы РГ 1 «Терминология в области использования атомной энергии».

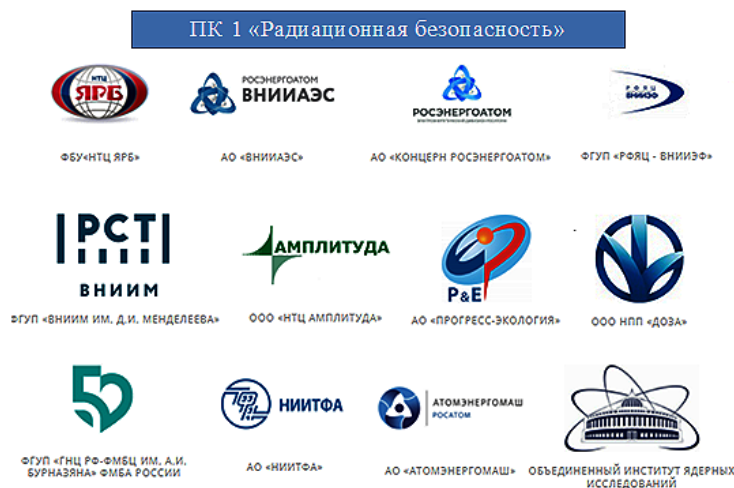


Рис. 57. Состав подкомитета ПК 1 «Радиационная безопасность»

ФБУ «НТЦ ЯРБ» принимает участие в рассмотрении проектов технических заданий на разработку национальных стандартов, проектов национальных стандартов, проектов экспертных заключений по проектам стандартов, относящихся к деятельности ТК 322, а также в подготовке мотивированных предложений об утверждении или отклонении проектов стандартов.

В целях реализации полномочий, предусмотренных Положением, ФБУ «НТЦ ЯРБ» осуществляет деятельность по рассмотрению (анализу и оценке) проектов стандартов, устанавливающих требования к продукции, процессам и иным объектам стандартизации в области использования атомной энергии, на предмет соответствия их положений требованиям законодательства Российской Федерации в области использования атомной энергии, в том числе действующих ФНП, а также других документов по стандартизации.

В 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» всего на рассмотрение поступило 78 проектов национальных стандартов и 25 проектов технических заданий на разработку проектов национальных стандартов.

В рамках деятельности ТК 322 на рассмотрение поступило 70 проектов стандартов, 12 из них направлялись на рассмотрение повторно после доработки по замечаниям специалистов ФБУ «НТЦ ЯРБ». С учетом повторного направления количество рассмотрений проектов стандартов составило 85.

По 25 проектам стандартов ФБУ «НТЦ ЯРБ» по результатам рассмотрения проголосовало за принятие представленных редакций проектов стандартов и экспертных заключений к проектам стандартов в качестве окончательных.

По 41 проекту стандартов специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» по результатам рассмотрения подготовлены и направлены замечания и предложения. В настоящее время проекты стандартов находятся на различных стадиях рассмотрения в ТК 322.

Также рассмотрено 25 проектов технических заданий на разработку проектов национальных стандартов, по 4 из них подготовлены и направлены замечания и предложения.

Работники ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие более чем в 20 заседаниях по обсуждению проектов национальных стандартов, организованных ТК 322.

В рамках работы секретариата ТК 322/ПК 1 «Радиационная безопасность» и в соответствии с Программой национальной стандартизации на 2021 год, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.10.2020 № 1775, АО «ВНИИАЭС» в 2021 г. осуществлялась разработка проекта национального стандарта «Радиоактивные отходы атомных станций. Определение радиационных характеристик для передачи на захоронение».

Стандарт ГОСТ Р 59968-2021 «Радиоактивные отходы атомных станций. Определение радиационных характеристик для передачи на захоронение» утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.12.2021 № 1866-ст.

В рамках заключенных договоров на оказание услуг по рассмотрению (анализу и оценке) проектов национальных стандартов на соответствие их положений требованиям законодательства Российской Федерации в области использования атомной энергии специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» рассмотрено 23 проекта национальных стандартов.

2.6. Экспертиза безопасности объектов использования атомной энергии

В рамках экспертной деятельности за 2021 календарный год в ФБУ «НТЦ ЯРБ» выполнялись:

- экспертизы по поручениям Ростехнадзора на основании заданий на проведение экспертизы, утвержденных уполномоченными должностными лицами Ростехнадзора;
- работы по анализу и оценке поступивших в Ростехнадзор от эксплуатирующих организаций методик, программ испытаний, иной научно-технической документации, связанной с регулирующей деятельностью Ростехнадзора.

В рамках процедуры лицензирования деятельности в области использования атомной энергии и разрешительной деятельности, осуществляемой Ростехнадзором, в 2021 г. по поручениям Ростехнадзора и в соответствии с заданиями на проведение экспертизы в ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработано 474 экспертных заключения. Из них 459 экспертных заключений разработаны по заданиям Центрального аппарата Ростехнадзора, 2 – Северо-Европейского МТУ ЯРБ, 2 – МТУ ЯРБ Сибири и Дальнего Востока, 1 – Уральского МТУ ЯРБ, 3 – Центрального МТУ ЯРБ, 7 – по заданиям иных организаций.

По ОИАЭ и связанным с ними видам деятельности экспертизы безопасности распределились следующим образом:

- ядерные установки АЭС (в том числе при сооружении и размещении) – 397;
- ядерные установки на предприятиях ядерного топливного цикла – 13;
- исследовательские ядерные установки, ядерные установки судов – 11;
- пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, радиоактивных отходов – 15;
- обращение с ядерными материалами и радиоактивными веществами при транспортировании и хранении – 20;
- вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии – 7;
- сооружение, эксплуатация радиоактивных источников – 1;
- проведение научных исследований и выполнение иных видов деятельности в области использования атомной энергии – 10.

На рис. 58 представлено распределение количества экспертных работ ФБУ «НТЦ ЯРБ» по годам, начиная с 2007 г.

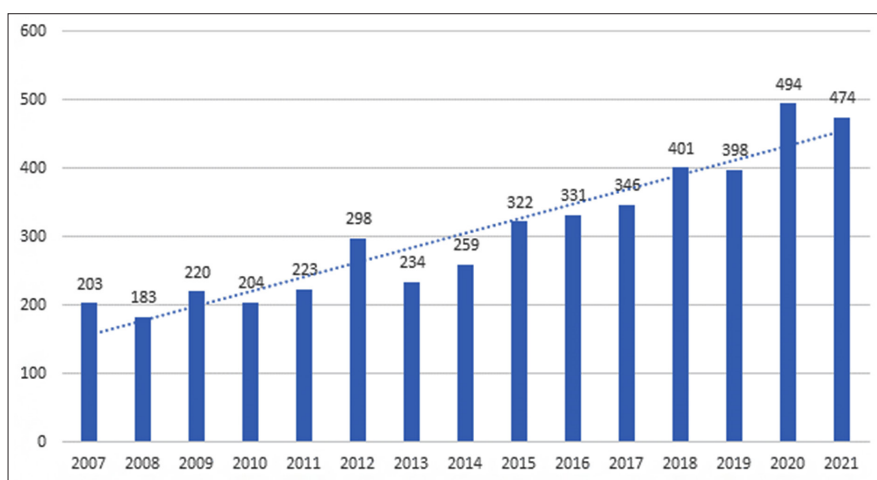


Рис. 58. Распределение количества экспертных работ ФБУ «НТЦ ЯРБ» по годам

К числу наиболее значимых экспертиз безопасности, выполненных ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г. (с точки зрения объема, продолжительности, инновационных технических решений, подлежащих экспертизе), по результатам которых сделаны выводы о том, что представленные обоснования в основном соответствуют требованиям ФНП, относятся экспертизы:

- «Безопасность эксплуатации энергоблоков № 3, 4 Билибинской АЭС в период повторного дополнительного срока эксплуатации (до 2025 г.)»;
- «Безопасность эксплуатации энергоблока № 4 Калининской АЭС в рамках проектного срока (до 2041 г.)»;
- «Безопасность эксплуатации атомного ледокола проекта 22220 с РУ РИТМ-200 «Сибирь» (ввод в эксплуатацию)»;
- «Безопасность эксплуатации атомных ледоколов «Вайгач» и «50 лет Победы» в период дополнительного срока эксплуатации»;
- «Безопасность эксплуатации энергоблока № 2 Белорусской АЭС (ввод в эксплуатацию)»;
- «Оценка откорректированного предварительного ООБ, программы и результатов испытаний монолитных железобетонных конструкций В30 класса по прочности В60 реакторного здания блока № 1 АЭС «Руппур»;
- «Безопасность ИР Центра ядерных исследований и технологий (ЦЯИТ) при размещении и сооружении на территории многонационального государства Боливия».

2.7. Экспертиза программ для электронных вычислительных машин, используемых для построения расчетных моделей процессов, влияющих на безопасность объектов использования атомной энергии и видов деятельности в области использования атомной энергии

В 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» продолжена работа по экспертизе программ для ЭВМ, используемых в целях построения расчетных моделей процессов, влияющих на безопасность ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии, при этом поступило более 30 обращений на проведение экспертизы программ для ЭВМ от различных организаций атомной отрасли. В 2021 г. проведен анализ обосновывающих материалов для 38 программ для ЭВМ, по результатам которого разработаны заключения (в том числе по заявлениям, поступившим в конце 2020 г.). Кроме того, за указанный период организовано и проведено 4 заочных заседания Президиума Экспертного совета по аттестации программ для ЭВМ, а также 11 заседаний его тематических секций. В результате в 2021 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработаны и утверждены аттестационные паспорта 50 программ для ЭВМ (из них 7 аттестационных паспортов программ для ЭВМ – в рамках переоформления по истечении срока их действия). В общей сложности за все время работы Экспертного совета аттестовано более 550 программ для ЭВМ.

Количество проведенных заседаний Президиума Экспертного совета и его тематических секций, а также количество программ для ЭВМ, прошедших экспертизу с 2012 по 2021 гг., приведены на рис. 59.



Рис. 59. Динамика работ по экспертизе программ для электронных вычислительных машин

В 2021 г. впервые аттестованы следующие программы для ЭВМ:

- “NOSTRA-EXP” (версия 2.0) (АО «Концерн Росэнергоатом») предназначена для моделирования и расчетной обработки результатов измерений эффективности аварийной защиты РУ с ВВЭР;
- программный комплекс “TOXI+RISK 5” (ЗАО «НТЦ ПБ») предназначен для моделирования последствий аварий с выбросом токсичных и взрывопожароопасных веществ от одного или нескольких источников;
- «PTEM-CX» (АО «ТВЭЛ») предназначена для численного моделирования теплогидравлических процессов в сухих хранилищах и в облученных тепловыделяющих сборках ВВЭР и PWR (Pressurized Water Reactor – реактор с водой под давлением) по окончании сушки, при транспортировке и хранении, включая хранение в вентилируемых и неventилируемых контейнерах и хранилищах;
- “ORIGEN-2” (АО «ОКБМ Африкантов») предназначена для расчета следующих радиационных характеристик свежего (необлученного) и облученного ядерного топлива РУ на быстрых нейтронах, включая характеристики конструкционных материалов твэлов и ТВС: нуклидный состав (активность) актинидов и продуктов их распада, ПД, нуклидов, входящих в состав ядерного топлива и его конструкционных материалов, энерговыделение, мощность источников и спектров фотонного излучения, мощность источников нейтронного излучения;
- “SOURCES-4C” (АО «ОКБМ Африкантов») предназначена для расчета следующих характеристик «свежего» и облученного топлива реакторных установок на быстрых нейтронах, плутоний-бериллиевых и калифорниевых источников: мощности источников и спектров нейтронов от спонтанного деления актинидов, мощности источников нейтронов от (α, n)-реакции на легких ядрах ^9Be , ^{14}N , ^{17}O , ^{18}O , спектров нейтронов от (α, n)-реакции на легких ядрах ^9Be , ^{17}O , ^{18}O ;
- «Код нуклидной кинетики, расчета активности и остаточного тепловыделения. Версия 2.1 (BPSD/V2.1)» (ИБРАЭ РАН) предназначена для решения уравнений нуклидной кинетики при расчете следующих параметров ядерного топлива реакторов на быстрых нейтронах: концентраций и активности актинидов в топливе в процессе выгорания, глубины выгорания топлива, остаточного тепловыделения в топливе, концентраций и активности ПД ^{144}Ce и ^{137}Cs в топливе в процессе выгорания;
- «РТОП-СХ» (АО «ТВЭЛ») предназначена для численного моделирования формоизменения твэлов и физико-химических процессов в оболочках твэлов в режимах сушки, транспортировки (за исключением вибрационных и ударных нагрузок) и длительного сухого хранения ОТВС ВВЭР;
- «Ядерный калькулятор ЭГП-6 2.0» (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ») предназначена для расчетов радиационных характеристик облученных тепловыделяющих сборок РУ энергетического гетерогенного петлевого реактора с 6-ю петлями циркуляции теплоносителя;
- “Resource” (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ») предназначена для расчета параметров процесса термопластического деформирования и накопления усталостных повреждений в конструкционных элементах оборудования и систем ядерных энергетических установок (РУ с ВВЭР или РБМК) при эксплуатационных квазистатических нерегулярных термомеханических воздействиях, меняющихся во времени по заданному закону;
- “GRAD” (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для прогнозных расчетов формоизменения графитовой кладки РУ с РБМК-1000 (прогибов каналов, вызванных образованием и раскрытием продольных трещин в графитовых блоках);
- “RC” (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для оценок радиационного воздействия на население от ОИАЭ в режиме нормальной эксплуатации, при нарушении нормальной эксплуатации, включая аварии, и верифицирована/валидирована для расчета максимальных значений эффективной дозы (от поверхности, облака, дозы по пищевым цепочкам) и эквивалентной дозы на щитовидную железу в зависимости от расстояния от источника;
- «СОКРАТ/В3» (АО «АТОМПРОЕКТ») предназначена для моделирования тяжелых аварий на АЭС с ВВЭР;

- “STAR-CCM+” (АО «НИКИЭТ») предназначена для расчета поля температуры в твэлах ИЯУ ПИК при заданном распределении объемного энерговыделения в сопряженной постановке с учетом теплоотдачи к теплоносителю путем вынужденной конвекции в стационарных режимах работы;
- “ANSYS Mechanical” (версии 16.0, 17.2, 18.2, 19.2) (ПАО «Ижорские заводы») предназначена для решения термомеханических задач статики и динамики оборудования и трубопроводов ОИАЭ в линейной и нелинейной постановке, устойчивости, а также для расчетов собственных, вынужденных и случайных колебаний (вибраций) в гармоническом, линейно-спектральном и спектрально-динамическом анализах;
- “MNT-CUDA” (версия 2.0) (АО «ВНИИАЭС») предназначена для расчета нейтронно-физических характеристик РУ с РБМК-1000 с использованием метода Монте-Карло в различных приближениях;
- «ВЫБРОС-БН» (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ») предназначена для расчета параметров радиационной обстановки на местности вблизи источника кратковременного или длительного газоаerosольного выброса радионуклидов в атмосферу ОИАЭ;
- “MASKA-LM-3.0” (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ») предназначена для моделирования роста и эрозии оксидной пленки на поверхностях элементов конструкции РУ БРЕСТ-ОД-300. Программа для ЭВМ обеспечивает проведение расчета средней толщины оксидной пленки на поверхности стали марок ЭП-823 и ЭП-823Ш, при этом расчеты по программе для ЭВМ проводятся в предположении об однослойности структуры оксидной пленки, состоящей из магнетита;
- «РТОП-СА» (АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ») предназначена для расчета активности ПД ($^{131-135}\text{I}$, $^{133,135,135m,137,138}\text{Xe}$ и $^{85m,87,88}\text{Kr}$) в теплоносителе 1 контура РУ с ВВЭР при заданном количестве негерметичных твэлов, размере дефектов, их положении по высоте твэла, линейной мощности, выгорании топлива и скорости выведения радионуклидов из теплоносителя 1 контура;
- «ПУЧОК-ПИК» (АО «НИКИЭТ») предназначена для проведения стационарных теплогидравлических расчетов тепловыделяющих сборок ИЯУ ПИК и обеспечивает расчет следующих параметров: перепад давления теплоносителя на твэльной части ТВС (участок между хвостовиком и головкой), средняя температура наружной поверхности оболочки твэла;
- “PRISET” (АО «НИКИЭТ») предназначена для моделирования теплогидравлических процессов, влияющих на безопасность ИЯУ ПИК;
- “TIGRIS-HEX” (АО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова») предназначена для проведения расчетов следующих нейтронно-физических характеристик ИР ВВР-ц с учетом выгорания топлива, отравления бериллиевого отражателя и перемещений рабочих органов системы управления и защиты: эффективный коэффициент размножения нейтронов, запас реактивности, интегральная и дифференциальная эффективность рабочих органов системы управления и защиты, подкритичность при взведенных рабочих органах аварийной защиты, глубина выгорания ^{235}U в топливе ТВС, распределение энерговыделения в активной зоне;
- “LMS” (АО «НТЦД») предназначена для расчета координаты и массового расхода течи теплоносителя через сквозные трещины в трубопроводах АЭС с ВВЭР и обеспечивает проведение расчетов в составе системы контроля течи теплоносителя;
- «Версия 2.1 (БЕРКУТ-У/V2.1)» (ИБРАЭ РАН) – усовершенствованная версия твэльного кода «БЕРКУТ», моделирующего поведение в быстрых реакторах твэла с нитридным и оксидным топливом, предназначена для расчетного моделирования напряженно-деформированного состояния и температурного распределения в стержневых твэлах, а также наработки и радиоактивных взаимопревращений и миграции ПД в топливе, внутризеренного и межзеренного переноса радиоактивных ПД, термохимических превращений в нитридном или оксидном топливе реакторов на быстрых нейтронах с ЖМТ;
- «Программа для трехмерного геофильтрационного и геомиграционного моделирования (GeRa/V2)» (ИБРАЭ РАН) обеспечивает проведение прогнозных и эпигнозных расчетов гидрогеологической и гидрогеохимической обстановки в локальном (в ближней зоне) или региональном (в дальней зоне) масштабе;

- «МАВР-ТА» (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для моделирования: выхода ПД на всех стадиях запроектной аварии АЭС с ВВЭР с плавлением топлива после разгерметизации оболочек ТВЭЛ; переноса, конденсации и осаждения ПД в первом контуре РУ, выхода ПД из первого контура РУ в герметичное ограждение или за его пределы в случае аварии с байпасированием герметичного ограждения; переноса, конденсации и осаждения ПД в объеме герметичного ограждения, а также выброса ПД в окружающую среду;
- «MCU-5» с банком данных MDB550 (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для моделирования процессов переноса нейтронов и фотонов аналоговыми и весовыми методами Монте-Карло на основе оцененных ядерных данных в ИЯУ ПИК с учетом изменения изотопного состава материалов;
- «КОРСАР/ГП» (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова») предназначена для моделирования стационарных состояний, переходных и аварийных режимов АЭС с ВВЭР, а также для моделирования теплогидравлических процессов в экспериментальных установках с водяным теплоносителем и обеспечивает связанное моделирование нестационарных нейтронно-физических и теплогидравлических процессов в переходных и аварийных режимах АЭС с ВВЭР с учетом или без учета поведения неконденсирующихся газов в теплоносителе;
- «ЛИРА 10» (ООО «ЛИРА софт») предназначена для расчета напряженно-деформированного состояния и устойчивости строительных конструкций ОИАЭ при статических, температурных и динамических нагрузках в линейно-упругой постановке;
- «PLAXIS» (версии «PLAXIS 2D CE V20» и «PLAXIS 3D CE V20») (АО «Атомэнергопроект») аттестована в части расчетов напряженно-деформированного состояния и предельного состояния грунтовых оснований зданий и сооружений ОИАЭ и грунтовых гидротехнических сооружений ОИАЭ, проводимых в двухмерной и трехмерной постановке с использованием метода конечных элементов, с учетом динамических воздействий природного и техногенного характера;
- «CHAIN» (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для расчетного моделирования изменения нуклидного состава материалов при их облучении нейтронами и в процессе радиоактивного распада входящих в их состав нестабильных ядер (РБМК, ВВЭР, ИЯУ ПИК);
- «СТЕПАН/КОВРА-ПИК» (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для проведения стационарных трехмерных нейтронно-физических расчетов ИЯУ ПИК, а также для моделирования переходных и аварийных режимов;
- «СТАРТ4» (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для расчета следующих параметров ИЯУ ПИК: мощность реактора, эффективный коэффициент размножения, температурный эффект реактивности активной зоны, коэффициент неравномерности поля энерговыделения, перепад давления теплоносителя в активной зоне;
- «ДИАНА_Т» (ООО «СНИИП-АСКУР») предназначена для расчета местных температурных напряжений на патрубках оборудования и трубопроводов и температурного момента от стратификации теплоносителя в трубопроводах РУ с ВВЭР-1000 от изменения температуры теплоносителя и рабочей среды второго контура;
- «ДИАНА_М» (ООО «СНИИП-АСКУР») предназначена для расчета параметров нагруженности узлов главного циркуляционного трубопровода и соединительного трубопровода от тепловых перемещений корпусов парогенераторов РУ с ВВЭР-1000;
- «ДИАНА_S» (ООО «СНИИП-АСКУР») предназначена для расчета напряжений в главном циркуляционном трубопроводе и соединительных трубопроводах РУ с ВВЭР-1000;
- «Программное обеспечение расчета остаточного ресурса из состава САКОР-320» (АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС») предназначена для расчета накопленного усталостного повреждения в контрольных точках элементов оборудования и трубопроводов РУ с ВВЭР-1000;
- «FRACAL2» (АО «ОКБМ Африкантов») предназначена для расчета минимально допустимой температуры металла корпуса реактора при обосновании сопротивления хрупкому разрушению корпуса реактора (с возможностью учета проведения компенсирующих мероприятий режимов «мокрого»

отжига), моделирования кинетики трещины в оборудовании и трубопроводах РУ для определения максимальных размеров подросшей трещины;

- «ПРИЗМА-РИСК» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина) предназначена для расчета изменения концентраций изотопов U и Pu в ядерном топливе РУ с ВВЭР в процессе ее эксплуатации и при его выдержке в хранилищах уранового и МОКС-топлива, а также для расчета $k_{эфф}$;

- “MCU BR с библиотекой констант MDBBR50RF” (АО «НИКИЭТ») предназначена для проведения прецизионных расчетов методом Монте-Карло нейтронно-физических характеристик РУ БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем и многоцелевым реактором на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем с учетом изменения нуклидного состава топлива в процессе топливных кампаний;

- «БИПР-2007» (версия 1.1) (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для расчета нейтронно-физических параметров ВВЭР;

- «ТВС-М 2007» (ТВС-М версия 1.6) (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для расчета изменения нуклидного состава топлива (в том числе с интегрированным поглотителем) и стержней-поглотителей с заданным изменением во времени параметров состояния, а также для подготовки малогрупповых констант для расчета активных зон ВВЭР по крупно- и мелкосеточным программам для ЭВМ;

- «ПЕРМАК 2007» (версия 2) (НИЦ «Курчатовский институт») предназначена для потвэльных, двумерных, многослойных (по высоте) расчетов нейтронно-физических характеристик активных зон реакторов ВВЭР, а также для подготовки граничных условий для расчетов активных зон реакторов ВВЭР по программам для ЭВМ «БИПР-2007».

В 2021 г. переоформлено семь аттестационных паспортов по истечении срока их действия для следующих программ для ЭВМ:

- “FEMGR” (НИЦ «Курчатовский институт) предназначена для расчета внутренних силовых факторов конструкций графитовых колонн РУ с РБМК (растягивающих, перерезывающих сил, изгибающих и крутящих моментов), а также перемещений и углов поворота, скоростей и ускорений в условиях статического или динамического нагружения, включая сейсмические воздействия;

- “MSC.Marc” (версии 2005 и 2018) (АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС») предназначена для расчетов напряженно-деформированного состояния и параметров механики разрушения (J -интеграла) элементов оборудования и трубопроводов РУ с ВВЭР;

- “DELTA” (АО «ОКБМ Африкантов») предназначена для выполнения расчетов на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок: расчета по выбору основных размеров, расчета на устойчивость;

- “FLANARM 1.0” (АО «ОКБМ Африкантов») предназначена для расчетов на статическую и циклическую прочности корпусных элементов, элементов фланцевых соединений и узлов герметизации арматуры, приводов системы управления и защиты, электронасосов и другого оборудования атомных энергетических установок;

- «Модуль линейного статического анализа STAR программного комплекса COSMOS/M», версии 2.0 и 2.9 (ПАО «Ижорские заводы») предназначена для расчета напряженно-деформированного состояния элементов оборудования и трубопроводов ОИАЭ под действием статических нагрузок в области малых перемещений;

- «АСТРА-АЭС» (АО НИЦ СтаДиО) предназначена для расчета перемещений, нагрузок, динамических характеристик (собственных частот и форм колебаний), напряженно-деформированного состояния при статическом, динамическом (включая сейсмическое), вибрационном нагружении пространственных разветвленных и протяженных трубопроводных систем, а также для оценки статической, циклической, сейсмической и вибрационной прочности в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-002–86;

▪ «КЛАСТ» (АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС») предназначена для расчетов времени и скорости падения органов регулирования системы управления и защиты РУ с ВВЭР-1000, ВВЭР-1200 и ВВЭР-ТОИ в процессе срабатывания аварийной защиты.

В 2021 г. на различных стадиях экспертизы находилось более 50 программ для ЭВМ, работы по их аттестации продолжатся в 2022 г.

Результаты экспертизы и аттестации программ для ЭВМ включены в информационную базу аттестованных программ для ЭВМ, которая используется при экспертизе обоснования безопасности ОИАЭ в рамках процедуры лицензирования.

В качестве основных результатов выполненных в 2021 г. экспертиз программ для ЭВМ можно отметить следующие:

1. По результатам экспертизы комплекса программ для ЭВМ, предназначенных для обоснования безопасности ИЯУ ПИК, определены основные направления экспериментальных работ, необходимых для дальнейшего обоснования расчетных моделей указанных программ для ЭВМ во всем диапазоне области их применения. В частности, отмечена необходимость в экспериментальных данных, воспроизводящих опускное и противоточное течения теплоносителя, характерные для ИЯУ ПИК, а также в экспериментальных данных по исследованию кризиса теплообмена в тепловыделяющих сборках с витыми крестообразными твэлами.

2. По итогам экспертизы программ для ЭВМ, предназначенных для обоснования безопасности АС с РУ, охлаждаемой ЖМТ, отмечались необходимость в экспериментальных данных, полученных на интегральных стендах с тяжелым ЖМТ, структурно подобных РУ; данных, необходимых для моделирования естественной конвекции тяжелых ЖМТ в больших объемах; данных по теплоотдаче к тяжелым ЖМТ; данных, подтверждающих работоспособность систем и элементов РУ с тяжелым ЖМТ.

3. По результатам экспертизы программ для ЭВМ, обеспечивающих моделирование процессов в пристанционных бассейнах выдержки АЭС с ВВЭР, отмечена необходимость в экспериментальных данных по исследованию неустойчивости кипения теплоносителя, уносу капельной влаги с зеркала воды, теплообмену в ТВС при их «оголении», повторному заливу ТВС водой, по кристаллизации борной кислоты.

2.8. Результаты работ по экспертизе проектов нормативов предельно допустимых выбросов и допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

ФБУ «НТЦ ЯРБ» как организация научно-технической поддержки Ростехнадзора осуществляет экспертизу проектов нормативов ПДВ РВ в атмосферный воздух и проектов нормативов допустимых сбросов РВ в водные объекты, предусмотренную Правилами разработки и установления нормативов допустимых выбросов радиоактивных веществ, нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ, а также выдачи разрешений на выбросы радиоактивных веществ, разрешений на сбросы радиоактивных веществ, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 26.06.2018 № 731 (далее – Правила), в рамках выдачи разрешений на выбросы или разрешений на сбросы РВ.

Экспертиза проводится в целях определения отсутствия в проекте нормативов выбросов или в проекте нормативов сбросов недостоверных сведений и информации и (или) необоснованных исходных данных, а также в целях оценки соответствия проекта нормативов утвержденным Ростехнадзором методикам разработки и установления нормативов ПДВ и (или) ДС.

За 2021 г. ФБУ «НТЦ ЯРБ» подготовлено 15 экспертных заключений на проекты нормативов ПДВ и 5 экспертных заключений на проекты нормативов ДС, разработанных для ОИАЭ различных типов – АС, объектов ЯТЦ, ИЯУ, а также судов и плавсредств с ядерными энергетическими установками (рис. 60).



Рис. 60. Объекты экспертизы проектов нормативов предельно допустимых выбросов и допустимых сбросов

К числу организаций, для которых в 2021 г. была выполнена экспертиза проектов нормативов ПДВ, относятся: ФГУП «ГХК», АО «Хиагда», ММО «ОИЯИ», АО «ЧМЗ», ФГУП «Атомфлот», АО «СХК», ПАО «ППГХО», АО «ИРМ», ПАО «НЗХК», ПАО «ЭХЗ», АО «ЭКОМЕТ-С», ФГУП «Крыловский институт», ФГУП «Электрохимприбор», АО «ЦС «Звездочка» и ФГУП «РАДОН».

К числу организаций, для которых в 2021 г. была выполнена экспертиза проектов нормативов ДС, относятся: ФГУП «ГХК», АО «СХК», ФГУП «ПСЗ», АО «Концерн Росэнергоатом» и ФГУП «Атомфлот».

При выполнении экспертизы проектов нормативов ПДВ и ДС специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» применяется расчетное моделирование с использованием методологии, описанной в утвержденных Ростехнадзором методиках и РБ в области нормирования выбросов и сбросов РВ (рис. 61).

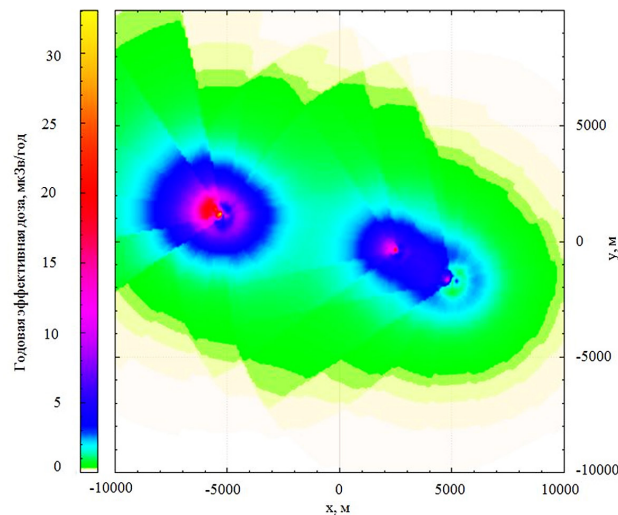


Рис. 61. Пример распределения годовой эффективной дозы на местности, полученного с использованием расчетного моделирования

По результатам работ по экспертизе за 2021 г. в отношении 7 проектов нормативов ПДВ и 1 проекта нормативов ДС выявлены их несоответствия требованиям методик разработки и установления нормативов ПДВ и (или) ДС, требующие доработки данных проектов. В отношении остальных проектов, прошедших экспертизу в 2021 г., подобных несоответствий не выявлено.



III. Информационное и техническое обеспечение деятельности

3.1. Информационно-издательская деятельность

Информационно-издательская деятельность ФБУ «НТЦ ЯРБ» направлена на информационное обеспечение деятельности Ростехнадзора, его МТУ ЯРБ, а также специалистов атомной отрасли.

Основные направления информационно-издательской деятельности:

- обеспечение инспекторского состава Ростехнадзора нормативными документами в области ЯРБ;
- распространение информации о результатах научного обеспечения регулирующей деятельности;
- работа с общественностью в части организации мероприятий по созданию объективного общественного мнения об области использования атомной энергии;
- обеспечение специалистов атомной отрасли нормативными и информационными материалами.

Информационно-издательская деятельность ведется с использованием полиграфической базы, библиотеки, справочно-информационного фонда, выставочных экспозиций, интернет-сайта и информационного корпоративного портала.

В 2021 г. было получено более 700 обращений от предприятий и организаций по вопросам, касающимся нормативного регулирования ЯРБ, на которые были даны исчерпывающие ответы, в том числе посредством размещенной информации на интернет-сайте ФБУ «НТЦ ЯРБ», рассылки информационных писем об изменениях в нормативной базе Ростехнадзора в области ЯРБ, также содержащих новости атомной отрасли, новости регуляторов, изменения в действующем законодательстве Российской Федерации в области использования атомной энергии, результаты участия ФБУ «НТЦ ЯРБ» в международных мероприятиях (60 000 информационных писем).

В официальных сообществах ФБУ «НТЦ ЯРБ» в «ВКонтакте» (vk.com/secnrs), официальном канале в «Telegram» (t.me/secnrs) регулярно размещаются новости о разработке проектов нормативных документов, вступлении в силу ФНП, введении в действие РБ и методических рекомендаций, о внесении изменений в действующие документы и об отмене документов.

В 2021 г. проводилась работа по обеспечению МТУ ЯРБ официально изданными нормативными правовыми актами и нормативными документами в области ЯРБ. Всего в 2021 г. было выслано 263 наименования нормативных документов общим объемом 1 852 брошюры в Центральный аппарат Ростехнадзора и МТУ ЯРБ, более 600 экземпляров журнала «Ядерная и радиационная безопасность» № 1–4 2021 г., а также 45 дисков с актуальной версией БД «RIS-M».

3.2. Журнал «Ядерная и радиационная безопасность»

ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ежеквартальный научно-практический журнал



ISSN 2218-8665 (print)
ISSN 2218-869X (online)
nrs-journal.ru

Рис. 62. Журнал «Ядерная и радиационная безопасность»

Ежеквартальный научно-практический журнал «Ядерная и радиационная безопасность» (до 2005 г. – «Вестник Госатомнадзора России») (далее – Журнал) основан в 1998 г. для реализации требований статьи 6 Федерального Закона от 21.11.1995 № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии». Является официальным изданием Ростехнадзора. Учредитель издания – ФБУ «НТЦ ЯРБ». Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-44504 от 08.04.2011) (рис. 62).

Основные цели Журнала – обеспечение прозрачности, понятности, открытости, достоверности и доступности информации о результатах деятельности по регулированию ЯРБ при использовании атомной энергии, распространение научных знаний в области регулирования безопасности ОИАЭ, повышение профессиональных знаний специалистов в области использования атомной энергии.

В Журнале публикуются материалы по актуальным проблемам государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии в Российской Федерации, проекты и введенные в действие ФНП и РБ. В Журнале публикуются также статьи специалистов Ростехнадзора, МТУ ЯРБ, организаций научно-технической поддержки Ростехнадзора, атомной отрасли, содержащие результаты прикладных НИОКР и технологических работ. В Журнале размещается справочная информация о нормативных документах, разрабатываемых международными организациями в области использования атомной энергии.

Журнал входит в обновленный Перечень российских рецензируемых научных журналов Высшей аттестационной комиссии РАН, а также в систему Российского индекса научного цитирования.

В 2021 г. в Журнале опубликовано 12 утвержденных нормативных правовых актов, 13 научных статей, касающихся различных вопросов обеспечения ЯРБ, а также 4 материала в рубрике «Международная информация».

Для привлечения общественности к обсуждению вопросов регулирования ЯРБ подписка на журнал «Ядерная и радиационная безопасность» организована на всей территории Российской Федерации, а также в странах СНГ и за рубежом через подписные агентства «Пресса России», «Урал-ПРЕСС», «Интерпресса», «МК-периодика». Наряду с этим разработан официальный сайт Журнала в двуязычной реализации (nrs-journal.ru), поддерживаются отдельные информационные ресурсы для размещения статей Журнала в электронном виде: блог ФБУ «НТЦ ЯРБ» (blog.secngs.ru), кроссплатформенное мобильное приложение (app.secngs.ru).

3.3. База данных «RIS-M»

Разработанная в ФБУ «НТЦ ЯРБ» БД «RIS-M» наполняется в соответствии с Перечнем нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (П-01-01-2021, раздел II «Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии»), утвержденным приказом Ростехнадзора от 04.02.2022 № 33 (далее – П-01-01-2021), а также с учетом приложения № 3 приказа Ростехнадзора от 17.10.2016 № 421 «Об утверждении перечней правовых актов, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю в рамках осуществления видов государственного контроля (надзора), отнесенных к компетенции Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору».

БД позволяет осуществлять контекстный поиск по всем документам, а также использовать «пирамиду регулирования», где документы распределены по пяти ступеням:

1. Законодательные акты и международные договоры;
2. Нормативные правовые акты Президента и Правительства Российской Федерации;
3. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии;
4. Нормативные документы органов государственного регулирования безопасности;
5. Нормативные документы органов управления использованием атомной энергии, стандарты, строительные нормы и правила.

Кроме этого, документы в БД «RIS-M» сгруппированы по ОИАЭ:

- атомные станции;
- исследовательские ядерные установки;
- судовые ядерные установки и объекты их использования;
- объекты ядерного топливного цикла;
- радиоактивные источники;
- пункты хранения.

В 2021 г. в БД было введено 127 новых документов.

Поддерживается два типа доступа к БД: online-доступ через интернет и поставка на электронном носителе (CD-диск, флэш-накопитель) – для работы с БД при отсутствии подключения к интернету. В свою очередь, online-доступ осуществляется как в привычном варианте – отображение БД на мониторе персонального компьютера, – так и на смартфонах и планшетных компьютерах на платформе Android, IOS через мобильные приложения для БД «RIS-M».

Электронная книга «Перечень П-01-01-2021 (Раздел II «Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии»)»

Электронная книга представляет собой актуализированный перечень П-01-01-2021 с гиперссылками на полные тексты входящих в него документов. Она реализована в виде одного файла, не требует каких-либо дополнительных программ для просмотра и позволяет проводить контекстный поиск по всем документам. Документы, выделенные в ней синим цветом, входят в Перечень правовых актов, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю в рамках осуществления видов государственного контроля (надзора), отнесенных к компетенции Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (приложение № 3 приказа Ростехнадзора от 17.10.2016 № 421).

3.4. Обеспечение доступа к информационным ресурсам

Информационную поддержку режима глобальной ядерной безопасности, регулирующей основной которого являются нормы безопасности МАГАТЭ и международные конвенции, осуществляет «Глобальная сеть по ядерной и физической ядерной безопасности» (GNSSN), в составе которой сети национальных регулирующих органов объединены в единое информационное пространство – сеть “RegNet”, предоставляющую всем заинтересованным участникам быстрый доступ к информационным сетям регионального и национального уровней.

В отчетном периоде осуществлялись поддержка и развитие информационных ресурсов национального уровня в составе:

- открытых ресурсов:
 - официальный сайт ФБУ «НТЦ ЯРБ» (www.secnrs.ru);
 - приложение ФБУ «НТЦ ЯРБ» для мобильных устройств (app.secnrs.ru);
 - сайт журнала «Ядерная и радиационная безопасность» (nrs-journal.ru);
 - библиотека документов Ростехнадзора – «Библиотека ЯРБ» (docs.secnrs.ru);
- информационных ресурсов с ограниченным доступом:
 - корпоративный портал ЯРБ (portal.secnrs.ru);
 - БД “RIS-M” (ris.secnrs.ru, описание БД “RIS-M”: risdb.secnrs.ru).

Опубликовано более 220 сообщений на официальных информационных каналах ФБУ «НТЦ ЯРБ» (новостной раздел сайта ФБУ «НТЦ ЯРБ»: www.secnrs.ru/news) в Сетях общего доступа. Официальные информационные каналы в соцмедиа: «ВКонтакте» (vk.com/secnrs), в “Telegram” (t.me/secnrs).

На корпоративном портале ФБУ «НТЦ ЯРБ» (portal.secnrs.ru) актуализирована типовая «рабочая страница» для специалистов Ростехнадзора с возможностью быстрого (разграниченного) доступа к следующим информационным ресурсам:

- архиву отчетов о выполненных научно-исследовательских работах с 2007 г. (добавлены материалы за отчетный период);
- архиву экспертных заключений с 2006 г.;
- ПС – БД специализированного программного обеспечения, с основными его характеристиками (научно-исследовательские работы, экспертизы);
 - рабочим группам по проектам;
 - научно-исследовательским работам – проекту по управлению их разработкой;
 - электронному списку с информацией о результатах командировок сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ»;
 - экспертизе программного обеспечения для ЭВМ (цифровой портал экспертизы программ для ЭВМ: soft.secnrs.ru).



IV. Международное сотрудничество

Международное сотрудничество является одним из направлений деятельности ФБУ «НТЦ ЯРБ», в рамках которого для целей методической научно-технической поддержки Ростехнадзора принимается активное участие в деятельности международных организаций и осуществляется тесное взаимодействие с зарубежными партнерами.

Международное сотрудничество ФБУ «НТЦ ЯРБ» определяется основными направлениями деятельности Ростехнадзора и осуществляется в соответствии с ежегодным Планом международного сотрудничества Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, международными соглашениями и контрактами.

Участие ФБУ «НТЦ ЯРБ» в международных мероприятиях (рис. 63) позволяет оказывать научно-техническую поддержку Ростехнадзора в повышении эффективности регулирующей деятельности по обеспечению безопасности в области использования атомной энергии посредством:

- гармонизации изложенных в российской нормативной правовой системе подходов с наилучшей международной практикой;
- внедрения зарубежных подходов при пересмотре и разработке нормативных документов;
- участия в разработке международных документов;
- использования полученных знаний и опыта при проведении экспертизы безопасности.

Распространение коронавирусной инфекции оказало значительное влияние на интенсивность и формат международных взаимодействий. Частота проведения мероприятий была снижена в ожидании снятия ограничительных мероприятий, а сами мероприятия перенеслись в онлайн-формат. Несмотря на сложившиеся условия, ФБУ «НТЦ ЯРБ» удалось принять участие в международных мероприятиях, осуществить взаимодействие с основными зарубежными партнерами, а также выполнить обязательства перед ними.

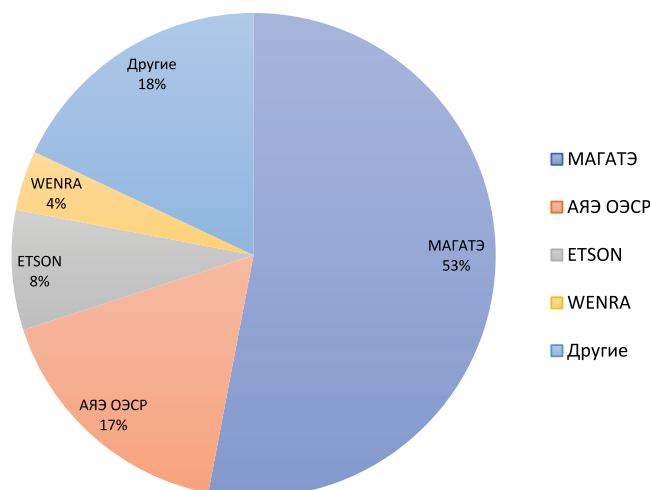


Рис. 63. Международные мероприятия с участием ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г.

4.1. Многостороннее сотрудничество

Участие в мероприятиях МАГАТЭ

Участие в Генеральной конференции МАГАТЭ

Очередная 65-ая сессия Генеральной конференции МАГАТЭ состоялась в период с 20 по 24 сентября в штаб-квартире МАГАТЭ в г. Вене (Австрийская Республика). Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в составе делегации Ростехнадзора во главе с руководителем Ростехнадзора А. В. Трембицким.

В ходе Генеральной конференции МАГАТЭ представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие во встречах А. В. Трембицкого с руководством зарубежных органов регулирования Республики Беларусь, Республики Узбекистан, Швейцарии, Финляндии, Венгрии, а также с членами Совета ETSON (Европейская ассоциация организаций научно-технической поддержки).

В рамках Генеральной конференции при участии представителей ФБУ «НТЦ ЯРБ» состоялось мероприятие, посвященное деятельности Форума организаций научно-технической поддержки и его инициатив, направленных на развитие научно-технического потенциала в поддержку регулирующих функций, в ходе которого директор ФБУ «НТЦ ЯРБ» А. А. Хамаза проинформировал о цели и задачах Международной конференции МАГАТЭ по задачам в области ядерной и физической ядерной безопасности, стоящим перед организациями научно-технической поддержки, которая состоится в октябре 2022 г. в Санкт-Петербурге.

Участие в заседаниях Комиссии и комитетах по нормам безопасности МАГАТЭ

В течение 2021 г. состоялись два заседания Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ в виртуальном формате (7–8 апреля и 16–18 декабря), в которых приняли участие заместитель руководителя Ростехнадзора, являющийся членом Комиссии по нормам безопасности от Российской Федерации, и представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ». На заседаниях обсуждались вопросы о состоянии разработки проектов документов из серии норм МАГАТЭ по безопасности и другие вопросы, связанные с политикой, приоритетными направлениями деятельности. Секретариат МАГАТЭ представил результаты анализа норм безопасности и руководств по физической ядерной безопасности на предмет необходимости внесения изменений и дополнений с учетом пандемии COVID-19, который показал, что в настоящий момент отсутствует необходимость незамедлительного пересмотра документов.

Кроме того, большое внимание было уделено вопросам новых перспективных реакторов, в том числе малых модульных реакторов. По результатам анализа применимости положений норм безопасности МАГАТЭ была представлена информация о том, что в целом действующие положения норм безопасности МАГАТЭ могут быть применимы к данным технологиям при условии внесения некоторых изменений в действующие документы, связанные со спецификой этих реакторов.

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» на регулярной основе принимали участие в заседаниях комитетов по нормам ядерной безопасности, нормам радиационной безопасности, нормам безопасности транспортировки и нормам безопасности отходов, нормам безопасности в области аварийной готовности и реагирования в качестве члена и заместителей членов указанных комитетов, а также в качестве заместителя члена в заседаниях Комитета по руководящим материалам в области физической ядерной безопасности.

Конвенция о ядерной безопасности

20 октября представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» в рамках своей компетенции принял участие в Организационном совещании по подготовке к объединенному 8-му и 9-му Совещанию Договаривающихся сторон Конвенции о ядерной безопасности. На совещании подтверждено сохранение достигнутых ранее результатов и договоренностей в части формирования страновых групп, перечня должностных лиц, тем для специального обсуждения и т. д., которые будут использованы ФБУ «НТЦ ЯРБ» при подготовке 9-го Национального доклада Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности.

Участие в Международных конференциях и симпозиумах МАГАТЭ по вопросам регулирования безопасности при использовании атомной энергии в мирных целях

В течение 2021 г. представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в следующих международных конференциях, проводившихся под эгидой МАГАТЭ:

1. 28-ая Конференция МАГАТЭ по энергии термоядерного синтеза (10–15 мая). В ходе конференции сотрудниками ФБУ «НТЦ ЯРБ» получена информация о текущем уровне развития технологий термоядерного синтеза в мире, особенностях работы и потенциальных факторах опасности установок термоядерного синтеза, а также о деятельности МАГАТЭ в отношении таких установок.

2. Конференция МАГАТЭ «Обращение с радиоактивными отходами: решения, обеспечивающие устойчивое будущее» (1–5 ноября). В формате электронного постера на конференции представлен доклад специалистов ФБУ «НТЦ ЯРБ» на тему: «Оценка полноты программ и хода выполнения НИОКР, проводимых в ПИЛ Нижне-Канского массива».

3. Конференция МАГАТЭ по вопросам безопасности перевозки ядерных и радиоактивных материалов (13–17 декабря). Сотрудником ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлен доклад «Гармонизация системы национальных нормативных правовых актов в области транспортирования радиоактивных материалов с правилами МАГАТЭ».

Участие в технических и консультативных совещаниях МАГАТЭ по вопросам регулирования безопасности при использовании атомной энергии в мирных целях, партнерских оценках (миссиях) МАГАТЭ в области ядерной и физической ядерной безопасности

В рамках этого направления деятельности МАГАТЭ представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г. участвовали в более чем 90 мероприятиях (технических и консультативных совещаниях, международных семинарах, учебных курсах) по вопросам безопасности АЭС и ИЯУ, обращения с РАО и ОЯТ (в том числе их захоронения), физической ядерной безопасности (физической защиты ЯМ и ядерных установок, учета и контроля ЯМ, компьютерной безопасности) и культуры безопасности.

В числе мероприятий, проведенных МАГАТЭ в 2021 г., следует отметить следующие:

- техническое совещание МАГАТЭ по управлению старением и устареванием систем контроля и управления и компонентов ядерных установок с помощью модернизации (2–5 марта). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с докладом «О разработке федеральных норм и правил, содержащих требования к управлению ресурсом оборудования исследовательских ядерных установок»;

- консультативное онлайн-совещание МАГАТЭ по применению норм безопасности МАГАТЭ к усовершенствованным реакторам (15–19 марта). Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступили с докладами: «Основные аспекты и особенности нормативно-правового регулирования безопасности АСММ с реакторами на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем (на примере энергоблока с РУ БРЕСТ-ОД-300)», «О нормативном регулировании безопасности ПАТЭС и АСММ с водо-водяными ММР, в том числе в части размещения и учета внешних воздействий»;

- техническое онлайн-совещание МАГАТЭ по потенциальным схемам лицензирования ядерных когенерационных установок (29–31 марта). От ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлен доклад на тему: «Безопасная и стойкая когенерация водорода на российских АЭС: нормативные требования»;
- техническое совещание МАГАТЭ по опыту разработки и применения вероятностной оценки безопасности уровня 2 для АЭС (4–7 мая). Представителем ФБУ «НТЦ ЯРБ» сделан доклад «Использование ВАБ уровня 2 при регулировании безопасности атомных станций в Российской Федерации»;
- техническое совещание МАГАТЭ по оценке глубокоэшелонированной защиты в ходе периодической оценки безопасности (18–21 мая). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с докладом на тему: «Опыт оценки технических и организационных мер, обеспечивающих эффективность глубокоэшелонированной защиты уровня 4 на российских АЭС с реакторами ВВЭР»;
- техническое совещание МАГАТЭ по управлению старением, переоборудованию и модернизации исследовательских реакторов (31 мая – 4 июня). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с докладом на тему: «О разработке федеральных норм и правил, содержащих требования к управлению ресурсом оборудования исследовательских ядерных установок»;
- техническое совещание МАГАТЭ по использованию дифференцированного подхода при применении требований безопасности для установок топливного цикла (26 июля). От ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлено сообщение на тему: «Использование дифференцированного подхода при применении требований безопасности к объектам ядерного топливного цикла в Российской Федерации»;
- техническое совещание МАГАТЭ по обращению с облученным графитом в рамках проектов по выводу из эксплуатации (2–6 августа). От ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлено сообщение на тему: «Требования безопасности при обращении с облученным графитом в Российской Федерации»;
- техническое совещание МАГАТЭ по методологиям нейтронных и термогидравлических расчетов для исследовательских реакторов, включая трактовку неопределенностей (16–20 августа). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с сообщением на тему: «Проведение нейтронно-физических и теплогидравлических расчетов активной зоны исследовательского реактора, состоящей из витых твэлов с крестообразным сечением»;
- техническое совещание МАГАТЭ по модернизации цифровых систем контроля и управления для исследовательских реакторов (23–26 августа). От ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлено сообщение на тему: «Регулирование процесса модернизации управляющих систем исследовательских реакторов»;
- совместный с МАГАТЭ Межрегиональный учебный курс по вопросам привлечения внешней технической поддержки и деятельности организаций научно-технической поддержки при реализации новых атомно-энергетических программ (4–7 октября). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» участвовал с докладом на тему: «Функции, задачи и деятельность ФБУ «НТЦ ЯРБ» как организации научно-технической поддержки Ростехнадзора»;
- техническое совещание МАГАТЭ по усовершенствованным видам ядерного топлива для водоохлаждаемых реакторов (18–22 октября). От ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлено сообщение на тему: «Обзор нормативных подходов к внедрению новых видов ядерного топлива в Российской Федерации»;
- техническое совещание МАГАТЭ по анализу безопасности и лицензионной документации для установок топливного цикла (8–12 ноября). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с докладом на тему: «Требования к выполнению анализа безопасности для объектов ядерного топливного цикла, и опыт проведения экспертиз безопасности в части оценки выполненного эксплуатирующими организациями анализа безопасности объектов ядерного топливного цикла»;
- техническое совещание МАГАТЭ по учету аспектов вывода из эксплуатации при проектировании малых модульных реакторов (29 ноября – 3 декабря). От ФБУ «НТЦ ЯРБ» представлено сообщение на тему: «Обзор российской нормативной правовой базы по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии для целей проектирования малых модульных реакторов»;
- техническое совещание МАГАТЭ по содействию развитию человеческих ресурсов и повышению квалификации в области вывода из эксплуатации (29 ноября – 3 декабря). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ»

выступил с докладом на тему: «Опыт организации курса лекций «Нормативно-правовая база по выводу из эксплуатации ОИАЭ» на базе вузов МГУ и НИЯУ МИФИ»;

- семинар по разработке руководств по управлению тяжелыми авариями с использованием инструментария МАГАТЭ для разработки руководств по управлению тяжелыми авариями (SAMG-D) (6–10 декабря). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с докладом на тему: «Опыт оценки руководств по управлению тяжелыми авариями на российских АЭС с реакторами ВВЭР в процессе лицензирования»;

- семинар по обсуждению подходов к разработке обязательных требований к физической защите ядерных и иных радиоактивных материалов, ядерных и связанных установок в Российской Федерации, а также практики использования рекомендаций МАГАТЭ (21–22 декабря). Представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с докладом на тему: «Порядок разработки требований к физической защите ядерных и иных радиоактивных материалов, ядерных и связанных с ними установок в Российской Федерации. Учет рекомендаций МАГАТЭ».

Мероприятия в рамках Глобальной сети по ядерной и физической ядерной безопасности (GNSSN) МАГАТЭ

27–28 января представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в заседании Руководящего комитета GNSSN в формате ВКС, где был сформулирован план деятельности Руководящего комитета и определен круг ведения.

29–30 июня в формате ВКС состоялось заседание Руководящего комитета GNSSN, которое было посвящено обсуждению обновленного Стратегического плана дальнейшего развития GNSSN, актуализированного круга ведения Руководящего комитета, а также доклада о текущем состоянии дел по модернизации web-платформы ресурса GNSSN.

Участие в мероприятиях в рамках Форума органов регулирования по вопросам безопасности малых модульных реакторов (Форум ММР)

12–16 апреля представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в формате ВКС в заседании Руководящего комитета и рабочих групп Форума ММР.

15–19 ноября представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в формате ВКС в заседании Рабочей группы по проектированию и анализу безопасности Форума ММР.

Участие в мероприятиях в рамках Форума организаций научно-технической поддержки (TSOF)

9–10 марта представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в заседании Руководящего комитета TSOF, в обсуждении вопросов, связанных с деятельностью TSOF, обсуждении хода реализации поставленных перед TSOF задач, согласованных на предыдущих заседаниях, и перспектив дальнейшей работы, связанной с подготовкой к Международной конференции организаций научно-технической поддержки в России в 2022 г.

28–29 апреля представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» в формате ВКС принял участие в заседании Программного комитета Международной конференции МАГАТЭ по задачам, стоящим перед организациями научно-технической поддержки органов регулирования в области ядерной и физической ядерной безопасности, в ходе которого обсуждались название, цели и задачи, ожидаемые результаты и сессии предстоящей конференции.

Участие в мероприятиях, проводимых под эгидой Агентства по ядерной энергии организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ ОЭСР)

Участие в мероприятиях АЯЭ ОЭСР

2–3 июня и 8–9 декабря с участием директора ФБУ «НТЦ ЯРБ» состоялись 69-ое и 70-ое заседания Комитета по безопасности ядерных установок АЯЭ ОЭСР (CSNI). На заседаниях получена информация о деятельности рабочих групп Комитета, а также о научно-исследовательских проектах, координированных исследованиях, направленных на обеспечение ЯРБ.

В отчетный период при участии представителей ФБУ «НТЦ ЯРБ» состоялись следующие заседания и совещания комитетов и рабочих групп:

- 16–17 февраля – заседание Рабочей группы по научным вопросам и анализу неопределенностей в области реакторных систем (WPRS) и связанных с ней экспертных групп;
- 24 февраля – заседание подгруппы по аналитическим кодам и методам (TGACM) Рабочей группы по вопросам регулирования безопасности проектов реакторов 4-го поколения (WGSAR);
- 10 марта – промежуточное заседание Рабочей группы по безопасности топлива (WGFS) CSNI, в ходе которого состоялось обсуждение деятельности представителей рабочей группы и запланировано проведение дополнительных работ по составлению отчетов о деятельности рабочей группы в области обеспечения безопасности при использовании топлива в активных зонах реакторов и обращении с ним;
- 16–17 марта – 3-е заседание Комитета по выводу из эксплуатации и управлению ядерным наследием (CDLM), в ходе которого получена актуальная информация о передовых международных подходах к обеспечению безопасности вывода из эксплуатации ОИАЭ и управления ядерным наследием в государствах-участниках ОЭСР, в том числе во Франции, США, Великобритании;
- 16–19 марта – 28-ое совещание Рабочей группы по опыту эксплуатации (WGOE) CNRA;
- 7 апреля – совещание Рабочей группы по вопросам регулирования безопасности проектов реакторов 4-го поколения (WGSAR) CNRA;
- 26–29 апреля – 8-е заседание Рабочей группы по культуре безопасности (WGSC) CNRA;
- 18–20 мая – заседание Рабочей группы по правовым аспектам ядерной безопасности (WPLANS) Комитета по ядерному законодательству (NLC), где представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступил с сообщением на тему: «Нормативное правовое регулирование безопасности ПАТЭС «Академик Ломоносов» и АСММ с РИТМ-200Н»;
- 18–20 октября – совещание Рабочей группы по вопросам регулирования безопасности проектов реакторов 4-го поколения (WGSAR) CNRA;
- 22 октября – 29-ое совещание Рабочей группы по опыту эксплуатации (WGOE) CNRA;
- 16, 19 и 26 ноября – стартовые совещания по разработке мандата групп высокого уровня CNRA по направлениям: «Лидерство и культура безопасности», «Политика и лицензирование» и «Новые технологии»;
- 22–25 ноября – 9-е заседание Рабочей группы по культуре безопасности (WGSC) CNRA.

В отчетный период представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в следующих учебных курсах и семинарах:

- 12–16 и 19–23 апреля – учебные курсы по применению ПС “SCALE” «Анализ чувствительности и неопределенности при оценке безопасности по критичности и валидации» и учебные курсы по использованию ПС “SCALE/ORIGEN-MAVRIC” для расчетов источников излучения и анализа радиационной безопасности при транспортировании и хранении ОЯТ соответственно;
- 22 сентября – вебинар, посвященный совместному использованию ПИЛ для научно-исследовательских проектов;
- 7 октября – семинар «Высокотемпературные реакторы и промышленное использование их тепловой энергии».

Участие в мероприятиях в рамках Многонациональной программы оценки новых проектов АЭС (MDEP)

- 15 января, 26 апреля, 6 августа и 15 октября состоялись онлайн-совещания экспертной подгруппы по анализу переходных процессов и аварий Рабочей группы по реакторам ВВЭР (РГ-ВВЭР). В течение года подгруппой разработан проект отчета «Подходы, принятые национальными органами регулирования, к представлению результатов анализа неопределенностей в документах, обосновывающих безопасность атомных станций»;
- 23–24 марта состоялось онлайн-совещание экспертной подгруппы по корпусу реактора и оборудованию под давлением РГ-ВВЭР. В течение года подгруппой доработан и направлен на одобрение в Руководящий технический комитет MDEP документ по «общей позиции» экспертной подгруппы «Корпус реактора и оборудование под давлением» и продолжена работа над проектом 2-го технического отчета по новым направлениям работы по тематическому направлению «Корпус реактора и оборудование под давлением», а именно: «Программа испытаний образцов-свидетелей в обоснование целостности корпуса реактора», «Квалификация впервые применяемых элементов оборудования (First-Of-A-Kind)», «Квалификация сварщиков и процедур (процессов) неразрушающего контроля»;
- 15 мая, 22 сентября и 24 ноября состоялись совещания подгруппы технических экспертов по тяжелым авариям РГ-ВВЭР. За 2021 г. были направлены на рассмотрение и утверждение в Руководящий технический комитет MDEP технический отчет по оценке устройства локализации расплава, технический отчет по оценке рекомбинаторов водорода и «общая позиция» РГ-ВВЭР по оценке устройства локализации расплава, также продолжена работа над проектом технического отчета «Долговременный отвод тепла из контейнмента»;
- 25–26 мая в режиме ВКС состоялось заседание РГ-ВВЭР, в ходе которого представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в обсуждении разработки документов группы, таблицы различий в проектах ВВЭР, вопросов подготовки семинара РГ-ВВЭР и будущего РГ-ВВЭР после реорганизации MDEP;
- 22 сентября в онлайн-формате проведено совещание экспертной подгруппы «Учет в новых проектах АЭС с ВВЭР уроков аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи» РГ-ВВЭР с целью разработки «общей позиции» по тематическому направлению: «Учет положений Венской декларации о ядерной безопасности»;
- 12 октября в режиме ВКС состоялось совещание РГ-ВВЭР для обсуждения вопросов, связанных с организацией и проведением семинара в России, с участием представителей проектных и эксплуатирующих организаций стран-членов группы;
- 25–29 октября в режиме ВКС состоялись заседание РГ-ВВЭР и второй семинар с участием представителей органов регулирования, проектных и эксплуатирующих организаций стран-участниц РГ-ВВЭР.

Участие в деятельности Ассоциации Европейских организаций научно-технической поддержки (ETSON)

- 12 января состоялась видеоконференция ETSON, посвященная обсуждению Технического задания по тематическим партнерским проверкам (Topical Peer Review Specification) в части обеспечения защиты от пожара, на которой обсуждался ход разработки Технического задания в рамках проведения партнерской проверки ETSON и WENRA;
- 4 февраля представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в формате ВКС в заседании Программного комитета Форума “EUROSAFE”, на котором была представлена информация о ходе подготовки к Форуму в 2021 г.;
- 8 февраля представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в заседании Совета ETSON, на котором были обсуждены вопросы, касающиеся текущего состояния и дальнейшего взаимодействия организаций научно-технической поддержки в рамках Ассоциации;
- 6 мая представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в заседании Совета ETSON в формате ВКС;

- 18 мая в формате ВКС состоялось заседание Рабочей группы по научным исследованиям (ERG) ETSON, на котором была получена обновленная информация по проектам Европейского сообщества по атомной энергии (Евратом) и Европейской комиссии;
- 25 мая состоялось заседание Технического совета по безопасности реакторов (TBRS) ETSON в формате ВКС, на котором была представлена информация о деятельности экспертных групп ETSON;
- 16 июня представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в совещании ETSON по вопросу возможного участия в новом проекте “Horizon Europe”, посвященном гармонизации подходов к лицензированию будущих ОИАЭ и объектов, работающих на технологии термоядерного синтеза, в ходе которого была получена предварительная информация о целях и задачах данного проекта;
- 17 июня представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в заседании Совета и Генеральной Ассамблеи ETSON;
- 30 августа и 10 сентября представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в совещаниях ETSON по обсуждению предложений создаваемого консорциума из организаций-членов ETSON по проекту “Harmonise” в рамках программы “Horizon Europe”, посвященному гармонизации подходов к лицензированию будущих ОИАЭ и объектов, работающих на технологии термоядерного синтеза;
- 14 сентября представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в заседании Совета ETSON, на котором обсуждались вопросы, связанные с подготовкой и участием в 65-ой сессии Генеральной Конференции МАГАТЭ;
- 22–23 ноября состоялся Форум “EUROSAFE” в очном формате (без участия представителей ФБУ «НТЦ ЯРБ»). В ходе Форума от ФБУ «НТЦ ЯРБ» были представлены видеозаписи направленных заранее сообщений по темам: «Основные требования к сейсмостойкости атомной станции в нормативных документах РФ», «Взрывобезопасность процессов упаривания растворов азотной кислоты с органическими водорастворимыми соединениями при переработке ОЯТ и РАО» и «Существующие и перспективные методы определения эквивалента активности при переработке отработавшего ядерного топлива»;
- 24 ноября представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в заседании Совета и Генеральной Ассамблеи ETSON;
- 25 ноября состоялось заседание Технического совета по безопасности реакторов (TBRS) ETSON в формате ВКС, на котором была представлена информация о деятельности экспертных групп ETSON.

Участие в мероприятиях, проводимых Международной организацией по стандартизации ИСО (ИСО/ТК85/ПК)

19 мая, 16, 22 сентября и 14 октября представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в онлайн-заседаниях Рабочей группы ISO/ТК85/ПК2/РГ23 «Системы физических барьеров для защиты от ионизирующего излучения».

21 сентября и 22 октября в онлайн-формате состоялись заседания Рабочей группы ISO/ТК85/ПК2/КГ «Консультативная группа».

Участие в мероприятиях, проводимых в рамках СНГ

Сотрудничество в рамках Комиссии по использованию атомной энергии в мирных целях

15 июля представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в заседании экспертной группы Исполнительного комитета СНГ, в ходе которого были обсуждены проект Протокола о практических мерах по информированию о ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, объеме и содержании помощи в рамках выполнения обязательств, предусмотренных Соглашением о взаимодействии государств – участников СНГ по обеспечению готовности на случай ядерной аварии или возникнове-

ния радиационной аварийной ситуации и взаимопомощи при ликвидации их последствий от 2 ноября 2018 г., замечания и предложения к нему.

Участие в мероприятиях в рамках Форума органов регулирования стран, эксплуатирующих реакторы ВВЭР (Форум ВВЭР)

Ежегодное заседание Форума ВВЭР состоялось 30 ноября – 2 декабря в формате ВКС, в ходе которого представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» выступили с сообщениями о деятельности рабочих групп, председателями которых они являются.

14–16 декабря представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в заседании Рабочей группы по вероятностному анализу безопасности Форума ВВЭР.

Участие в мероприятиях Ассоциации западноевропейских органов регулирования безопасности при использовании атомной энергии в мирных целях (WENRA)

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в формате ВКС в весеннем (13–14 апреля) и осеннем (14–15 октября) пленарных заседаниях, в ходе которых были обсуждены вопросы, связанные с деятельностью рабочих групп, последними событиями в национальных системах регулирования членов и наблюдателей WENRA, в частности обсуждались вопросы проведения второй независимой партнерской проверки.

В 2021 г. представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» в формате ВКС приняли участие в заседаниях следующих рабочих групп WENRA:

- по исследовательским реакторам (WGRR) – 14–15 января, 30 марта – 1 апреля и 5–7 октября;
- по вопросам обращения с радиоактивными отходами, отработавшим ядерным топливом и вывода из эксплуатации (WGWD) – 22–26 марта и 27 сентября – 1 октября.

28 мая представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в рабочей встрече между представителями Ассоциации Клуба европейских эксплуатирующих организаций (EUR) и WENRA.

4.2. Двустороннее сотрудничество

Сотрудничество с Федеративной Республикой Германия

22–24 ноября представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ» принял участие в совместном онлайн-семинаре Общества по безопасности установок и реакторов Германии (GRS) и Технологического института Карлсруэ (KIT) «О применимости нормативной базы для ядерных установок к термоядерным установкам. На пути к специализированной нормативной базе для термоядерных установок».

В рамках подписанного в июле 2019 г. Меморандума о намерениях по организации научно-технического сотрудничества в области ядерной и радиационной безопасности на период 2019–2021 гг. между ФБУ «НТЦ ЯРБ» и GRS велась работа по созданию и апробации модели РУ и выполнению пилотных расчетов для ВВЭР-1200/В-491.

Сотрудничество с Французской Республикой

Сотрудничество с Институтом радиационной защиты и ядерной безопасности (IRSN)

Сотрудничество с IRSN осуществляется на основании Рамочного соглашения о сотрудничестве между Институтом радиационной защиты и ядерной безопасности и ФБУ «НТЦ ЯРБ» в области ядерной безопасности и физической ядерной безопасности.

В соответствии с Рамочным соглашением в январе 2021 г. в адрес IRSN представителями ФБУ «НТЦ ЯРБ» были направлены предложения для включения в «Отчет об опыте ФБУ «НТЦ ЯРБ»

и IRSN по вопросам верификации, валидации и анализа неопределенностей программ для ЭВМ, применимых при обосновании безопасности».

26–28 мая состоялись третий семинар по проекту “ASCOM” и 10-е заседание пользователей ПК “ASTEC”.

Сотрудничество с Республикой Беларусь

30 апреля в формате ВКС состоялись общественные слушания перед выдачей лицензии на эксплуатацию энергоблока № 1 Белорусской АЭС, в которых принял участие представитель ФБУ «НТЦ ЯРБ».

3 июня в ФБУ «НТЦ ЯРБ» состоялся прием делегации Государственного научного учреждения «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси (ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны»), в ходе которого представители обеих организаций подтвердили взаимную заинтересованность в сотрудничестве по вопросу проведения экспертизы документов, обосновывающих ЯРБ в части эксплуатации блока № 2 Белорусской АЭС.

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в двустороннем семинаре по теме: «Система учета и анализа эксплуатационного опыта АЭС» с представителями Госатомнадзора Республики Беларусь, в онлайн-совещании по обсуждению проекта закона Республики Беларусь «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии»; кроме того, принято участие в качестве наблюдателя в общественных слушаниях перед выдачей лицензии на эксплуатацию энергоблока № 1 Белорусской АЭС.

Рассмотрены документы, касающиеся вопросов регулирования безопасности при использовании атомной энергии, полученные от Госатомнадзора Республики Беларусь.

В течение года ФБУ «НТЦ ЯРБ» в рамках договора с Госатомнадзором Республики Беларусь оказывало услуги по оценке документов, обосновывающих ЯРБ на этапах ввода в эксплуатацию блоков № 1 и 2 Белорусской АЭС.

Сотрудничество с Исламской Республикой Иран

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» приняли участие в вебинарах с представителями Иранского органа ядерного регулирования (ИОЯР) по вопросам процесса лицензирования на всех этапах ЯТЦ.

Кроме того, ФБУ «НТЦ ЯРБ» был выполнен анализ документа «Положение о лицензировании объектов добычи и переработки урановых руд», поступившего от ИОЯР.

Сотрудничество с Народной Республикой Бангладеш

ФБУ «НТЦ ЯРБ» проанализирован проект нормативного документа «Содержание системы классификации аварийных ситуаций на АЭС «Руппур» для распознавания и объявления ядерной или радиологической аварийной ситуации».

В соответствии с запросом Органа регулирования атомной энергии Бангладеш (BAERA) рассмотрена документация и проведена оценка результатов испытаний прочности бетона строительных конструкций здания реактора (20UJA) энергоблока № 2 АЭС «Руппур».

Принято участие в рабочей встрече по обсуждению вопросов межведомственного сотрудничества с BAERA в формате ВКС.

Сотрудничество с Социалистической Республикой Вьетнам

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» оказали поддержку Вьетнамскому агентству по радиационной и ядерной безопасности (VARANS) в формате консультаций по применимости ФНП Российской Федерации и рассмотрели проект Решения о внутренней процедуре экспертизы безопасности размещения ИЯУ Центра ядерной науки и технологий (ЦЯНТ), поступивший от VARANS.

Сотрудничество с Республикой Замбия

Рассмотрен проект плана взаимодействия Службы радиационной защиты Республики Замбия (RPA) с Ростехнадзором в рамках реализации межведомственного соглашения о сотрудничестве, и представлены комментарии и предложения по его наполнению.

Сотрудничество с Республикой Филиппины

Обеспечено участие представителя ФБУ «НТЦ ЯРБ» с презентацией на тему «Разработка требований и руководств по безопасности» в двустороннем семинаре Ростехнадзора и Филиппинского института ядерных исследований Министерства науки и технологий Республики Филиппины по вопросам укрепления нормативно-правовой базы в области ЯРБ при использовании атомной энергии в мирных целях.

Сотрудничество с Многонациональным Государством Боливия

Принято участие в координационном совещании Ростехнадзора и Органа надзора в сфере электроэнергетики и ядерных технологий Боливии (АЕТН) по вопросам оказания поддержки АЕТН в лицензировании сооружения центра ядерных технологий.

Выполнены анализ и оценка документов, обосновывающих безопасность ИР Центра ядерных исследований и технологий (ЦЯИТ) Многонационального Государства Боливия на этапе его сооружения и размещения, на соответствие требованиям ФНП и других нормативных правовых документов.

Представители ФБУ «НТЦ ЯРБ» – члены Рабочей группы по вопросам оказания содействия Боливии – приняли участие в онлайн-совещании с представителями АЕТН с целью обсуждения предварительных результатов экспертизы безопасности размещения ИР ЦЯИТ Боливии.

Принято участие в онлайн-совещании с представителями Министерства углеводородов и энергетики Боливии, Агентства по атомной энергии Боливии (АВЕН) и АЕТН по вопросам лицензирования размещения и сооружения ИР в Боливии.

Принято участие в онлайн-совещании по вопросам взаимодействия с АЕТН в сфере получения лицензий для ЦЯИТ.

Рассмотрен проект программы обучения «Устройство и безопасное использование исследовательских ядерных установок: нормативные документы по безопасности, лицензирование, надзор», разработанный в целях оказания содействия Многонациональному Государству Боливия, и подготовлены замечания и предложения к нему.

Выполнены анализ и оценка документов, обосновывающих безопасность ИР ЦЯИТ Многонационального Государства Боливия на этапе его сооружения, на соответствие требованиям ФНП и других нормативных правовых документов (в части работ по сооружению здания реакторного корпуса до отметки «0», устройству фундамента дымовой трубы и канала для подземных газоходов).

Начаты экспертиза документов в обоснование безопасности ИР ЦЯИТ при размещении на территории Многонационального Государства Боливия и экспертиза документов в обоснование безопасности ИР ЦЯИТ при сооружении на территории Многонационального Государства Боливия.

Сотрудничество с Турецкой Республикой

Рассмотрены материалы по проекту сертификата-разрешения на конструкцию ТУК-137Т.А1 для АЭС «Аккую», подготовлены комментарии и предложения.

Сотрудничество с Арабской Республикой Египет

Принято участие в координационном совещании по обсуждению вопросов межведомственного сотрудничества с Органом регулирования ядерной и радиологической безопасности Египта (ENRRA) и в семинаре по обсуждению подходов к разработке обязательных требований к физической защите ядерных и иных радиоактивных материалов, ядерных и связанных установок в Российской Федерации, а также практики использования рекомендаций МАГАТЭ в период с 20 по 23 декабря в Каире с сообщением на тему «Требования к физической защите ядерных и иных радиоактивных материалов, ядерных и связанных с ними установок в Российской Федерации. Порядок разработки требований. Учет рекомендаций МАГАТЭ».

Сотрудничество с Республикой Узбекистан

Подготовлены разъяснения по вопросу о порядке согласования нормативных документов, разрабатываемых Ростехнадзором и Госкорпорацией «Росатом».

Перечень договоров, соглашений, контрактов, заключенных в 2021 г., и даты их подписания

В течение 2021 г. ФБУ «НТЦ ЯРБ» были заключены следующие договоры:

- договор от 15.04.2021 № 13-09/35 с Департаментом по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госатомнадзор) на оказание услуг по теме: «Оценка документов по обоснованию ядерной и радиационной безопасности и их изменений на этапах ввода в эксплуатацию блоков № 1 и 2 Белорусской АЭС»;
 - договор от 16.08.2021 № 33/1-21 с ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» Национальной академии наук Беларуси на выполнение научно-исследовательской работы: «Проведение анализа и оценки документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности при осуществлении Республиканским унитарным предприятием «Белорусская атомная электростанция» деятельности в области использования атомной энергии в части выполнения работ, составляющих лицензируемую деятельность в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения, в части эксплуатации ядерной установки (энергблока № 2 Белорусской АЭС)»;
 - договор от 23.08.2021 № 33/2-21 с ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» Национальной академии наук Беларуси на выполнение научно-исследовательской работы: «Проведение анализа и оценки документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности при осуществлении Республиканским унитарным предприятием «Белорусская атомная электростанция» деятельности в области использования атомной энергии в части выполнения работ, составляющих лицензируемую деятельность в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения, в части эксплуатации ядерной установки (энергблока № 2 Белорусской АЭС)».
-



V. Система менеджмента качества

В ФБУ «НТЦ ЯРБ» создана, документально оформлена и успешно функционирует СМК.

Область применения СМК:

- научные исследования в сфере регулирования безопасности в области использования атомной энергии;
- разработка ФНП, РБ и иных нормативных документов в сфере регулирования безопасности в области использования атомной энергии;
- экспертиза программ для ЭВМ, применяемых при обосновании безопасности ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии;
- экспертиза безопасности (экспертиза обоснования безопасности) ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии.

СМК «ФБУ НТЦ ЯРБ» базируется на следующих основных принципах:

- мониторинг и анализ информации о внешних и внутренних факторах, влияющих на выполнение целей в области качества, с учетом влияния заинтересованных сторон;
- дифференцированный подход, в соответствии с которым меры обеспечения качества выполняемых работ устанавливаются с учетом степени их влияния на конечный результат по осуществляемым направлениям деятельности;
- высокий профессионализм работников, обеспечивающий готовность к решению проблем любой степени сложности с использованием современных методов выполнения работ;
- системный подход к планированию, организации, выполнению работ, контролю и улучшению применяемых процессов;
- планирование качества выполняемых работ, процессов и их результативности с учетом имеющихся ресурсов, принятых обязательств, результатов анализа рисков и возможностей, а также принятие мер по ограничению нежелательного влияния выявленных рисков;
- делегирование части полномочий, прав и ответственности по выполнению работ исполнителям при сохранении за управленческим звеном функций организации и контроля деятельности;
- управление человеческим фактором на основе формирования и поддержания культуры безопасности в сознании и поведении конкретных исполнителей, а также руководителей всех уровней;
- систематическая оценка степени выполнения установленных требований и внесение необходимых изменений в СМК.

Реализация основных целей и принципов СМК обеспечивает:

- гарантии соблюдения требований правовых актов и нормативных документов, условий действия лицензий при проведении экспертизы;
- создание, внедрение и применение эффективной системы управления, обеспечивающей оптимальное планирование, организацию и выполнение работ;
- гарантии высокого профессионализма, независимости и объективности проведения работ;
- четкое разграничение ответственности и осуществление организационно-распорядительных мероприятий;
- вовлечение всего персонала в процесс обеспечения и улучшения качества с четким установлением полномочий и ответственности каждого в области качества, применение методов самоконтроля на индивидуальном и групповом уровне.

СМК ФБУ «НТЦ ЯРБ» сертифицирована Органом по сертификации TÜV Thüringen e.V. на соответствие международному стандарту ISO 9001:2015 и органом по сертификации систем менеджмента ООО «Интерсертифика-ТЮФ» на соответствие национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

В период с 7 по 9 декабря ООО «Интерсертифика-ТЮФ» (аккредитован в составе Органа по сертификации TÜV Thüringen e.V.) провел 1-й наблюдательный аудит СМК ФБУ «НТЦ ЯРБ». По результатам проведенного аудита установлено следующее:

- СМК ФБУ «НТЦ ЯРБ» является результативной;
- в Учреждении созданы условия для поддержания СМК в рабочем состоянии и ее дальнейшего развития;
- СМК ФБУ «НТЦ ЯРБ» способна выполнять действующие требования и обеспечить ожидаемые результаты.

Также по результатам 1-го наблюдательного аудита принято решение о подтверждении действия сертификатов № ТИС 15 100 1910718 (выдан Органом по сертификации TÜV Thüringen e.V.) и № 0132 (выдан Органом по сертификации систем менеджмента ООО «Интерсертифика-ТЮФ»).

Проведенный анализ СМК ФБУ «НТЦ ЯРБ» со стороны руководства подтвердил актуальность Политики в области качества, выполнения целей в области качества, результативность процессов СМК и наличие необходимого потенциала для ее постоянного улучшения.



VI. Кадровая политика

Персонал является основной ценностью и одним из главных факторов успешного развития ФБУ «НТЦ ЯРБ».

Реализация кадровой политики основывается на решении приоритетных задач:

- привлечение и удержание в Учреждении высококвалифицированного, способного к инновациям персонала, в том числе из выпускников ведущих профильных высших учебных заведений Российской Федерации;
- сохранение и передача знаний внутри коллектива;
- поддержание и развитие сбалансированной системы материального и морального стимулирования работников Учреждения;
- совершенствование организационной системы управления кадровыми процессами, учетно-регистрационной системы в сфере кадровой работы, разработка и актуализация локальных нормативных актов;
- обеспечение безопасных условий труда работников;
- совершенствование системы профилактики и предупреждения коррупционных и иных правонарушений среди работников ФБУ «НТЦ ЯРБ»;
- поддержание организационного порядка, корпоративной культуры, повышение ответственности работников за выполняемые должностные обязанности, укрепление трудовой, исполнительской дисциплины.

Учреждение проводит целенаправленную и последовательную работу по совершенствованию кадровой политики, направленную на непрерывное развитие и обновление нормативной и методологической базы в сфере управления персоналом с применением передовых знаний, стандартов и технологий в этой области.

ФБУ «НТЦ ЯРБ» как ответственный работодатель создает условия, способствующие повышению эффективности деятельности и вовлеченности персонала в реализацию задач в области научно-технического обеспечения государственного регулирования ЯРБ.

Основной целью кадровой политики является создание и развитие внутреннего потенциала на основе формирования, сохранения и развития компетентного и стабильного кадрового состава, а также накопления и применения уникальных знаний, необходимых для достижения стратегических целей, стоящих перед Учреждением.

ФБУ «НТЦ ЯРБ», строго соблюдая трудовое законодательство Российской Федерации, стремится создавать для своих работников конкурентоспособные условия труда. Система мотивации базируется на таких принципах, как ответственность каждого работника подразделения за результат и зависимость вознаграждения от индивидуальных результатов работы. Всем работникам, в зависимости от качества работы и личного потенциала, обеспечиваются возможности профессионального развития и карьерного роста. Взаимодействие ФБУ «НТЦ ЯРБ» с работниками строится на принципах социального партнерства, взаимного уважения, доверия и ориентировано на долгосрочное сотрудничество.

При удовлетворении потребности Учреждения в персонале приоритет отдается, прежде всего, действующим работникам, развитию их потенциала в соответствии с квалификационными требованиями, а также привлечению молодых специалистов с профильным образованием.

Списочная численность персонала ФБУ «НТЦ ЯРБ» на 31 декабря 2021 г. составила 322 человека (из них 134 женщины).

Структура персонала в 2021 г. представлена на диаграмме (рис. 64).

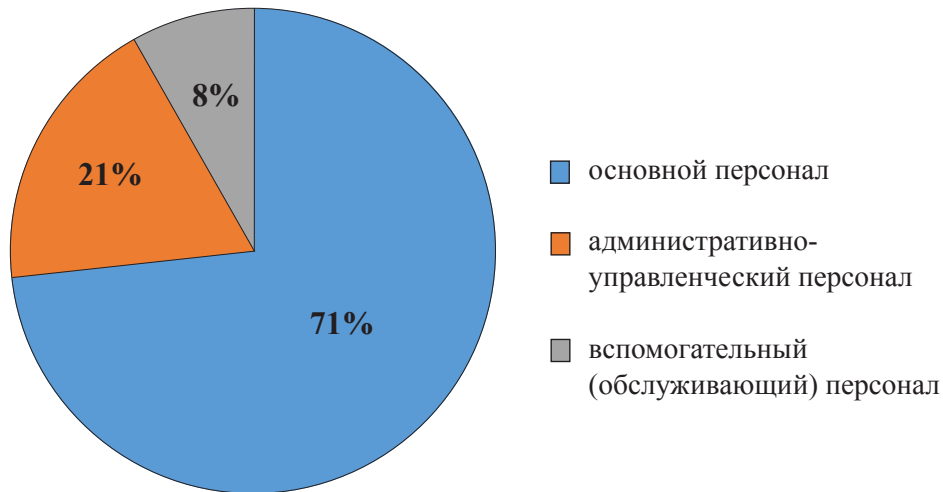


Рис. 64. Структура персонала ФБУ «НТЦ ЯРБ»

Среди научных работников 44 % составляют главные, ведущие и старшие научные сотрудники, 56 % – научные и младшие научные сотрудники.

В настоящее время в ФБУ «НТЦ ЯРБ» трудятся 7 докторов наук и 48 кандидатов наук, 3 работника имеют ученое звание профессора, 14 – ученое звание старшего научного сотрудника и 1 – ученое звание доцента.

На протяжении многих лет Учреждение развивает успешное сотрудничество с профильными вузами (прежде всего с НИЯУ МИФИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, НИУ МЭИ), в том числе организуя производственные практики студентов. По итогам прохождения практики лучшим молодым специалистам предоставляется возможность работы в подразделениях ФБУ «НТЦ ЯРБ». В 2021 г. трудовые договоры были заключены с 11 выпускниками профильных вузов.

Учреждение на постоянной основе ведет работу, направленную на совершенствование и реализацию Программы адаптации и профессионального развития работника, поступившего на работу в ФБУ «НТЦ ЯРБ». Данная программа направлена на обеспечение более быстрого вхождения в должность нового работника, формирование позитивного образа ФБУ «НТЦ ЯРБ» и передачу знаний об Учреждении.

Одним из этапов этой программы является проведение учебных занятий в форме семинаров и открытых лекций по ежегодно актуализируемой тематике. Занятия проводят работники ФБУ «НТЦ ЯРБ», носители критических знаний, обладающие высокой профессиональной квалификацией и большим практическим опытом.

Ускорить процесс адаптации новых работников позволяет развитие внутренних коммуникаций. В 2021 г. Учреждение продолжило совершенствование функционирования корпоративного интернет-портала, что способствует устранению информационных барьеров, формированию сплоченного коллектива, служит объединяющим фактором для совместной работы и слаженному взаимодействию между работниками ФБУ «НТЦ ЯРБ», специалистами разных отраслей знаний и работниками системы Ростехнадзора.

В целях содействия профессиональному росту, наиболее полному раскрытию потенциала молодых специалистов, поощрения их инициативы и творческой активности в проведении научных работ в поддержку регулирования безопасности при использовании атомной энергии в ФБУ «НТЦ ЯРБ» ежегодно проводится конкурс молодых специалистов – «Конкурс молодых». По итогам Конкурса молодых-2021 за активное участие, подготовку и высокое качество представленных на конкурс работ и презентаций 8 молодых специалистов Учреждения получили премиальные выплаты и дипломы победителей.

В области обучения и развития персонала ФБУ «НТЦ ЯРБ» нацелено на развитие творческого потенциала каждого работника, обеспечение соответствия квалификации сотрудников требованиям рабочего места, на поддержание высокого уровня профессиональной подготовки, инициативности и стремления работников к саморазвитию, подготовку кадрового резерва для выдвижения на руководящие должности, адаптацию вновь принятого персонала. Профессиональное обучение персонала организуется и осуществляется с учетом и в интересах Учреждения, его основных целей и ценностей.

В течение отчетного года работники ФБУ «НТЦ ЯРБ» постоянно повышали свою квалификацию на специализированных курсах и семинарах. В связи с распространением коронавирусной инфекции COVID-19 большая часть мероприятий в 2021 г. проведена в дистанционном формате.

ФБУ «НТЦ ЯРБ» стремится создавать необходимую степень уверенности персонала в завтрашнем дне с помощью построения эффективной системы материальной и нематериальной мотивации.

Учреждение в полной мере обеспечивает выполнение показателей по повышению средней заработной платы научных работников в соответствии с Указом Президента РФ «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597 и Планом мероприятий (дорожной картой) «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки», утвержденным Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.04.2014 № 722-р. В 2021 г. размер среднемесячной заработной платы работников увеличился на 4,1 % (по сравнению с 2020 г.). В соответствии с трудовым законодательством Российской Федерации заработная плата выплачивается своевременно, не реже чем каждые полмесяца. Конкретные даты выплаты заработной платы установлены локальным нормативным актом ФБУ «НТЦ ЯРБ».

Одним из компонентов нематериальной системы мотивации является публичное признание успехов работников (награждение государственными, ведомственными наградами Ростехнадзора, Госкорпорации «Росатом» и поощрение руководства ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

В 2021 г. 77 работников Учреждения, добившиеся значительных результатов в профессиональной деятельности, были удостоены следующих наград:

- медаль им. академика Александрова А. П. Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – 1 человек;
- нагрудный знак «Почетный работник» Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – 3 человека;
- Почетная грамота Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – 5 человек;
- Благодарность Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – 9 человек;
- знак отличия «Академик А. П. Александров» 2 степени Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – 1 человек;
- знак отличия «За вклад в развитие атомной отрасли» 1 степени Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – 1 человек;
- знак отличия «За вклад в развитие атомной отрасли» 2 степени Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – 1 человек;
- Почетная грамота Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – 1 человек;
- Благодарность Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – 1 человек;
- Благодарственное письмо Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» – 1 человек;
- Благодарность ФБУ «НТЦ ЯРБ» – 53 человека.

В соответствии с трудовым законодательством Российской Федерации в ФБУ «НТЦ ЯРБ» организована и активно ведется работа по обеспечению безопасности и охраны труда. Большое внимание уделяется таким направлениям, как обучение, инструктаж, проверка знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников. В Учреждении отсутствуют рабочие места, содержащие вредные производственные факторы, все рабочие места отнесены к классу 2 «допустимый».

ФБУ «НТЦ ЯРБ» заявляет о неприятии коррупции и нетерпимости коррупционного поведения в любых формах и проявлениях. В 2021 г. Учреждением выполнены в полном объеме требования Федеральных законов, правовых актов Президента и Правительства Российской Федерации в сфере противодействия коррупционным и иным правонарушениям. В рамках работы по обеспечению эффективной реализации комплекса профилактических мероприятий, направленных на соблюдение установленных антикоррупционных запретов, ограничений и требований, проводимой в ФБУ «НТЦ ЯРБ», на постоянной основе ведется работа по:

- своевременному информированию работников о внесении изменений в антикоррупционное законодательство Российской Федерации;
- направлению для ознакомления работниками, замещающими должности, связанные с высоким коррупционным риском, указов Президента Российской Федерации, постановлений Правительства Российской Федерации, ведомственных приказов, методических рекомендаций и памяток по вопросам противодействия коррупции. Размещение вышеуказанных документов осуществляется на официальном сайте Учреждения в разделе «Противодействие коррупции», а наиболее актуальных – на информационном стенде в здании Учреждения. Раздел по вопросам противодействия коррупции официального сайта ФБУ «НТЦ ЯРБ» поддерживается в соответствии с требованиями, указанными в Методических рекомендациях для проведения мониторинга размещения на официальных сайтах федеральных органов исполнительной власти в Сети интернет актуальной информации о мерах по профилактике и противодействию коррупции, подготовленными Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации;
- проведению индивидуальных бесед с гражданами, поступающими на работу на должности, связанные с высоким коррупционным риском, при представлении ими справок о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера.

Был проведен мониторинг выполнения мероприятий, предусмотренных Планом противодействия коррупции федерального бюджетного учреждения «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» на 2021–2024 гг. В рамках мониторинга фактов невыполнения или нарушения сроков исполнения мероприятий, предусмотренных Планом, не выявлено. За 2021 г. фактов нарушения антикоррупционного законодательства Российской Федерации не выявлено.

VII. Приложения

7.1. Перечень научно-технической продукции, выпущенной в 2021 г.

Соглашение о предоставлении субсидии на 2021 г.

1. Выполнение оперативных поручений Ростехнадзора с целью поддержки регулирующей деятельности в области использования атомной энергии. ДНП 4-1660/2021².
2. Информационно-техническая поддержка центрального аппарата и межрегиональных территориальных управлений Ростехнадзора в регулирующей деятельности в области ядерной и радиационной безопасности. ДНП 06-01/2021, ДНП 06-02/2021, ДНП 4-1623/2021, ДНП 4-1688/2021.
3. Развитие и поддержка российского сегмента международной сети органов регулирования безопасности при использовании атомной энергии с учетом рекомендаций Международного агентства по атомной энергии для информационного обеспечения регулирования безопасности на объектах использования атомной энергии. ДНП 06-03/2021, ДНП 4-1692/2021.
4. Разработка проекта изменений в руководство по безопасности «Оценка состояния системы физической защиты на радиационно опасном объекте» (РБ-112-16). ДНП 24-09/325, ДНП 4-1633/2021, ДНП 4-1718/2021.
5. Разработка проекта изменений в федеральные нормы и правила «Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов» (НП-083-15). ДНП 24-09/324, ДНП 4-1626/2021, ДНП 4-1695/2021.
6. Разработка проекта изменений в федеральные нормы и правила «Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации» (НП-067-16). ДНП 24-09/323, ДНП 24-09/327, ДНП 4-1711/2021.
7. Разработка предложений по установлению требований безопасности установок по переработке РАО, пунктов хранения РВ и РАО, не относящихся к объектам ядерного топливного цикла. ДНП 4-1719/2021.
8. Разработка предложений по актуализации руководства по безопасности «Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии» (РБ-114-16). ДНП 4-1632/2021, ДНП 4-1699/2021.
9. Разработка проекта изменений в федеральные нормы и правила «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов, применяемых на объектах использования атомной энергии» (НП-043-18). ДНП 22-06/01-2021, ДНП 4-1631/2021, ДНП 4-1700/2021.
10. Разработка проекта изменений в руководство по безопасности «Рекомендации к составу и содержанию отчета по комплексному обследованию судов и других плавсредств с ядерными реакторами и судов атомного технологического обслуживания при продлении срока их эксплуатации» (РБ-033-17). ДНП 4-1588/2021, ДНП 4-1615/2021, ДНП 4-1679/2021.
11. Анализ применяемых организационно-технических мер при обращении с жидкими и газообразными радиоактивными средами с целью уточнения источников радиоактивных выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. ДНП 4-1710/2021.

² Здесь и далее номер отчета ФБУ «НТЦ ЯРБ», подготовленного по теме.

12. Анализ действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии на соответствие требованиям нормативных правовых актов Российской Федерации, рекомендациям МАГАТЭ, других международных организаций. ДНП 4-1648/2021.

13. Самооценка соответствия референтных уровней безопасности WENRA по исследовательским реакторам нормативной правовой базе Российской Федерации. ДНП 4-1705/2021.

14. Сопоставление отечественных требований по обоснованию прочности оборудования и трубопроводов АЭУ с требованиями стандартов США серии ASME. Подготовка предложений по корректировке отечественных требований на основе результатов сопоставительного анализа. ДНП 4-1690/2021.

15. Сопоставление отечественных требований по обоснованию прочности оборудования и трубопроводов АЭУ с требованиями стандартов клуба европейских эксплуатирующих организаций (EUR). Подготовка предложений по корректировке отечественных требований на основе результатов сопоставительного анализа. ДНП 4-1691/2021.

16. Анализ информации о нарушениях при эксплуатации радиационных источников. ДНП 4-1559/2021, ДНП 20-05-251/2021, ДНП 20-05-254/2021, ДНП 4-1629/2021, ДНП 4-1694/2021.

17. Анализ информации о нарушениях в работе атомных станций и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности атомных станций. ДНП 4-1563/2021, ДНП 14/04-2021, ДНП 14-12/2021, ДНП 14-15/2021, ДНП 4-1697/2021.

18. Анализ информации о нарушениях в работе исследовательских ядерных установок и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности исследовательских ядерных установок. ДНП 4-1562/2021, ДНП 4-1583/2021, ДНП 4-1608/2021, ДНП 4-1607/2021, ДНП 4-1663/2021.

19. Анализ информации о нарушениях в работе объектов ядерного топливного цикла и годовых отчетов эксплуатирующих организаций по безопасности объектов ядерного топливного цикла. ДНП 4-1561/2021, ДНП 4-1582/2021, ДНП 4-1613/2021, ДНП 4-1665/2021, ДНП 4-1666/2021.

20. Анализ информации о нарушениях в работе судов и других плавсредств с ядерными установками и радиационными источниками, объектов береговой инфраструктуры атомного ледокольного флота и плавучих атомных станций при их эксплуатации. Анализ безопасности обращения с ядерными материалами и радиоактивными веществами на плавучих объектах и их береговой инфраструктуры. ДНП 4-1566/2021, ДНП 4-1587/2021, ДНП 4-1630/2021, ДНП 4-1707/2021, ДНП 4-1720/2021.

21. Анализ нарушений в системах учета, контроля и физической защиты ядерных материалов и радиоактивных веществ на объектах использования атомной энергии. ДНП 4-1564/2021, ДНП 4-1565/2021-дсп, ДНП 24-09/321-дсп, ДНП 24-09/322, ДНП 4-1621/2021, ДНП 4-1627/2021-дсп, ДНП 4-1689/2021-дсп, ДНП 4-1703/2021.

22. Анализ представляемой эксплуатирующей организацией информации о расследовании отклонений и отказов оборудования и трубопроводов АЭС. Расчетная оценка возможности разрушения трубопроводов АЭС с наиболее опасными дефектами по критериям хрупкого и вязкого разрушения. Поддержка компьютерной базы данных по дефектам оборудования и трубопроводов АЭС с предложениями по принятию регулирующих решений. ДНП 19-06/05-2021, ДНП 4-1680/2021.

23. Развитие нормативной правовой базы в области использования атомной энергии. ДНП 09-08/03-2021, ДНП 4-1696/2021.

24. Разработка предложений по учету в национальных актах стран, развивающих атомную энергетику с участием Российской Федерации, рекомендаций МАГАТЭ на примере федеральных норм и правил в области использования атомной энергии. ДНП 4-1600/2021, ДНП 4-1715/2021.

25. Выполнение оперативных поручений Ростехнадзора с целью научно-технической поддержки по вопросам оказания содействия органам государственной власти государств, являющихся заказчиками сооружения по российским проектам объектов использования атомной энергии. ДНП 4-1724/2021.

Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года»

26. Оценка безопасности организационных и технических мероприятий при категорировании радионуклидных источников по радиационной опасности. ДНП 4-1667/2021.

27. Оценка безопасности организационных и технических мероприятий при обеспечении физической защиты радиоактивных веществ, радиоактивных отходов, радиационных источников и пунктов хранения на радиационно опасных объектах. ДНП 4-1668/2021.

28. Оценка безопасности организационных и технических мероприятий при переводе ядерных материалов в радиоактивные вещества и радиоактивные отходы. ДНП 4-1669/2021.

29. Оценка безопасности устройства и эксплуатации систем вентиляции, важных для безопасности, атомных станций. ДНП 4-1658/2021.

30. Оценка безопасности перевода исследовательских реакторов в режим пуска и работы на мощности после их длительного останова и/или модернизации. ДНП 4-1662/2021.

31. Оценка безопасности захоронения радиоактивных отходов. Предложения по актуализации требований по обеспечению безопасности при закрытии пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов. ДНП 4-1653/2021.

32. Оценка полноты программ и хода выполнения НИОКР, проводимых в подземной исследовательской лаборатории Нижне-Канского массива. ДНП 4-1656/2021, ДНП 4-1657/2021.

33. Совершенствование моделей экспресс-оценки АЭС с реакторами типа ВВЭР, РБМК и БН с учетом актуального состояния указанных энергоблоков. ДНП 4-1671/2021, ДНП 4-1672/2021.

34. Подготовка библиотеки распределения радионуклидов по помещениям АЭС с ВВЭР в условиях тяжелых аварий для расчета выхода радионуклидов в авариях с плавлением активной зоны при проведении противоаварийных тренировок в информационно-аналитическом центре Ростехнадзора. ДНП 4-1670/2021.

35. Разработка альбома проектных и запроектных аварий на объектах ядерного топливного цикла для совершенствования аварийной готовности информационно-аналитического центра Ростехнадзора. ДНП 4-1638/2021, ДНП 4-1639/2021.

36. Разработка альбома проектных и запроектных аварий на исследовательских ядерных установках для совершенствования аварийной готовности информационно-аналитического центра Ростехнадзора. ДНП 4-1673/2021, ДНП 4-1674/2021.

37. Разработка моделей для выполнения теплогидравлических расчетов реакторной установки ПИК для совершенствования аварийной готовности информационно-аналитического центра Ростехнадзора. ДНП 4-1624/2021, ДНП 4-1625/2021.

38. Разработка моделей пунктов захоронения радиоактивных отходов с целью получения независимых прогнозных оценок долговременной безопасности. ДНП 4-1655/2021.

39. Подготовка материалов для национального доклада Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Конвенции о ядерной безопасности. ДНП 4-1686/2021.

40. Подготовка материалов для национальных докладов Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами. ДНП 4-1649/2021, ДНП 4-1650/2021.

7.2. Перечень публикаций сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» в 2021 г.

Книги

1. Курындин А. В., Поляков Р. М., Шаповалов А. С., Понизов А. В., Фелицын М. А., Шарафутдинов Р. Б., Белинский Л. Л., Иванов К. В., Суворова Е. В., Хаперская А. В. Комплексный сравнительный анализ безопасности реализации открытого и замкнутого ядерных топливных циклов

в Российской Федерации. Методология и результаты / Труды НТЦ ЯРБ. – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2021. – 59 с.: ил. ISBN 978-5-907011-34-2.

2. Соколов И. П., Позин А. В., Шарафутдинов Р. Б. Введение в обеспечение взрывобезопасности объектов ядерного топливного цикла / Труды НТЦ ЯРБ. Часть 2. Система нормативного обеспечения взрывобезопасности объектов ядерного топливного цикла. – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2021. 202 с.: ил. ISBN 978-5-907011-39-7.

Публикации в периодических изданиях

3. Kryukov A. M., Chernobaeva A. A., Erak D. Yu., Rogozhkin S. V., Nikitin A. A., Lebedinsky V. I., Papina V. B., Zhurko D. A. Analysis of mechanical properties and nanostructure changes of VVER-440 reactor pressure vessel metal after annealing. *Journal of Physics of Atomic Nuclei*, 2021, v. 84, no. 10, pp. 1676–1690. ISSN 1063-7788.

4. Batsulin A. A., Bochkarev V. V., Brilliantov B. D., Litvinenko O. Yu., Stryapushkin P. A., Tereshkin V. I., Khanbikova D. T. The structure of the support system for making optimal decisions during the decommissioning of nuclear facilities. *International Journal of Nuclear Governance Economy and Ecology*, 2021, vol. 5, no. 1, ISSN 1742-4186.

5. Антонов А. Ю., Рубцов В. С. Метод схематизации совокупности несплошностей в кольцевых сварных соединениях трубопроводов атомных станций // *Ядерная и радиационная безопасность*. 2021. № 2 (100). С. 20–28. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.100.2.003. ISSN 2218-8665.

6. Бочкарев В. В. Оптимизация нормативных требований к блокам, остановленным для ВЭ // *РЭА*. 2021. № 6. С. 60–61.

7. Бочкарев В. В., Бриллиантов Б. Д. Обоснование оптимальных технических и организационных решений при выводе из эксплуатации ОИАЭ с учетом обеспечения ЯРБ // *Радиоактивные отходы*. 2021. № 4 (17). С. 60–64. ISSN 2587-9707.

8. Бугаев Е. Г., Гупало В. С., Забродин С. М., Кишкина С. Б., Татаринцев В. Н. Подземная исследовательская лаборатория: преодоление неопределенностей в оценке сейсмических условий участка «Енисейский» Нижне-Канского массива // *Радиационные отходы*. 2021. № 3 (16). С. 80–94. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-3-80-93. ISSN 2587-9707.

9. Бугаев Е. Г., Кишкина С. Б., Лободенко И. Ю. Разработка и реализация системы сейсмологического мониторинга на основе руководства по безопасности при использовании атомной энергии «Сейсмологический мониторинг участков размещения ядерно- и радиационно опасных объектов» (РБ-142-18) // *Ядерная и радиационная безопасность*. 2021. № 1 (99). С. 28–42. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.99.1.003. ISSN 2218-8665.

10. Бузыкина Д. Ю., Козлова Н. А., Фукс Р. Л. Использование в ФБУ «НТЦ ЯРБ» симулятора ВВЭР для поддержки экспертизы расчетного обоснования процедур по управлению запроектными авариями // *Ядерная и радиационная безопасность*. 2021. № 1 (99). С. 14–27. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.100.2.001. ISSN 2218-8665.

11. Голубева И. А., Крючков М. В. Нефтегазохимия в России: состояние, проблемы, перспективы развития // *Химия и технология топлив и масел*. 2021. № 1 (623). С. 49–56. ISSN 0023-1169.

12. Губарева А. А., Крючков М. В. Изучение методов исследования углеродных нанотрубок // *Нефтегазохимия*. 2021. № 1–2. С. 17–21. ISSN 2310-8266.

13. Дорофеев А. Н., Уткин С. С., Дорогов В. И., Самойлов А. А., Мамчиц Е. Г., Позин А. В., Василишин А. Л. О развитии структуры представления данных в национальном докладе России в рамках Объединенной конвенции // *Радиоактивные отходы*. 2021. № 4 (17). С. 9–21. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-4-9-21. ISSN 2587-9707.

14. Кавун О. Ю., Лифшиц А. М., Семишин В. В. Концепция газоохлаждаемого внутренне безопасного ядерного реактора на быстрых нейтронах // *Автоматизация и ИТ в энергетике*. 2021. № 4 (141). С. 12–23. ISSN 2410-4043.

15. Катковский С. Е. О необходимости верификации и валидации методов прямого численного моделирования вычислительной гидродинамики // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 3 (101). С. 16–25. ISSN 2218-8665. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.101.3.002.

16. Koval S. V. Research of the parameters of acoustic emission signals during the destruction of the liner material and the power shell of a metal-composite high-pressure cylinder. Journal of Physics Conference Series, 2021, vol. 2131(2):022068.

17. Коваль С. В. Обоснование параметров компенсационного нагнетания инъекционных смесей в грунтовые массивы в процессе защиты от деформаций и восстановления плано-высотного положения зданий, сооружений, опор мостов, тоннелей, метрополитенов и других объектов транспортной инфраструктуры // Русский инженер. 2022. № 2 (75). С. 34–39.

18. Коваль С. В., Кузьминов А. В., Родин П. А., Сидоров Н. М. Динамический анализ сооружений АЭС совместно с грунтовым основанием на сейсмическое воздействие // Вестник НИЦ «Строительство». 2021. Том 31. № 4. С. 79–88. ISSN 2224-9494.

19. Козаченко А. П., Коновалов А. В., Беловодский А. Л., Радченко В. Е. Развитие культуры безопасности на радиационных объектах нефтегазовой отрасли // Газовая промышленность. 2021. № 6 (817). С. 84–85. ISSN 0016-5581.

20. Коротков В. А., Югай Т. З. Сейсмический расчет зданий АЭС с учетом податливости фундаментной плиты // Вестник НИЦ «Строительство». 2021. Том 31, № 4. С. 89–97. ISSN 2224-9494.

21. Курындин А. В., Киркин А. М., Каримов А. З., Маковский С. В. О подходах к регулированию безопасности применения толерантного ядерного топлива // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 4 (102). С. 13–23. ISSN 2218-8665.

22. Курындин А. В., Киркин А. М., Лось В. А., Маковский С. В. Особенности радиационных характеристик отработавшего ядерного топлива реакторов на быстрых нейтронах // Вопросы атомной науки и техники. Серия: материаловедение и новые материалы. 2021. № 3 (109). С. 96–106. ISSN 0321-222X.

23. Курындин А. В., Киркин А. М., Синегрибов С. В., Картова А. М., Шарафутдинов Р. Б. О необходимости совершенствования нормативной правовой базы в области использования атомной энергии для регулирования безопасности термоядерных установок // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 3 (101). С. 5–15. ISSN 2218-8665.

24. Курындин А. В., Сорокин Д. В., Шаповалов А. С., Шарафутдинов Р. Б. О необходимости совершенствования подходов к установлению зон противоаварийного планирования объектов использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 3 (101). С. 26–35. ISSN 2218-8665.

25. Курындин А. В., Шаповалов А. С., Орлов М. Ю., Коршунков А. В. О нормативном регулировании систем вентиляции, важных для безопасности атомных станций // Технологии обеспечения жизненного цикла ядерных энергетических установок. 2021. № 2 (24). С. 81–87. ISSN 2414-5726.

26. Курындин А. В., Шаповалов А. С., Тимофеев Н. Б., Верник А. Л. О нормировании радиоактивных выбросов и сбросов промышленных предприятий, не использующих атомную энергию // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 1. С. 88–93. ISSN 0409-2961.

27. Поликарпова А. М., Пипченко Г. Р. Применение конечных автоматов для решения задачи определения исходного события на АЭС с ВВЭР-1000 в условиях аварийного реагирования // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 2 (100). С. 40–52. ISSN 2218-8665. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.100.2.001.

28. Понизов А. В., Пустовгар А. П., Дорофеев А. Н., Верещагин П. М., Соколов И. П. Исследование характеристик тампонажных материалов для ликвидации скважин пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов «Железногорский» // Радиоактивные отходы. 2021. № 2 (15). С. 63–72. ISSN 2587-9707. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-2-63-72.

29. Понизов А. В., Курьиндин А. В. Рецензия на научную статью «Обеспечение радиационной защиты при временном хранении отвержденных радиоактивных отходов в хранилищах ангарного типа», Росновский С. В., Поваров В. П. // Известия Вузов. Ядерная энергетика. 2021. № 2. С. 96–105. ISSN 0204-3327. DOI 10.26583/npe.2021.2.09.

30. Родин А. В. Исследование продуктов радиолиты системы «ТБФ–Изопар–HNO₃» до и после регенерации карбонатами органических оснований // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2021. № 1 (57). С. 99–105. ISSN 0044-1856. DOI: 10.31857/S0044185621010071.

31. Родин А. В., Зачиняев Г. М. Потенциально взрывоопасные смеси «органический компонент–азотная кислота–вода» в процессах упаривания на объектах ядерного топливного цикла» // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 2 (100). С. 7–19. ISSN 2218-8665. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.100.2.001.

32. Ксенофонтов А. И., Савин Д. А. Обоснование варианта выведения из эксплуатации радиобиологической лаборатории // Медицинская физика. 2021. № 2 (90). С. 73–79. ISSN 1810-200X.

33. Соколов И. П., Понизов А. В., Шарафутдинов Р. Б. Графический подход к обоснованию безопасности процесса остекловывания высокоактивных отходов в индукционных печах с водоохлаждаемыми тиглями // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 2 (100). С. 29–39. ISSN 2218-8665. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.100.2.003.

7.3. Перечень докладов сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» на семинарах и конференциях в 2021 г.

1. Афанасьев И. А., Савин Д. А., Терешкин В. И., Щадилов А. Е. Планирование вывода из эксплуатации на ранних стадиях жизненного цикла объекта использования атомной энергии // XI Российская научная конференция «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях» (видеоконференция): сборник материалов докладов / Москва, 26–29 октября 2021.

2. Афанасьев И. А., Щадилов А. Е. Обеспечение радиационной безопасности персонала, проводящего комплексное инженерное и радиационное обследование объекта использования атомной энергии // IX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА-2021»: сборник тезисов «Молодежные решения для достижения лидерства атомной отрасли на мировом энергетическом рынке в эпоху трансформации экономики» / Санкт-Петербург, 25–28 августа 2021. ISBN 978-5-6046933-4-6.

3. Бацулин А. А., Бочкарев В. В., Бриллиантов Б. Д., Терешкин В. И. Математическое моделирование сетевого графика выполнения технологических работ по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии // VII международная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии» – Лаплаз-2021: сборник научных трудов / Москва, 23–26 марта 2021. М.: НИЯУ «МИФИ», 2021.

4. Бузыкина Д. Ю. Использование ПС «ПЭРО» для расчетной поддержки экспертизы обоснования безопасности // IX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА-2021»: сборник тезисов «Молодежные решения для достижения лидерства атомной отрасли на мировом энергетическом рынке в эпоху трансформации экономики» / Санкт-Петербург, 25–28 августа 2021. ISBN 978-5-6046933-4-6.

5. Верещагин П. М., Лебедин К. А., Лободенко И. Ю., Мишагина А. С., Мурлис Д. В., Понизов А. В., Ушанова О. Н., Фелицын М. А. Оценка полноты программ и хода выполнения НИОКР, проводимых в подземной исследовательской лаборатории Нижне-Канского массива (Assessment of completeness and sufficiency of ongoing research activities in underground research laboratory of the Nizhnekansky Massif) // Международная конференция МАГАТЭ «Обращение с радиоактивными отходами: решения, обеспечивающие устойчивое будущее»: сборник тезисов докладов / г. Вена, Австрия, 1–5 ноября 2021.

6. Катковский С. Е. О применении CFD и DNS программ для обоснования безопасности // Межотраслевая научно-техническая конференция «Проблемы применения и верификации CFD-кодов в атомной энергетике»: сборник тезисов / Нижний Новгород, АО «ОКБМ Африкантов», 8–9 сентября 2021.

7. Коваль С. В., Кузьминов А. В., Родин П. А., Сидоров Н. М. Динамический анализ сооружений АЭС совместно с грунтовым основанием на сейсмическое воздействие // XIV Российская национальная конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием): сборник тезисов / г. Сочи, 11–15 октября 2021. ISSN 2618-9283.

8. Коротков В. А., Югай Т. З. Сейсмический расчет зданий АЭС с учетом податливости фундаментной плиты // XIV Российская национальная конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием): сборник тезисов / г. Сочи, 11–15 октября 2021. ISSN 2618-9283.

9. Крючков М. В. Регенерация катализаторов дегидрирования низших алканов ИМ-2201 с использованием золь-гель технологии // Конференция «Нефтехимия-2021»: сборник трудов / г. Минск, 22–24 ноября 2021. С. 44–45.

10. Курбонмамадов А. Ш., Арбаев Г. Э. Экспресс-оценка распределения радионуклидов по помещениям АЭС с РУ ВВЭР-1000 в условиях тяжелых аварий для поддержки ИАЦ Ростехнадзора // IX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА-2021»: сборник тезисов «Молодежные решения для достижения лидерства атомной отрасли на мировом энергетическом рынке в эпоху трансформации экономики» / Санкт-Петербург, 25–28 августа 2021. ISBN 978-5-6046933-4-6.

11. Литвиненко О. Ю., Стряпушкин П. А. Управление конфигурацией ОИАЭ при подготовке к выводу и выводе из эксплуатации. Нормативное регулирование // IX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА-2021»: сборник тезисов «Молодежные решения для достижения лидерства атомной отрасли на мировом энергетическом рынке в эпоху трансформации экономики» / Санкт-Петербург, 25–28 августа 2021. ISBN 978-5-6046933-4-6.

12. Литвиненко О. Ю., Стряпушкин П. А., Щадилов А. Е. Эксплуатационная конфигурация блока АС как основа оптимизации процесса его подготовки к выводу из эксплуатации // XI Российская научная конференция «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях» (видео-конференция): сборник материалов докладов / Москва, 26–29 октября 2021.

13. Лободенко И. Ю. The main requirements for seismic stability of a nuclear power plant in the safety regulations of the Russian Federation (Основные требования к сейсмостойкости АЭС в федеральных нормах и правилах Российской Федерации) // Международная конференция ETSON EUROS SAFE-2021: тезисы докладов / г. Париж, Франция, 22–23 ноября 2021.

14. Лободенко И. Ю., Малофеев А. А., Меньщикова В. В., Фихиева Л. М. Учет современных движений земной коры при проектировании и строительстве высотных зданий // XIV Российская национальная конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием): сборник тезисов / г. Сочи, 11–15 октября 2021. С. 62–68. ISSN 2618-9283.

15. Пантюхина А. В. Альтернативная физико-эмпирическая модель радиационного охрупчивания металла корпусов реакторов ВВЭР-440 // IX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА-2021»: сборник тезисов «Молодежные решения для достижения лидерства атомной отрасли на мировом энергетическом рынке в эпоху трансформации экономики» / Санкт-Петербург, 25–28 августа 2021. ISBN 978-5-6046933-4-6.

16. Рубцов В. С., Лебединский В. И. Оценка влияния примесных элементов на радиационное охрупчивание корпусных сталей ВВЭР-440 при высоких флюенсах нейтронов // XXXI Международная конференция «Радиационная физика твердого тела»: труды / г. Севастополь, 5–10 июля 2021.

17. Савин Д. А. Decommissioning planning for uranium production facilities in Russia // Техническое совещание МАГАТЭ по планированию вывода из эксплуатации урановых производств: материалы презентации / г. Вена, Австрия, 13–17 декабря 2021.

18. Савин Д. А. Расчетно-экспериментальное исследование вопросов повышения безопасности эксплуатации функциональных материалов современных реакторов // Забабахинские научные чтения: сборник материалов XV Международной конференции / г. Снежинск, 27 сентября – 1 октября 2021. Снежинск: Издательство РФЯЦ – ВНИИТФ, 2021. 302 с.: ил.

19. Сенаторова С. Н., Иванов В. С. Расчет нейтронно-физических характеристик активной зоны реактора БРЕСТ-ОД-300 с использованием ПЭВМ SERPENT // IX научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов атомной отрасли «КОМАНДА-2021»: сборник тезисов «Молодежные решения для достижения лидерства атомной отрасли на мировом энергетическом рынке в эпоху трансформации экономики» / Санкт-Петербург, 25–28 августа 2021. ISBN 978-5-6046933-4-6.

20. Яшников Д. А. Об опыте анализа и оценки программ для ЭВМ CFD-класса // Межотраслевая научно-техническая конференция «Проблемы применения и верификации CFD-кодов в атомной энергетике»: сборник тезисов докладов / г. Нижний Новгород, АО «ОКБМ Африкантов», 8–9 сентября 2021. С. 8–10.

7.4. Перечень зарегистрированных в 2021 г. объектов интеллектуальной собственности

7.4.1. Калькулятор радиационных и теплофизических характеристик ОЯТ (V2.0)

В отчетном году коллективом авторов в составе: Курындин А. В., Киркин А. М., Строганов А. А., Ляшко И. А., Карякин М. Ю., Лось В. А. разработана вторая версия ПС «Калькулятор радиационных и теплофизических характеристик ОЯТ (V2.0)» (рис. 65). ПС реализует методы и подходы, изложенные в РБ-093-20 «Радиационные и теплофизические характеристики отработавшего ядерного топлива водородных энергетических реакторов и реакторов большой мощности канальных» (п. 65 приложения 7.6 к настоящему Отчету).

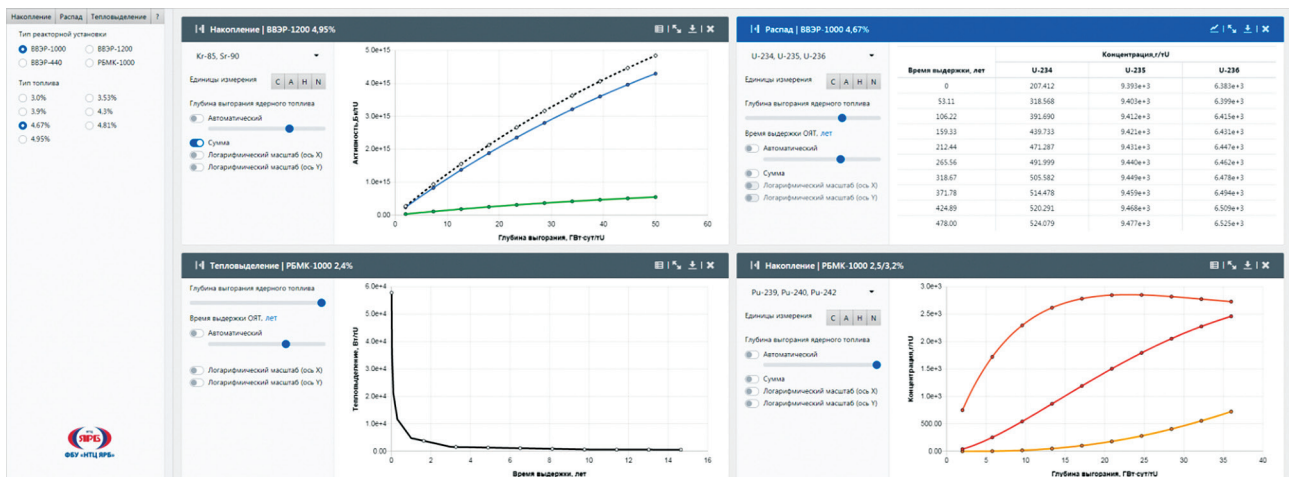


Рис. 65. Интерфейс программы «Калькулятор радиационных и теплофизических характеристик ОЯТ (V2.0)»

ПС предназначено для экспресс-оценки концентрации, активности и тепловыделения основных радионуклидов, содержащихся в ОЯТ реакторов типа ВВЭР-1000, ВВЭР-1200, ВВЭР-440 и РБМК-1000, в зависимости от глубины выгорания ядерного топлива и начального обогащения, а также остаточного тепловыделения ОЯТ упомянутых РУ в зависимости от глубины выгорания ядерного топлива, времени выдержки и начального обогащения (рис. 66).

Перечень радионуклидов, характеристики которых ПС позволяет оценивать, включает в себя:

- основные дозообразующие радионуклиды ОЯТ;
- радионуклиды, определяющие размножающие свойства ОЯТ;
- основные радионуклиды, ответственные за тепловыделение ОЯТ (при временах выдержки до 20 лет), а именно: ^{241}Am , ^{243}Am , ^{144}Ce , ^{242}Cm , ^{244}Cm , ^{245}Cm , ^{134}Cs , ^{135}Cs , ^{137}Cs , ^{154}Eu , ^{155}Eu , ^3H , ^{85}Kr , ^{237}Np , ^{107}Pd , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}Pu , ^{106}Ru , ^{125}Sb , ^{79}Se , ^{151}Sm , $^{121\text{m}}\text{Sn}$, ^{126}Sn , ^{90}Sr , ^{99}Tc , $^{125\text{m}}\text{Te}$, ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{93}Zr .

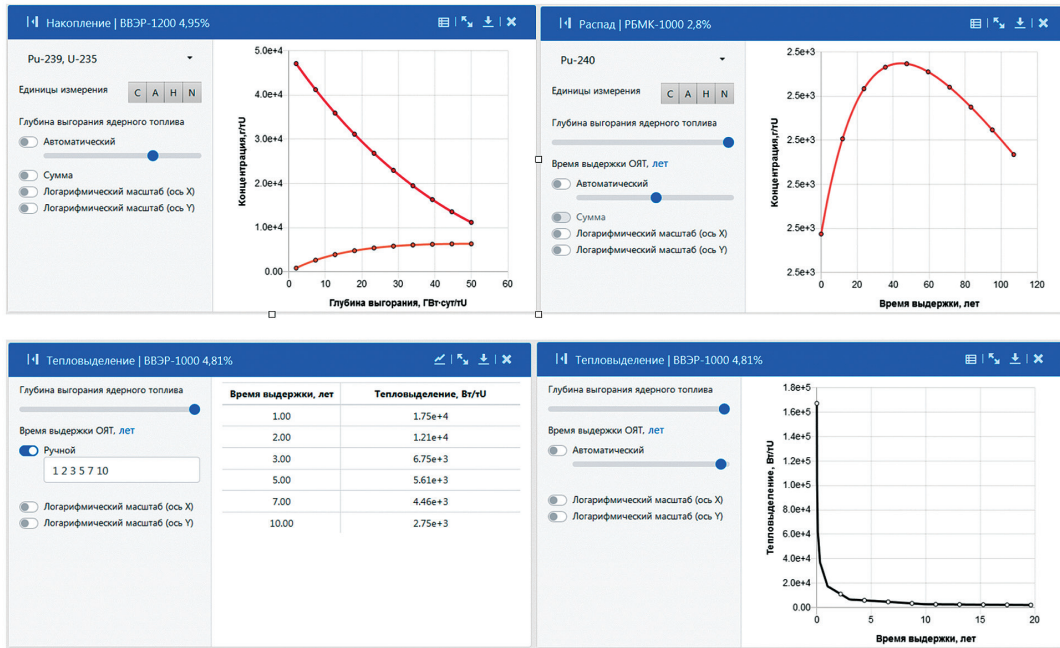


Рис. 66. Основные расчетные возможности программного средства

ПС может применяться специалистами проектных и эксплуатирующих организаций при обосновании безопасности ядерных установок и ПХ ЯМ, на которых планируется осуществлять или осуществляется деятельность по обращению с ОЯТ ВВЭР и РБМК, а также специалистами Ростехнадзора и организации научно-технической поддержки Ростехнадзора, осуществляющими оценку обоснования безопасности данных ОИАЭ при лицензировании соответствующих видов деятельности.

На ПС Федеральной службой по интеллектуальной собственности выданы свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021617328 и БД № 2021621149 (рис. 67).



Рис. 67. Свидетельства о государственной регистрации, полученные на программное средство

7.4.2. Информационная система «ИюН АС»

Информационная система «ИюН» предназначена для научно-технической поддержки Ростехнадзора в части организации деятельности по планированию и проведению проверок (инспекций) ОИАЭ, экспертизы безопасности (экспертизы обоснования безопасности) ОИАЭ и выполнения других работ в рамках контрольно-надзорной деятельности в области использования атомной энергии. В отчетном году коллективом авторов в составе: Курындин А. В., Киркин А. М., Ляшко И. А., Карякин М. Ю., Хренников Н. Н. и Обручков В. А. разработана информационная система «ИюН АС» (рис. 68), которая была включена в состав разработанной ранее информационной системы «ИюН».

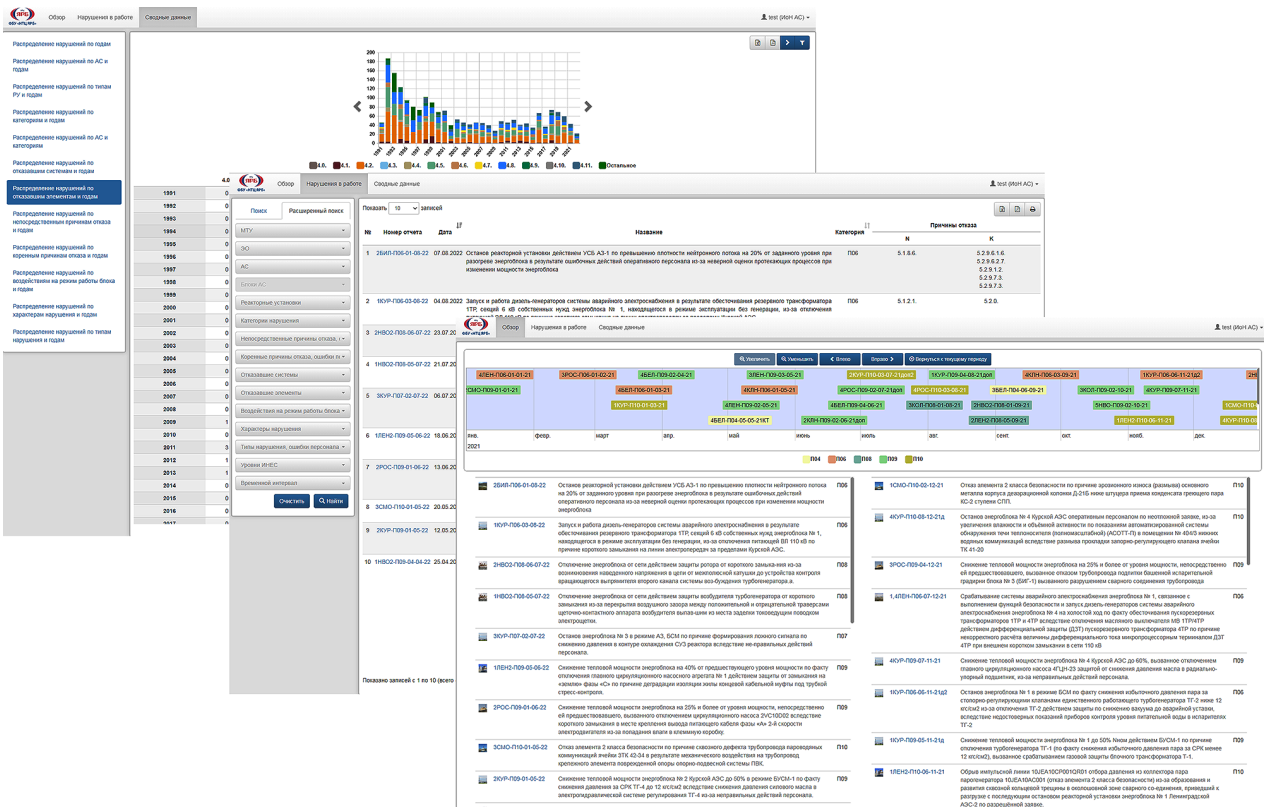


Рис. 68. Интерфейс информационной системы «ИюН АС»

Информационная система «ИюН» включает в себя следующие модули:

- «ИюН АС»;
- «ИюН ИЯУ».

Основными пользователями информационной системы «ИюН» являются сотрудники центрального аппарата Ростехнадзора, МТУ ЯРБ и специалисты организаций научной-технической поддержки Ростехнадзора.

Информационная система «ИюН» является веб-приложением, доступ к которой осуществляется через веб-браузер только для авторизованных пользователей с использованием защищенного протокола связи.

Для получения доступа к информационной системе «ИюН» сотрудникам Центрального аппарата Ростехнадзора и МТУ ЯРБ необходимо обратиться с официальным запросом в ФБУ «НТЦ ЯРБ».

Модули информационной системы «ИюН» прошли процедуру государственной регистрации с присвоением соответствующих свидетельств (рис. 69).



Рис. 69. Свидетельства о государственной регистрации, полученные на информационные системы «ИюН ИЯУ» и «ИюН АС»

7.4.3. Комплекс программных средств «СППОР»

Комплекс ПС «СППОР» (рис. 70) предназначен для информационной поддержки принятия управленческих решений при осуществлении деятельности по подготовке к выводу и выводу из эксплуатации ОИАЭ.

В состав комплекса входят:

- БД, содержащая библиотеки моделей типовых элементов ОИАЭ и типовых технологических операций, осуществляемых при выводе из эксплуатации;
- инструментальные средства моделирования ОИАЭ и процессов вывода из эксплуатации, формирования возможных решений по выводу из эксплуатации;
- программные модули, обеспечивающие оценку и сопоставление возможных решений по выводу из эксплуатации и обоснованный выбор из них оптимального решения с учетом неопределенности исходных данных об ОИАЭ, а также предпочтений лица, принимающего решение.

Разработанная система обеспечивает поддержку принятия управленческих решений по планированию, подготовке и ВЭ на всех стадиях полного жизненного цикла ОИАЭ, оптимизированных по затратам финансовых, материально-технических и временных ресурсов, при условии соблюдения норм и требований ЯРБ.

Ряд программных модулей, обеспечивающих возможность автономного применения, получили государственную регистрацию интеллектуальной собственности (рис. 71). Правообладатель данных модулей – АО «Наука и инновации».

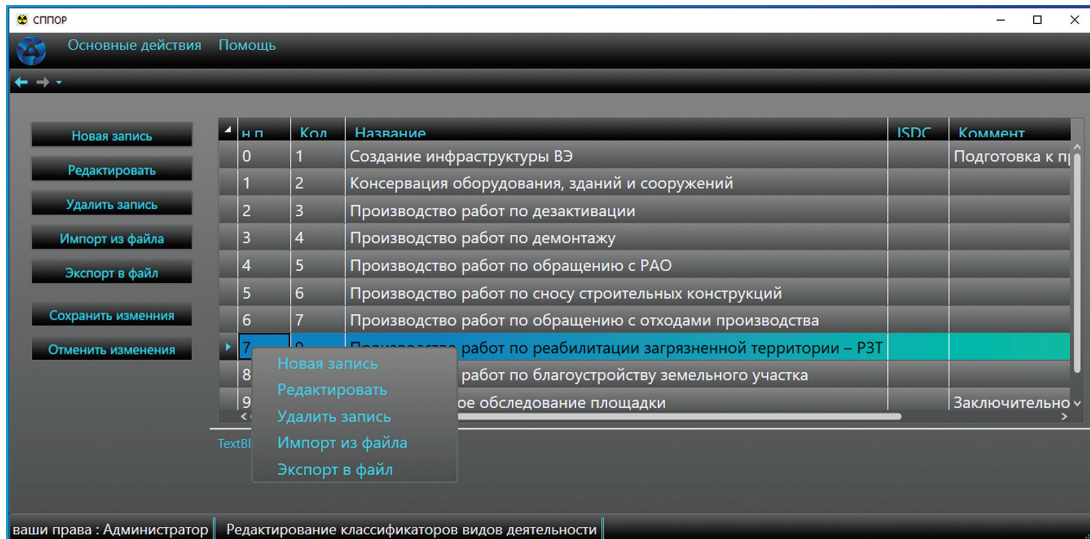


Рис. 70. Пример интерфейса комплекса программных средств «СППОР»



Рис. 71. Свидетельства о государственной регистрации, полученные на комплекс программных средств «СППОР»

7.5. Перечень действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (по состоянию на 28.04.2022)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
1	Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок	ПНАЭ Г-7-002-86	Постановление Госатомэнергонадзора СССР от 05.11.1986 № 5
2	Общие положения обеспечения безопасности атомных станций	НП-001-15	Приказ Ростехнадзора от 17.12.2015 № 522 (зарегистрирован Минюстом России 02.02.2016, № 40939)
3	Правила безопасности при обращении с радиоактивными отходами атомных станций	НП-002-15	Приказ Ростехнадзора от 30.01.2015 № 35 (зарегистрирован Минюстом России 27.02.2015, № 36288)
4	Требования к полномасштабным тренажерам для подготовки операторов блочного пункта управления атомной станции	НП-003-97 (ПНАЭ Г-5-40-97)	Постановление Госатомнадзора России от 15.04.1997 № 2
5	Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе атомных станций	НП-004-08	Постановление Ростехнадзора от 14.05.2008 № 3. С изменением, приказ Ростехнадзора от 05.03.2011 № 103
6	Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случаях радиационно опасных ситуаций	НП-005-16	Приказ Ростехнадзора от 24.02.2016 № 68 (зарегистрирован Минюстом России 25.03.2016, № 41573). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 11.10.2016 № 415 (зарегистрирован Минюстом России 03.11.2016, № 44240)
7	Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности блока атомной станции с реактором типа ВВЭР	НП-006-16	Приказ Ростехнадзора от 13.02.2017 № 53 (зарегистрирован Минюстом России 10.05.2017, № 46663)
8	Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов	НП-007-17	Приказ Ростехнадзора от 08.09.2017 № 357 (зарегистрирован Минюстом России 02.10.2017, № 48383)
9	Правила ядерной безопасности критических стенов	НП-008-16	Приказ Ростехнадзора от 23.08.2016 № 348 (зарегистрирован Минюстом России 03.11.2016, № 44233)
10	Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов	НП-009-17	Приказ Ростехнадзора от 04.08.2017 № 295 (зарегистрирован Минюстом России 31.08.2017, № 48033). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 28.12.2021 № 465 (зарегистрирован Минюстом России 02.02.2022, № 67100)
11	Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций	НП-010-16	Приказ Ростехнадзора от 24.02.2016 № 70 (приказ зарегистрирован Минюстом России 25.03.2016, № 41574). С изменением, приказ Ростехнадзора от 17.01.2017 № 11 (зарегистрирован Минюстом России 22.03.2017, № 46096)
12	Требования к отчету по обоснованию безопасности судов атомно-технологического обслуживания	НП-011-21	Приказ Ростехнадзора от 23.08.2021 № 285 (зарегистрирован Минюстом России 28.09.2021, № 65164)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
13	Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции	НП-012-16	Приказ Ростехнадзора от 10.01.2017 № 5 (зарегистрирован Минюстом России 22.02.2017, № 45740)
14	Установки по переработке отработавшего ядерного топлива. Требования безопасности	НП-013-99	Постановление Госатомнадзора России от 27.12.1999 № 5
15	Правила расследования и учета нарушений при эксплуатации и выводе из эксплуатации радиационных источников, пунктов хранения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов и обращении с радиоактивными веществами и радиоактивными отходами	НП-014-16	Приказ Ростехнадзора от 15.02.2016 № 49 (зарегистрирован Минюстом России 04.05.2016, № 41970)
16	Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции	НП-015-12	Приказ Ростехнадзора от 18.09.2012 № 518 (зарегистрирован Минюстом России 12.02.2013, № 27011)
17	Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла	НП-016-05	Постановление Ростехнадзора от 02.12.2005 № 11 (зарегистрировано Минюстом России 01.02.2006, № 7433). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 28.07.2014 № 326 (зарегистрирован Минюстом России 28.08.2014, № 33890)
18	Основные требования к продлению срока эксплуатации блока атомной станции	НП-017-18	Приказ Ростехнадзора от 05.04.2018 № 162 (зарегистрирован Минюстом России 04.05.2018, № 50977)
19	Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности атомных станций с реакторами на быстрых нейтронах	НП-018-05	Постановление Ростехнадзора от 02.12.2005 № 9 (зарегистрировано Минюстом России 26.01.2006, № 7413)
20	Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности	НП-019-15	Приказ Ростехнадзора от 25.06.2015 № 242 (зарегистрирован Минюстом России 27.07.2015, № 38209). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 13.09.2021 № 299 (зарегистрирован Минюстом России 19.10.2021, № 65473)
21	Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности	НП-020-15	Приказ Ростехнадзора от 25.06.2015 № 243 (зарегистрирован Минюстом России 21.07.2015, № 38118)
22	Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности	НП-021-15	Приказ Ростехнадзора от 25.06.2015 № 244 (зарегистрирован Минюстом России 22.07.2015, № 38130)
23	Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами	НП-022-17	Приказ Ростехнадзора от 04.09.2017 № 351 (зарегистрирован Минюстом России 27.09.2017, № 48344)
24	Требования к отчету по обоснованию безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами	НП-023-20	Приказ Ростехнадзора от 22.06.2020 № 236 (зарегистрирован Минюстом России 18.11.2020, № 60955)
25	Требования к обоснованию возможности продления назначенного срока эксплуатации объектов использования атомной энергии	НП-024-2000	Постановление Госатомнадзора России от 28.12.2000 № 16. С изменениями, приказ Ростехнадзора от 11.09.2017 № 363

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
26	Требования к управляющим системам, важным для безопасности атомных станций	НП-026-16	Приказ Ростехнадзора от 16.11.2016 № 483 (зарегистрирован Минюстом России 14.12.2016, № 44712)
27	Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе исследовательских ядерных установок	НП-027-10	Приказ Минприроды Российской Федерации от 31.05.2010 № 185 (зарегистрирован Минюстом России 19.07.2010, № 17888)
28	Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных установок	НП-028-16	Приказ Ростехнадзора от 04.04.2017 № 108 (зарегистрирован Минюстом России 04.05.2017, № 46597)
29	Правила ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами	НП-029-17	Приказ Ростехнадзора от 04.09.2017 № 352 (зарегистрирован Минюстом России 27.09.2017, № 48343)
30	Основные правила учета и контроля ядерных материалов	НП-030-19	Приказ Ростехнадзора от 18.11.2019 № 438 (зарегистрирован Минюстом России 10.04.2020, № 58042). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 04.06.2020 № 215 (зарегистрирован Минюстом России 09.07.2020, № 58881)
31	Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций	НП-031-01	Постановление Госатомнадзора России от 19.10.2001 № 9
32	Площадка атомной станции. Требования безопасности	НП-032-19	Приказ Ростехнадзора от 19.07.2019 № 287 (зарегистрирован Минюстом России 02.12.2019, № 56661)
33	Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок	НП-033-11	Приказ Ростехнадзора от 30.06.2011 № 348 (зарегистрирован Минюстом России 29.08.2011, № 21700)
34	Правила физической защиты радиоактивных веществ, радиационных источников и пунктов хранения	НП-034-15	Приказ Ростехнадзора от 21.07.2015 № 280 (зарегистрирован Минюстом России 03.08.2015, № 38303)
35	Пункты сухого хранения отработавшего ядерного топлива. Требования безопасности	НП-035-02	Постановление Госатомнадзора России от 28.06.2002 № 7
36	Правила устройства и эксплуатации систем вентиляции, важных для безопасности, атомных станций	НП-036-05	Постановление Ростехнадзора от 07.11.2005 № 6
37	Правила безопасности при выводе из эксплуатации судов и иных плавсредств с ядерными установками и радиационными источниками	НП-037-11	Приказ Ростехнадзора от 29.11.2011 № 666 (зарегистрирован Минюстом России 19.01.2012, № 22979)
38	Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников	НП-038-16	Приказ Ростехнадзора от 28.09.2016 № 405 (зарегистрирован Минюстом России 24.10.2016, № 44120). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 10.07.2018 № 293 (зарегистрирован Минюстом России 31.07.2018, № 51747)
39	Правила обеспечения взрывозащиты на атомной станции	НП-040-02	Постановление Госатомнадзора России от 31.12.2002 № 14
40	Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов, применяемых на объектах использования атомной энергии	НП-043-18	Приказ Ростехнадзора от 02.03.2018 № 92 (зарегистрирован Минюстом России 02.04.2018, № 50582)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
41	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под избыточным давлением, для объектов использования атомной энергии	НП-044-18	Приказ Ростехнадзора от 02.03.2018 № 93 (зарегистрирован Минюстом России 02.04.2018, № 50584)
42	Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды для объектов использования атомной энергии	НП-045-18	Приказ Ростехнадзора от 02.03.2018 № 94 (зарегистрирован Минюстом России 02.04.2018, № 50583)
43	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов для объектов использования атомной энергии	НП-046-18	Приказ Ростехнадзора от 19.03.2018 № 113 (зарегистрирован Минюстом России 11.04.2018, № 50707)
44	Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе объектов ядерного топливного цикла	НП-047-11	Приказ Ростехнадзора от 23.12.2011 № 736 (зарегистрирован Минюстом России 19.01.2012, № 22965). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 15.07.2013 № 310 (зарегистрирован Минюстом России 14.08.2013, № 29388)
45	Правила ядерной безопасности импульсных исследовательских ядерных реакторов	НП-048-03	Постановление Госатомнадзора России от 31.12.2003 № 9
46	Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности исследовательских ядерных установок	НП-049-17	Приказ Ростехнадзора от 05.12.2017 № 528 (зарегистрирован Минюстом России 28.12.2017, № 49534)
47	Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности	НП-050-03	Постановление Госатомнадзора России от 31.12.2003 № 11
48	Требования к отчету по обоснованию безопасности ядерных установок ядерного топливного цикла	НП-051-04	Постановление Ростехнадзора от 04.10.2004 № 3
49	Правила обеспечения безопасности при временном хранении радиоактивных отходов, образующихся при добыче, переработке и использовании полезных ископаемых	НП-052-04	Постановление Ростехнадзора от 04.10.2004 № 4
50	Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов	НП-053-16	Приказ Ростехнадзора от 15.09.2016 № 388 (зарегистрирован Минюстом России 24.01.2017, № 45375). С изменениями, внесенными приказом Ростехнадзора от 05.10.2020 № 385 (зарегистрирован Минюстом России 05.11.2020, № 60764)
51	Нормы расчета на прочность элементов оборудования и трубопроводов для судовых атомных паропроизводящих установок с водоводяными реакторами	НП-054-04	Постановление Ростехнадзора от 04.10.2004 № 6
52	Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности	НП-055-14	Приказ Ростехнадзора от 22.08.2014 № 379 (зарегистрирован Минюстом России 02.02.2015, № 35819). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 22.11.2018 № 582 (зарегистрирован Минюстом России 12.12.2018, № 52986)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
53	Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации ядерных установок ядерного топливного цикла	НП-057-17	Приказ Ростехнадзора от 14.06.2017 № 205 (зарегистрирован Минюстом России 11.07.2017, № 47355)
54	Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения	НП-058-14	Приказ Ростехнадзора от 05.08.2014 № 347 (зарегистрирован Минюстом России 14.11.2014, № 34701). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 22.11.2018 № 582 (зарегистрирован Минюстом России 12.12.2018, № 52986)
55	Правила ядерной безопасности подкритических стенов ПБЯ ПКС-2005	НП-059-05	Постановление Ростехнадзора от 04.05.2005 № 2
56	Размещение пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности	НП-060-05	Постановление Ростехнадзора от 31.08.2005 № 3
57	Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии	НП-061-05	Постановление Ростехнадзора от 30.12.2005 № 23
58	Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и изделий реакторных установок с водным теплоносителем плавучих атомных станций	НП-062-05	Постановление Ростехнадзора от 20.12.2005 № 14
59	Правила ядерной безопасности для объектов ядерного топливного цикла	НП-063-05	Постановление Ростехнадзора от 20.12.2005 № 15
60	Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии	НП-064-17	Приказ Ростехнадзора от 30.11.2017 № 514 (зарегистрирован Минюстом России 26.12.2017, № 49461)
61	Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с плутонийсодержащими материалами на объектах ядерного топливного цикла	НП-065-05	Постановление Ростехнадзора от 07.11.2005 № 5
62	Требования к отчету по обоснованию безопасности пунктов хранения ядерных материалов	НП-066-05	Постановление Ростехнадзора от 07.11.2005 № 4
63	Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации	НП-067-16	Приказ Ростехнадзора от 28.11.2016 № 503 (зарегистрирован Минюстом России 21.12.2016, № 44843)
64	Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования	НП-068-05	Постановление Ростехнадзора от 30.12.2005 № 25
65	Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности	НП-069-14	Приказ Ростехнадзора от 06.06.2014 № 249 (зарегистрирован Минюстом России 14.08.2014, № 33583). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 22.11.2018 № 582 (зарегистрирован Минюстом России 12.12.2018, № 52986)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
66	Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов объектов ядерного топливного цикла	НП-070-06	Постановление Ростехнадзора от 05.09.2006 № 3
67	Правила оценки соответствия оборудования, комплектующих, материалов и полуфабрикатов, поставляемых на объекты использования атомной энергии	НП-071-06	Постановление Ростехнадзора от 05.09.2006 № 4. Частично утратили силу, приказ Ростехнадзора от 16.03.2018 № 111 (распространяются на все ОИАЭ, кроме АС и ИЯУ)
68	Правила оценки соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов ее проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения	НП-071-18	Приказ Ростехнадзора от 06.02.2018 № 52 (зарегистрирован Минюстом России 07.03.2018, № 50282, распространяются на АС и ИЯУ). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 05.04.2018 № 163 (зарегистрирован Минюстом России 07.05.2018, № 50991)
69	Правила перевода ядерных материалов в радиоактивные вещества или радиоактивные отходы	НП-072-13	Приказ Ростехнадзора от 05.07.2013 № 288 (зарегистрирован Минюстом России 02.10.2013, № 30082)
70	Правила физической защиты радиоактивных веществ и радиационных источников при их транспортировании	НП-073-11	Приказ Ростехнадзора от 27.12.2011 № 747 (зарегистрирован Минюстом России 20.01.2012, № 22984)
71	Требования к планированию и обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании ядерных материалов и радиоактивных веществ	НП-074-06	Постановление Ростехнадзора от 12.12.2006 № 8
72	Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на исследовательских ядерных установках	НП-075-19	Приказ Ростехнадзора от 14.05.2019 № 181 (зарегистрирован Минюстом России 08.11.2019, № 56468)
73	Установки по иммобилизации трансураниевых радиоактивных отходов. Требования безопасности	НП-076-06	Постановление Ростехнадзора от 21.12.2006 № 11
74	Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на предприятии ядерного топливного цикла	НП-077-06	Постановление Ростехнадзора от 27.12.2006 № 12
75	Положение о порядке объявления аварийной готовности, аварийной обстановки и оперативной передачи информации в случае радиационно опасных ситуаций на предприятиях ядерного топливного цикла	НП-078-06	Постановление Ростехнадзора от 27.12.2006 № 15
76	Требования к планированию мероприятий по действиям и защите персонала при ядерных и радиационных авариях на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами	НП-079-18	Постановление Ростехнадзора от 27.06.2018 № 278 (зарегистрирован Минюстом России 03.09.2018, № 52051)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
77	Основные требования к тепловыделяющим элементам и тепловыделяющим сборкам с уран-плутониевым (МОКС) топливом для атомных станций	НП-080-07	Постановление Ростехнадзора от 29.06.2007 № 1
78	Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций	НП-082-07	Постановление Ростехнадзора от 10.12.2007 № 4 (зарегистрировано Минюстом России 21.01.2008, № 10951)
79	Требования к системам физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов	НП-083-15	Приказ Ростехнадзора от 08.09.2015 № 343 (зарегистрирован Минюстом России 23.11.2015, № 39808)
80	Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций	НП-084-15	Приказ Ростехнадзора от 07.12.2015 № 502 (зарегистрирован Минюстом 10.03.2016, № 41366)
81	Требования к физической защите судов с ядерными реакторами, судов атомно-технологического обслуживания, судов, транспортирующих ядерные материалы, и плавучих атомных станций	НП-085-19	Приказ Ростехнадзора от 01.04.2019 № 126 (зарегистрирован Минюстом России 22.11.2019, № 56593)
82	Правила устройства и эксплуатации исполнительных механизмов органов воздействия на реактивность	НП-086-12	Приказ Ростехнадзора от 21.03.2012 № 176 (зарегистрирован Минюстом России 11.04.2012, № 23796). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 28.09.2017 № 395 (зарегистрирован Минюстом России 24.10.2017, № 48648)
83	Требования к системам аварийного электроснабжения атомных станций	НП-087-11	Приказ Ростехнадзора от 30.11.2011 № 671 (зарегистрирован Минюстом России 03.02.2012, № 23123)
84	Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе судов с ядерными установками и радиационными источниками	НП-088-11	Приказ Ростехнадзора от 29.11.2011 № 667 (зарегистрирован Минюстом России 13.04.2012, № 23835). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 15.07.2013 № 310 (зарегистрирован Минюстом России 14.08.2013, № 29388)
85	Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок	НП-089-15	Приказ Ростехнадзора от 17.12.2015 № 521 (зарегистрирован Минюстом России 09.02.2016, № 41010). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 17.01.2017 № 11 (зарегистрирован Минюстом России 22.03.2017, № 46096), приказ Ростехнадзора от 19.11.2019 № 442 (зарегистрирован Минюстом России 25.12.2019, № 56980)
86	Требования к программам обеспечения качества для объектов использования атомной энергии	НП-090-11	Приказ Ростехнадзора от 07.02.2012 № 85 (зарегистрирован Минюстом России 19.03.2012, № 23509)
87	Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения	НП-091-14	Приказ Ростехнадзора от 20.05.2014 № 216 (зарегистрирован Минюстом России 14.07.2014, № 33086). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 11.12.2018 № 610 (зарегистрирован Минюстом России 14.01.2019, № 53341)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
88	Периодическая оценка безопасности исследовательских ядерных установок	НП-092-14	Приказ Ростехнадзора от 12.09.2014 № 412 (зарегистрирован Минюстом России 19.02.2015, № 36109)
89	Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения	НП-093-14	Приказ Ростехнадзора от 15.12.2014 № 572 (зарегистрирован Минюстом России 27.03.2015, № 36592). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 17.11.2017 № 481 (зарегистрирован Минюстом России 11.12.2017, № 49197) и приказ Ростехнадзора от 14.12.2021 № 428 (зарегистрирован Минюстом России 25.03.2022, № 67916)
90	Основные требования к обоснованию прочности и термомеханического поведения тепловыделяющих сборок и тепловыделяющих элементов в активной зоне водо-водяных энергетических реакторов	НП-094-15	Приказ Ростехнадзора от 18.01.2016 № 13 (зарегистрирован Минюстом России 21.04.2016, № 41891). С изменениями, приказ Ростехнадзора от 17.01.2017 № 11 (зарегистрирован Минюстом России 22.03.2017, № 46096)
91	Основные требования к вероятностному анализу безопасности блока атомной станции	НП-095-15	Приказ Ростехнадзора от 12.08.2015 № 311 (зарегистрирован Минюстом России 04.09.2015, № 38807)
92	Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения	НП-096-15	Приказ Ростехнадзора от 15.10.2015 № 410 (зарегистрирован Минюстом России 11.11.2015, № 39666)
93	Требования к обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации пунктов хранения радиоактивных отходов	НП-097-16	Приказ Ростехнадзора от 21.07.2016 № 304 (зарегистрирован Минюстом России 12.08.2016, № 43223)
94	Установки по производству плутонийсодержащего ядерного топлива. Требования безопасности	НП-098-17	Приказ Ростехнадзора от 23.06.2017 № 217 (зарегистрирован Минюстом России 20.07.2017, № 47476)
95	Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов хранения радиоактивных отходов	НП-099-17	Приказ Ростехнадзора от 23.06.2017 № 219 (зарегистрирован Минюстом России 20.07.2017, № 47471)
96	Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов	НП-100-17	Приказ Ростехнадзора от 23.06.2017 № 218 (зарегистрирован Минюстом России 20.07.2017, № 47477)
97	Общие положения обеспечения безопасности космических аппаратов с ядерными реакторами	НП-101-17	Приказ Ростехнадзора от 23.10.2017 № 442 (зарегистрирован Минюстом России 17.11.2017, № 48938)
98	Основные требования к обоснованию прочности внутрикорпусных устройств реакторов типа ВВЭР	НП-102-17	Приказ Ростехнадзора от 05.10.2017 № 409 (зарегистрирован Минюстом России 30.10.2017, № 48734)
99	Требования к обеспечению безопасности пунктов размещения особых радиоактивных отходов и пунктов консервации особых радиоактивных отходов	НП-103-17	Приказ Ростехнадзора от 10.10.2017 № 418 (зарегистрирован Минюстом России 02.11.2017, № 48779)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
100	Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок	НП-104-18	Приказ Ростехнадзора от 14.11.2018 № 554 (зарегистрирован Минюстом России 25.12.2018, № 53156). С изменениями, внесенными приказом Ростехнадзора от 16.12.2020 № 538 (зарегистрирован Минюстом России 12.04.2021, № 63104)
101	Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже	НП-105-18	Приказ Ростехнадзора от 14.11.2018 № 553 (зарегистрирован Минюстом России 20.12.2018, № 53090)
102	Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации в случаях радиационно опасных ситуаций на исследовательских ядерных установках	НП-106-19	Приказ Ростехнадзора от 09.09.2019 № 351 (зарегистрирован Минюстом России 29.11.2019, № 56651)
103	Правила устройства и безопасной эксплуатации корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем	НП-107-21	Приказ Ростехнадзора от 24.03.2021 № 112 (зарегистрирован Минюстом России 28.05.2021, № 63670)
104	Требования к обоснованию прочности корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем	НП-108-21	Приказ Ростехнадзора от 21.07.2021 № 258 (зарегистрирован Минюстом России 05.10.2021, № 65290)
105	Общие положения обеспечения безопасности судов атомно-технологического обслуживания	НП-109-20	Приказ Ростехнадзора от 18.03.2020 № 120 (зарегистрирован Минюстом России 12.08.2020, № 59247). С изменениями, внесенными приказом Ростехнадзора от 29.09.2020 № 378 (зарегистрирован Минюстом России 30.10.2020, № 60673)

7.6. Перечень действующих руководств по безопасности при использовании атомной энергии (по состоянию на 28.04.2022)

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
1	Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия	РБ Г-05-039-96	Приказ Госатомнадзора России от 31.12.1996 № 100, введено с 01.08.1997
2	Рекомендации к содержанию отчета по углубленной оценке безопасности действующих энергоблоков атомных станций	РБ-001-19	Приказ Ростехнадзора от 23.10.2019 № 402
3	Водно-химический режим атомных станций	РБ-002-16	Приказ Ростехнадзора от 23.08.2016 № 350

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
4	Оценка долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов	РБ-003-21	Приказ Ростехнадзора от 19.03.2021 № 101
5	Рекомендации по формированию перечня радионуклидов, контролируемых в кондиционируемых радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла	РБ-004-21	Приказ Ростехнадзора от 07.07.2021 № 251
6	Рекомендации по методам и средствам контроля сбросов радиоактивных веществ в водные объекты	РБ-005-21	Приказ Ростехнадзора от 16.02.2021 № 61
7	Определение исходных сейсмических колебаний грунта для проектных основ	РБ-006-98	Постановление Госатомнадзора России от 29.12.1998 № 3, введено с 01.07.1999
8	Учет флюенса быстрых нейтронов на корпусах и образцах-свидетелях ВВЭР для последующего прогнозирования радиационного ресурса корпусов	РБ-007-22	Приказ Ростехнадзора от 15.03.2022 № 79
9	Рекомендации по разработке концепции вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии	РБ-008-21	Приказ Ростехнадзора от 30.07.2021 № 265
10	Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при эксплуатации атомных станций и исследовательских ядерных установок	РБ-009-21	Приказ Ростехнадзора от 27.09.2021 № 334
11	Рекомендации по обеспечению безопасности при обращении с радиоактивными отходами на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами и судах атомно-технологического обслуживания	РБ-010-16	Приказ Ростехнадзора 15.07.2016 № 302
12	Рекомендации по организации и проведению категорирования радионуклидных источников по радиационной опасности	РБ-011-22	Приказ Ростехнадзора от 16.02.2022 № 44
13	Требования к содержанию программы вывода из эксплуатации блока атомной станции	РБ-013-2000	Постановление Госатомнадзора России от 04.11.2000 № 13, введено с 01.01.2001
14	Обеспечение безопасности при обращении с РАО, образующимися при добыче, переработке и использовании полезных ископаемых	РБ-014-2000	Постановление Госатомнадзора России от 04.12.2000 № 14, введено с 15.04.2001
15	Методика нейтронного контроля на внешней поверхности корпусов водо-водяных энергетических реакторов АЭС	РБ-018-01	Постановление Госатомнадзора России от 17.12.2001 № 14, введено с 01.03.2002

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
16	Оценка исходной сейсмичности района и площадки размещения объекта использования атомной энергии при инженерных изысканиях и исследованиях	РБ-019-18	Приказ Ростехнадзора от 02.03.2018 № 90. С изменениями, приказ Ростехнадзора от 11.05.2018 № 208
17	Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внешними воздействиями	РБ-021-21	Приказ Ростехнадзора от 19.05.2021 № 184
18	Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии	РБ-022-01	Постановление Госатомнадзора России от 28.12.2001 № 17, введено с 01.03.2002
19	Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для внутренних исходных событий	РБ-024-19	Приказ Ростехнадзора от 17.07.2019 № 284
20	Содержание годового отчета эксплуатирующей организации по оценке состояния ядерной и радиационной безопасности исследовательских ядерных установок	РБ-025-15	Приказ Ростехнадзора от 22.10.2015 № 421. С изменениями, приказ Ростехнадзора от 06.06.2018 № 247
21	Состав и содержание отчета по результатам комплексного обследования блока атомной станции для продления срока его эксплуатации	РБ-027-04	Постановление Ростехнадзора от 25.05.2004 № 4, введено с 05.07.2004
22	Анализ несоответствий блока атомной станции требованиям действующих нормативных документов	РБ-028-04	Постановление Ростехнадзора от 25.05.2004 № 5, введено с 05.07.2004
23	Состав и содержание материалов по обоснованию остаточного ресурса элементов блока атомной станции для продления срока его эксплуатации	РБ-029-04	Постановление Ростехнадзора от 25.05.2004 № 6, введено с 05.07.2004
24	Анализ опыта эксплуатации при продлении срока эксплуатации блока АС	РБ-030-04	Постановление Ростехнадзора от 25.05.2004 № 7, введено с 05.07.2004
25	Состав и содержание отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции	РБ-031-04	Постановление Ростехнадзора от 29.03.2004 № 2, введено с 05.07.2004
26	Рекомендации к составу и содержанию отчета по комплексному обследованию судов и других плавсредств с ядерными реакторами и судов атомно-технологического обслуживания при продлении срока их эксплуатации	РБ-033-22	Приказ Ростехнадзора от 17.01.2022 № 8
27	Рекомендации по подбору, подготовке, поддержанию и повышению квалификации оперативного персонала объектов ядерного топливного цикла	РБ-034-05	Постановление Ростехнадзора от 29.12.2005 № 21, введено с 01.02.2006

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
28	Мониторинг инженерно-геологических условий размещения объектов ядерного топливного цикла	РБ-036-06	Постановление Ростехнадзора от 23.11.2006 № 5, введено с 01.03.2007
29	Расчетные соотношения и методики расчета гидродинамических и тепловых характеристик элементов и оборудования водоохлаждаемых ядерных энергетических установок	РБ-040-09	Приказ Ростехнадзора от 20.07.2009 № 641, введено с 01.09.2009
30	Руководство по проведению периодической оценки безопасности блока атомной станции	РБ-041-07	Постановление Ростехнадзора от 10.12.2007 № 5, введено с 01.01.2008
31	Состав и содержание годового отчета о ядерной и радиационной безопасности объектов ядерного топливного цикла	РБ-043-13	Приказ Ростехнадзора от 25.11.2013 № 564
32	Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 2 для блока атомной станции	РБ-044-18	Приказ Ростехнадзора от 09.08.2018 № 355
33	Динамический мониторинг строительных конструкций объектов использования атомной энергии	РБ-045-22	Приказ Ростехнадзора от 22.03.2022 № 84
34	Мониторинг гидрологических, метеорологических и аэрологических условий в районах размещения объектов использования атомной энергии	РБ-046-21	Приказ Ростехнадзора от 01.02.2021 № 31
35	Методика оценки культуры безопасности на предприятиях ядерного топливного цикла	РБ-047-16	Приказ Ростехнадзора от 02.11.2016 № 457
36	Продление срока эксплуатации транспортных упаковочных комплектов, применяемых для транспортирования отработавшего ядерного топлива	РБ-048-09	Приказ Ростехнадзора от 23.07.2009 № 644, введено с 01.09.2009
37	Положение о разработке программ обеспечения качества при проектировании и конструировании изделий, поставляемых на объекты использования атомной энергии	РБ-051-10	Приказ Ростехнадзора от 08.06.2010 № 467
38	Рекомендации по составу и содержанию отчета о состоянии радиационной безопасности в организациях, использующих радионуклидные источники	РБ-054-20	Приказ Ростехнадзора от 06.08.2020 № 295
39	Положение о разработке программ обеспечения качества при изготовлении изделий, поставляемых на объекты использования атомной энергии	РБ-055-10	Приказ Ростехнадзора от 05.03.2010 № 144

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
40	Положение о проектировании и изготовлении тепловыделяющих элементов и тепловыделяющих сборок с уран-плутониевым (МОКС) топливом	РБ-057-10	Приказ Ростехнадзора от 24.05.2010 № 406
41	Положение об оценке пожаровзрывобезопасности технологических процессов радиохимических производств	РБ-060-10	Приказ Ростехнадзора от 14.07.2010 № 606
42	Положение о проведении верификации и экспертизы программных средств по направлению «Нейтронно-физические расчеты»	РБ-061-11	Приказ Ростехнадзора от 06.05.2011 № 228
43	Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности радиационных источников	РБ-064-20	Приказ Ростехнадзора от 06.08.2020 № 294
44	Рекомендации по подведению баланса ядерных материалов при их физической инвентаризации в зонах баланса материалов и анализу его результатов	РБ-065-17	Приказ Ростехнадзора от 11.12.2017 № 535
45	Положение о применении методов математической статистики для учета и контроля ядерных материалов	РБ-066-11	Приказ Ростехнадзора от 14.09.2011 № 535
46	Положение о содержании годового отчета по обеспечению безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами, судов атомно-технологического обслуживания и объектов их инфраструктуры	РБ-067-21	Приказ Ростехнадзора от 26.03.2021 № 115
47	Положение о составе и содержании отчета по оценке эффективности системы физической защиты на ядерном объекте	РБ-069-11	Приказ Ростехнадзора от 29.12.2011 № 762
48	Положение о составе и содержании отчета по анализу уязвимости ядерного объекта	РБ-070-11	Приказ Ростехнадзора от 29.12.2011 № 765
49	Положение о проведении инвентаризации радиоактивных отходов в организации	РБ-071-11	Приказ Ростехнадзора от 29.12.2011 № 763
50	Положение о проведении инвентаризации радиоактивных веществ в организации	РБ-072-11	Приказ Ростехнадзора от 29.12.2011 № 764
51	Положение о составе и содержании документации по комплексному обследованию исследовательских ядерных установок при продлении срока эксплуатации	РБ-073-12	Приказ Ростехнадзора от 09.02.2012 № 89

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
52	Положение о рекомендациях к сопоставлению рассчитанной и измеренной реактивности при обосновании ядерной безопасности реакторных установок типа ВВЭР	РБ-074-12	Приказ Ростехнадзора от 24.04.2012 № 264
53	Расчетные соотношения и методики расчета гидродинамических и тепловых характеристик элементов и оборудования ядерных энергетических установок с жидкометаллическим теплоносителем	РБ-075-12	Приказ Ростехнадзора от 31.08.2012 № 484
54	Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внутривыпускными пожарами и затоплениями	РБ-076-20	Приказ Ростехнадзора от 05.10.2020 № 387
55	Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации (закрытии) хвостохранилищ	РБ-078-12	Приказ Ростехнадзора от 27.12.2012 № 787
56	Оценка эффективности корректирующих мер по нарушениям в работе атомных электрических станций и исследовательских ядерных установок и анализ информации об опыте эксплуатации атомных электрических станций и исследовательских ядерных установок	РБ-080-13	Приказ Ростехнадзора от 12.03.2013 № 103
57	Структура и содержание отчета по результатам комплексного инженерного и радиационного обследования для вывода из эксплуатации блока атомной станции	РБ-081-13	Приказ Ростехнадзора от 01.02.2013 № 46
58	Расследование и учет аномалий в учете и контроле ядерных материалов на объектах использования атомной энергии	РБ-082-13	Приказ Ростехнадзора от 18.02.2013 № 72
59	Минимизация вторичного загрязнения территорий, путей сообщения и транспортных средств при ликвидации последствий аварий на объектах использования атомной энергии. Методика организации транспортных схем и пунктов дезактивации в зонах с различным уровнем загрязнения	РБ-084-13	Приказ Ростехнадзора от 11.07.2013 № 302

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
60	Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты	РБ-085-21	Приказ Ростехнадзора от 23.09.2021 № 326
61	Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при обращении с радиоактивными отходами	РБ-086-13	Приказ Ростехнадзора от 06.09.2013 № 390
62	Рекомендации к порядку обеспечения надежности оборудования объектов использования атомной энергии	РБ-087-13	Приказ Ростехнадзора от 27.11.2013 № 567
63	Оценка текущего уровня безопасности объектов использования атомной энергии	РБ-091-13	Приказ Ростехнадзора от 02.12.2013 № 579
64	Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок в государство их поставщика	РБ-092-21	Приказ Ростехнадзора от 29.12.2021 № 472
65	Радиационные и теплофизические характеристики отработавшего ядерного топлива водо-водяных энергетических реакторов и реакторов большой мощности канальных	РБ-093-20	Приказ Ростехнадзора от 11.03.2020 № 106. С изменениями, приказ Ростехнадзора от 04.02.2021 № 46
66	Минимизация радиационных последствий для населения и персонала при ликвидации последствий аварий на энергоблоках атомных электростанций разных типов. Методика оптимизации мер по защите населения и территорий	РБ-094-14	Приказ Ростехнадзора от 19.03.2014 № 107
67	Рекомендации по применению средств контроля доступа в системе учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов	РБ-095-20	Приказ Ростехнадзора от 13.02.2020 № 68
68	Структура и содержание инструкции по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации	РБ-096-14	Приказ Ростехнадзора от 09.07.2014 № 302
69	Организация проведения физических инвентаризаций ядерных материалов	РБ-097-14	Приказ Ростехнадзора от 28.08.2014 № 397
70	Рекомендации по применению пломб в системе учета и контроля ядерных материалов	РБ-098-14	Приказ Ростехнадзора от 18.08.2014 № 366
71	Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации ядерных установок ядерного топливного цикла	РБ-099-14	Приказ Ростехнадзора от 19.09.2014 № 418

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
72	Рекомендации по порядку выполнения анализа надежности систем и элементов атомных станций, важных для безопасности, и их функций	РБ-100-15	Приказ Ростехнадзора от 28.01.2015 № 26
73	Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции	РБ-101-16	Приказ Ростехнадзора от 02.11.2016 № 458
74	Рекомендации к структуре и содержанию руководства по управлению запроектными авариями, в том числе тяжелыми авариями	РБ-102-15	Приказ Ростехнадзора от 24.07.2015 № 288
75	Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации судов и иных плавсредств с ядерными реакторами и судов атомно-технологического обслуживания	РБ-103-15	Приказ Ростехнадзора от 15.09.2015 № 359
76	Рекомендации по использованию вероятностного анализа безопасности при оценке нарушений в работе атомных станций	РБ-104-16	Приказ Ростехнадзора от 01.07.2016 № 281
77	Рекомендации по составу и содержанию программы вывода из эксплуатации судов и иных плавсредств с ядерными реакторами и судов атомно-технологического обслуживания	РБ-105-15	Приказ Ростехнадзора от 10.11.2015 № 452
78	Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух	РБ-106-21	Приказ Ростехнадзора от 30.08.2021 № 288
79	Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности контейнера двойного назначения для хранения и транспортирования отработавшего ядерного топлива	РБ-107-15	Приказ Ростехнадзора от 25.09.2015 № 372
80	Рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности для исследовательских ядерных реакторов	РБ-108-16	Приказ Ростехнадзора от 19.02.2016 № 61
81	Рекомендации по форме паспорта и составу данных о радионуклидном источнике, необходимых для целей государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов	РБ-109-16	Приказ Ростехнадзора от 24.03.2016 № 113

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
82	Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при транспортировании радиоактивных материалов	РБ-110-16	Приказ Ростехнадзора от 27.01.2016 № 30
83	Обеспечение безопасности при закрытии пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов	РБ-111-16	Приказ Ростехнадзора от 24.08.2016 № 352
84	Оценка состояния системы физической защиты на радиационно опасном объекте	РБ-112-16	Приказ Ростехнадзора от 11.10.2016 № 416
85	Обеспечение безопасности при рекультивации территорий предприятий по добыче и переработке урановых и ториевых руд	РБ-113-16	Приказ Ростехнадзора от 23.11.2016 № 491
86	Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии	РБ-114-16	Приказ Ростехнадзора от 30.08.2016 № 367
87	Рекомендации по составу и содержанию объектовых документов по физической защите радиоактивных веществ, радиационных источников и пунктов хранения	РБ-115-16	Приказ Ростехнадзора от 28.06.2016 № 271
88	Рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности для хранилищ отработавшего ядерного топлива	РБ-116-17	Приказ Ростехнадзора от 10.02.2017 № 51
89	Оценка долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов	РБ-117-16	Приказ Ростехнадзора от 14.12.2016 № 531. С изменениями, приказ Ростехнадзора от 28.12.2017 № 589
90	Рекомендации по структуре и содержанию положения по учету и контролю ядерных материалов в организациях, осуществляющих обращение с ядерными материалами, и инструкции по учету и контролю ядерных материалов в зоне баланса материалов	РБ-118-17	Приказ Ростехнадзора от 27.02.2017 № 70
91	Рекомендации по проведению административного контроля в рамках системы учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации	РБ-119-17	Приказ Ростехнадзора от 10.02.2017 № 50
92	Рекомендации по проведению анализа уязвимости радиационного объекта	РБ-120-16	Приказ Ростехнадзора от 14.12.2016 № 535
93	Рекомендации к структуре и содержанию технологического регламента эксплуатации блока атомной станции с реактором типа ВВЭР	РБ-121-16	Приказ Ростехнадзора от 14.12.2016 № 533. С изменениями, приказ Ростехнадзора от 06.09.2019 № 348

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
94	Оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения	РБ-122-16	Приказ Ростехнадзора от 14.12.2016 № 534
95	Основные рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 для блока атомной станции при исходных событиях, обусловленных сейсмическими воздействиями	РБ-123-17	Приказ Ростехнадзора от 01.02.2017 № 33
96	Рекомендации по проведению заключительного обследования выводимого из эксплуатации объекта использования атомной энергии	РБ-124-16	Приказ Ростехнадзора от 14.12.2016 № 532
97	Оценка взрывопожароопасности сорбционных систем при переработке отработавшего ядерного топлива	РБ-125-17	Приказ Ростехнадзора от 17.03.2017 № 89
98	Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты	РБ-126-21	Приказ Ростехнадзора от 09.09.2021 № 297
99	Состав и содержание программы радиационной защиты при транспортировании радиоактивных материалов	РБ-127-17	Приказ Ростехнадзора от 24.08.2017 № 330
100	Рекомендации по оформлению и проведению процедуры передачи ядерных материалов	РБ-128-17	Приказ Ростехнадзора от 10.10.2017 № 416
101	Рекомендации по формированию и поддержанию культуры безопасности на атомных станциях и в эксплуатирующих организациях атомных станций	РБ-129-17	Приказ Ростехнадзора от 19.09.2017 № 371
102	Положение по установлению уровней физической защиты радиационных объектов	РБ-130-17	Приказ Ростехнадзора от 10.10.2017 № 417
103	Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик арматуры атомных станций	РБ-131-17	Приказ Ростехнадзора от 25.09.2017 № 378
104	Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик работающих под давлением оборудования и трубопроводов атомных станций	РБ-132-17	Приказ Ростехнадзора от 25.09.2017 № 379
105	Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций	РБ-133-17	Приказ Ростехнадзора от 28.09.2017 № 396
106	Рекомендуемые методы оценки и прогнозирования радиационных последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла	РБ-134-17	Приказ Ростехнадзора от 16.11.2017 № 479

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
107	Рекомендации по методам и средствам контроля за выбросами радиоактивных веществ в атмосферный воздух	РБ-135-17	Приказ Ростехнадзора от 30.08.2017 № 347
108	Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик электротехнического оборудования атомных станций	РБ-136-17	Приказ Ростехнадзора от 13.10.2017 № 429
109	Состав и содержание паспорта реакторной установки блока атомной станции	РБ-137-17	Приказ Ростехнадзора от 19.01.2018 № 24
110	Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики атомных станций	РБ-138-17	Приказ Ростехнадзора от 11.10.2017 № 421
111	Состав и содержание отчета по обоснованию безопасности пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов	РБ-139-17	Приказ Ростехнадзора от 18.01.2018 № 20
112	Системы аварийного мониторинга атомных станций с водо-водяными энергетическими реакторами. Общие рекомендации и номенклатура контролируемых параметров	РБ-140-17	Приказ Ростехнадзора от 30.01.2018 № 42
113	Рекомендации по разработке критериев приемлемости радиоактивных отходов для захоронения при проектировании пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов	РБ-141-18	Приказ Ростехнадзора от 25.05.2018 № 228
114	Сейсмологический мониторинг участков размещения ядерно- и радиационно опасных объектов	РБ-142-18	Приказ Ростехнадзора от 27.11.2018 № 592
115	Рекомендации по разработке программ обеспечения качества при сооружении объектов использования атомной энергии	РБ-143-18	Приказ Ростехнадзора от 15.05.2018 № 214
116	Рекомендации по учету изменений условий эксплуатации систем и элементов остановленного объекта ядерного топливного цикла при определении возможности сокращения объема технического обслуживания и внесению соответствующих изменений в эксплуатационную документацию объектов ядерного топливного цикла	РБ-144-18	Приказ Ростехнадзора от 22.03.2018 № 124
117	Мониторинг радиационной нагрузки и определение радиационного ресурса оборудования ВВЭР	РБ-145-18	Приказ Ростехнадзора от 01.06.2018 № 239

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
118	Рекомендации по переводу пунктов размещения особых радиоактивных отходов в пункты консервации особых радиоактивных отходов и пункты захоронения радиоактивных отходов	РБ-146-18	Приказ Ростехнадзора от 08.08.2018 № 342
119	Самооценка эксплуатирующей организацией текущего состояния ядерной и радиационной безопасности исследовательской ядерной установки	РБ-147-18	Приказ Ростехнадзора от 04.06.2018 № 245
120	Рекомендации по организации и проведению административного контроля состояния учета и контроля ядерных материалов	РБ-148-18	Приказ Ростехнадзора от 28.04.2018 № 194
121	Рекомендации по определению мер физической защиты для мобильных радиационных источников	РБ-149-18	Приказ Ростехнадзора от 15.10.2018 № 497
122	Рекомендации по формированию окончательного перечня запроектных аварий, подлежащих учету в проекте атомных станций с реакторами типа ВВЭР	РБ-150-18	Приказ Ростехнадзора от 13.08.2018 № 359
123	Рекомендации по составу и содержанию инструкции по ликвидации аварий в хранилищах ядерного топлива	РБ-151-19	Приказ Ростехнадзора от 21.01.2019 № 23
124	Комментарии к федеральным нормам и правилам «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15)	РБ-152-18	Приказ Ростехнадзора от 03.10.2018 № 486
125	Рекомендации по обоснованию выбора варианта вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии	РБ-153-18	Приказ Ростехнадзора от 29.12.2018 № 666
126	Рекомендации по применению метода радионуклидных соотношений для определения содержания сложнодетектируемых радионуклидов в радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла	РБ-154-19	Приказ Ростехнадзора от 04.04.2019 № 137
127	Рекомендации по порядку, объему, методам и средствам контроля радиоактивных отходов в целях подтверждения их соответствия критериям приемлемости для захоронения	РБ-155-20	Приказ Ростехнадзора от 30.06.2020 № 253
128	Рекомендации по проведению анализа уязвимости ядерного объекта	РБ-156-19	Приказ Ростехнадзора от 22.01.2019 № 26

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
129	Рекомендации по проведению оценки эффективности систем физической защиты объектов использования атомной энергии	РБ-157-19	Приказ Ростехнадзора от 28.01.2019 № 32
130	Рекомендации по планированию и обоснованию сокращения объема технического обслуживания, вывода из эксплуатации отдельных систем и элементов, изменения числа оперативного персонала блока атомной станции, остановленного для вывода из эксплуатации	РБ-158-19	Приказ Ростехнадзора от 19.07.2019 № 286
131	Рекомендации по проведению комплексного инженерного и радиационного обследования объекта использования атомной энергии	РБ-159-19	Приказ Ростехнадзора от 11.11.2019 № 432
132	Рекомендации по разработке программы комплексного инженерного и радиационного обследования объекта использования атомной энергии	РБ-160-19	Приказ Ростехнадзора от 28.10.2019 № 412
133	Рекомендации по обеспечению пожаровзрывобезопасности технологических процессов с применением пирофорных материалов на объектах ядерного топливного цикла	РБ-161-19	Приказ Ростехнадзора от 03.12.2019 № 459
134	Рекомендации по выполнению требований к физической защите ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов при их проектировании и сооружении	РБ-162-20	Приказ Ростехнадзора от 11.03.2020 № 105
135	Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности при обращении с ядерными материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами при их транспортировании	РБ-163-19	Приказ Ростехнадзора от 23.12.2019 № 491
136	Рекомендации по оценке уровня безопасности пунктов хранения и проведению анализа несоответствий требованиям действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии	РБ-164-20	Приказ Ростехнадзора от 12.03.2020 № 108
137	Рекомендации по расследованию и учету аномалий и нарушений в учете и контроле радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации	РБ-165-20	Приказ Ростехнадзора от 14.08.2020 № 311

№ п/п	Название	Буквенно-цифровая аббревиатура	Государственная регистрация документа
138	Рекомендации по оценке погрешностей и неопределенностей результатов расчетных анализов безопасности атомных станций	РБ-166-20	Приказ Ростехнадзора от 30.07.2020 № 288
139	Рекомендации к обоснованию остаточного ресурса строительных конструкций объектов использования атомной энергии	РБ-167-20	Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 № 502



Научно-техническое издание
ФБУ «НТЦ ЯРБ»
Отчет об основной деятельности за 2021 г.
Ответственный за выпуск Большакова Н. Р.
Редакторы Красотина Т. А., Лукьянова Д. Р.
Компьютерная верстка Лукьянов А. Н.
Подписано в печать 07.11.2022 г.
Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ»
Тираж 200 экз.

ISBN 978-5-907011-46-5



9 785907 011465