

УТВЕРЖДАЮ:
Директор Проектно-изыскательского центра
г. Санкт-Петербург АО КИС «ИСТОК»
Евстафьев Д.А.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Акционерное общество «Компания инжиниринга и строительства «ИСТОК»

Диссертация «Выбор и научно-техническое обоснование приповерхностного способа захоронения радиоактивных отходов классов 3 и выполнена в проектно-изыскательском центре АО КИС «ИСТОК» г. Санкт-Петербург.

В период подготовки диссертации соискатель Павлов Дмитрий Игоревич работал в Управлении технологического проектирования Проектно-изыскательского центра АО КИС «ИСТОК» г. Санкт-Петербург в должности начальника технологического отдела по проектированию систем обращения с РАО.

В 2009 г. Павлов Д.И. окончил Санкт-Петербургский государственный Технологический Институт (Технический Университет) по специальности «Машины и аппараты химических производств» (диплом с отличием ВСА Справка о сдаче кандидатских экзаменов №СК22/075 выдана 10.06.2022 Санкт-Петербургским политехническим университетом имени Петра Великого (ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

Научный руководитель доктор технических наук, главный технолог по обращению с РАО и ОЯТ АО «Атомэнергопроект» Сорокин Валерий Трофимович.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Целью диссертационной работы является разработка и научное обоснование технических решений при создании объектов захоронения низко- и среднеактивных отходов 3 и 4 классов, с целью оптимизации экономических показателей и обеспечения безопасности заключительных стадий обращения с радиоактивными отходами.

Принципиальное значение для развития Единой государственной системы обращения с РАО (ЕГС РАО) имеет комплексный анализ зарубежного опыта захоронения РАО, определение тенденций, следующих из этого опыта, анализ российских проектов приповерхностных пунктов захоронения РАО (ППЗРО), на основании которых может быть выполнено научное обоснование выбора наиболее безопасных и экономичных вариантов захоронения РАО. Учитывая фактические объёмы накопленных низко- и среднеактивных РАО и динамику их роста во времени, поиск экономичных решений по окончательной изоляции этих классов отходов является актуальной, практически значимой задачей.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации заключается в:

- обзоре и систематизации данных о работах по обращению с РАО на заключительных стадиях в РФ и за рубежом;
- разработке предложений по усовершенствованию конструкций ППЗРО, разработке облика типового наземного ППЗРО;
- разработке технических требований к новому парку контейнеров для захоронения РАО класса 4;
- постановке расчетной задачи для оценки миграции радионуклидов из ППЗРО, анализе и обработке результатов расчетов;
- выполнении экономических оценок наземного ППЗРО и исследовании влияния технических решений на затраты по захоронению РАО, на основании которых автором разработаны предложения по сокращению стоимости приповерхностного захоронения РАО.

Наиболее существенные **научные результаты** диссертационного исследования:

- определен способ окончательной изоляции РАО, который может быть использован как типовой – захоронение в наземных ППЗРО, как наиболее универсальных с точки зрения обеспечения требований к гидрогеологическим характеристикам площадки;
- дифференцированы требования к инженерным барьерам безопасности (ИББ) для низко- и среднеактивных отходов, определены требования к оснащению пунктов захоронения РАО системой отвода протечек;
- выявлены закономерности влияния различных факторов на удельную стоимость захоронения РАО классов 3 и 4, выполнено ранжирование ИББ по их вкладу в общую стоимость приповерхностного захоронения (от большего к меньшему): контейнеры, ограждающие

конструкции, покрывающие экраны, форма РАО, буферные материалы, подстилающие экраны;

- определены требования к выполняемым функциям и характеристикам ИББ для захоронения РАО класса 3 и РАО класса 4 в части: долговечности, биологической защиты, препятствия попаданию воды, препятствия миграции радионуклидов, устойчивости к внешним воздействиям;

- разработаны и обоснованы концептуальные решения по окончательной изоляции РАО классов 3 и 4 для перспективного типового наземного ППЗРО: захоронение РАО класса 3 и РАО класса 4 в отдельных модулях с различными характеристиками ограждающих конструкций, буферных материалов, контейнеров, под единым покрывающим экраном и с единым подстилающим экраном из природных сорбентов, обеспечивающих отвод возможных протечек и препятствующих реализации сценария переполнения ППЗРО;

- выполнены сравнительные оценки технико-экономических показателей перспективного типового наземного ППЗРО для РАО классов 3 и 4 и полузаглубленного ППЗРО;

- разработаны предложения по сокращению стоимости приповерхностного захоронения РАО.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных результатов и выводов, полученных в рамках диссертационного исследования, подтверждается результатами НИОКР и проектных работ по аналогичной тематике в АО «КИС «ИСТОК», использованием сертифицированных программных продуктов для выполнения расчетов миграции радионуклидов, публикацией основных полученных результатов в реферируемых изданиях и представлением на российских и международных научных конференциях.

4. Новизна и практическая значимость результатов проведенных исследований заключается в том, что:

- Обобщены значительные объемы опубликованной информации о мировом опыте окончательной изоляции РАО, в том числе по размещению сооружений захоронения относительно поверхности земли, характеристикам ИББ, оснащению ППЗРО системами контроля;

- систематизированы данные о назначении и функциях инженерных барьеров безопасности ППЗРО, исходя из анализа долговечности материалов данных барьеров и сценариев эволюции ППЗРО, выполнена классификация ИББ по влиянию на безопасность. Исследована роль ограждающих

конструкций и подстилающего экрана при реализации сценария переполнения ППЗРО;

- получены данные по миграции радионуклидов через цеолитовые сорбенты в основании подстилающего экрана ППЗРО и сравнительные оценки применения материалов с разными коэффициентами фильтрации в основании подстилающего экрана ППЗРО;

- обосновано применение нового парка контейнеров для захоронения РАО класса 4, предложены новые типы контейнеров для хранения, транспортировки и захоронения низкоактивных отходов (полимерные контейнеры, композитные огнестойкие контейнеры);

- исследована зависимость стоимости захоронения РАО классов 3 и 4 от компоновочных решений сооружений захоронения, габаритов покрывающего экрана ППЗРО, стоимости контейнеров, вместимости сооружений захоронения. Определен вклад каждого ИББ в стоимость приповерхностного захоронения РАО.

5. Ценность научных работ соискателя заключается в:

- развитии научной базы для проектирования сооружений захоронения РАО;

- установлении закономерностей влияния различных факторов на стоимость захоронения РАО классов 3 и 4;

- исследовании различных инженерных решений по захоронению РАО классов 3 и 4 и обобщении результатов исследований;

- получении статистических данных по мировым практикам окончательной изоляции РАО и разработке рекомендаций по наиболее перспективным практикам;

- актуализации методологии выбора технологий окончательной изоляции низко- и среднеактивных РАО.

6. Научная специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа «Выбор и научно-техническое обоснование приповерхностного способа захоронения радиоактивных отходов классов 3 и 4», автор Павлов Д.И. соответствует паспорту научной специальности №2.4.9 «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность»:

- формуле паспорта специальности, так как в диссертации рассматриваются вопросы радиационной безопасности захоронения РАО, образующихся на атомных станциях;

- областям исследования паспорта специальности, в частности:

– пункту №3 «Разработка методов расчёта технологических процессов в объектах ядерной техники с целью оптимизации их характеристик, повышения надёжности оборудования и систем и обеспечения их ядерной и радиационной безопасности»;

– пункту №5 «Разработка методов управления сроком службы объектов ядерной техники и требований к проектным, конструкторским, технологическим решениям, влияющим на ядерную и радиационную безопасность»;

– пункту №7 «Разработка методов проведения исследований, проектирования, а также научно-обоснованных технических решений в области атомного реакторостроения, машин, агрегатов, технологии материалов атомной промышленности».

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные результаты исследований опубликованы в 17 печатных работах, включая 15 статей в рецензируемых научных журналах ВАК, 3 публикации в сборниках трудов и тезисов докладов на российских и международных конференциях. По тематике исследования получен 1 патент РФ на изобретение.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены:

В работах, опубликованных в **рецензируемых научных изданиях (из перечня ВАК)**:

1. Павлов Д.И., Сорокин В.Т., Гатауллин Р.М. и др. / Состояние и основные направления создания парка контейнеров для кондиционирования и захоронения радиоактивных отходов // Ядерная и радиационная безопасность. — 2016. — №3 (81).

2. Сорокин В. Т., Павлов Д. И. / Технические аспекты создания регионального пункта захоронения радиоактивных отходов на территории Ленинградской области // Радиоактивные отходы. — 2017. — № 1 (2). — С. — 15–20.

3. Сорокин В. Т., Павлов Д. И. / Технологии окончательной изоляции радиоактивных отходов: европейский опыт и тенденции // Радиоактивные отходы. — 2018. — № 4 (5). — С. 24—32.

4. Сорокин В. Т., Павлов Д. И. Стоимость захоронения РАО: зарубежные оценки. // Радиоактивные отходы. — 2019. — № 6. — С. — 46–55.

5. Сорокин В. Т., Павлов Д. И., Кащеев В. А., Мусатов Н. Д., Баринов А. С. / Научные и проектные аспекты остекловывания жидких радиоактивных

отходов АЭС с ВВЭР-1200 // Радиоактивные отходы. 2020. № 2 (11). С. 56–65. DOI:10.25283/2587-9707-2020-2-56-65.

6. Д.И. Павлов, О.А. Ильина / О системном подходе к выбору барьеров безопасности для захоронения РАО классов 3 и 4 // Радиоактивные отходы. 2020. № 3 (12). С. 54–65. DOI:10.25283/2587-9707-2020-3-54-65.

7. Богатов С. А., Крючков Д. В., Павлов Д. И., Сыченко Д. В. / Анализ различных концепций захоронения РАО класса 1 в кристаллических породах // Радиоактивные отходы. 2020. № 3 (12). С. 66—77. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-3-66-77.

8. В.Т. Сорокин, Н.А. Прохоров, Д.И. Павлов. / Технология кондиционирования отработавших ионообменных смол методом термовакуумной сушки // Радиоактивные отходы. – 2021. – № 2 (15). С. 39–48. DOI:10.25283/2587-9707-2021-2-39-48.

9. Павлов Д. И., Сорокин В. Т., Баринов А. С., Дёмин А. В., Сыченко Д. В. Научно-технические и проектные основы создания конструкций приповерхностных пунктов захоронения низко- и среднеактивных отходов // Радиоактивные отходы. 2021. № 4 (17). С. 65—77. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-4-65-77.

10. Павлов Д. И., Ирошников В. В., Максименко Д. А., Дёмин А. В., Сыченко Д. В. Анализ требований нормативной базы Российской Федерации к захоронению очень низкоактивных радиоактивных отходов // Радиоактивные отходы. 2022. №1 (18). С. 91—106. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-1-91-106.

11. Сорокин В. Т., Прохоров Н. А., Гатауллин Р. М., Бабкин А. Н., Березовский А. В., Павлов Д. И. / Исследование осушки и оптимизация кондиционирования отработавших ионообменных смол без включения в матрицу для захоронения // Радиоактивные отходы. 2022. № 2 (19). С. 25—34. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-2-25-34.

12. Сорокин В. Т., Гатауллин Р. М., Свиридов Н. В., Павлов Д. И. / Долговечность железобетонных контейнеров типа НЗК-150-1,5П при захоронении радиоактивных отходов 2 класса // Радиоактивные отходы. 2022. № 3 (20). С. 37—49. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-3-37-49.

13. Д.И. Павлов, Г.Д. Неуважаев, А.В. Дёмин, Г.С. Шульман, Е.Д. Демченко / К вопросу выбора способа захоронения низко- и среднеактивных РАО // Радиоактивные отходы. – 2024. - № 1 (26). – С – 69 –83.

14. М.Л. Жемжуров, Д.И. Павлов, А.М. Жемжуров / Облик приповерхностного пункта захоронения РАО Республики Беларусь Часть 1. Актуальность и нормативные требования // Энергетическая стратегия. – 2024. - № 5 (101) сентябрь–октябрь 2024

15. М.Л. Жемжуров, Д.И. Павлов, А.М. Жемжуров / Облик приповерхностного пункта захоронения РАО Республики Беларусь Часть 2. Зарубежный опыт и возможные концептуальные решения для Беларуси / Энергетическая стратегия № 6 (102) ноябрь–декабрь 2024

В полученном патенте на изобретение: Д.И. Павлов, С.С. Уткин, А.В. Дёмин, П.А. Блохин / Подземное сооружение в геологических формациях для захоронения контейнеров, содержащих высокорadioактивные тепловыделяющие отходы // Патент на полезную модель.

Результаты диссертационных исследований докладывались на научных конференциях, семинарах, научно-технических советах:

1) Научно-техническом семинаре «Глины как природный и инженерный барьер для захоронения РАО», Брюссель, 2014 г.

2) Семинаре «Обращение с РАО в соответствие с национальной политикой, вариантами захоронения и критериями приемлемости», Вена 2018 г.

3) Семинаре «VI Российская Школа по глинистым минералам «Argilla Studium-2019» (секция «Глины и глинистые материалы в качестве сорбентов и изолирующих барьеров безопасности при утилизации токсичных отходов»), Москва, 2019 г.

4) Научно-техническом семинаре «Проблемы переработки и кондиционирования РАО», Санкт-Петербург, 2022 г.

5) Научно-техническом совете №10 Госкорпорации «Росатом», Москва, 2022 г.

6) Международной конференции «Подземные сооружения 2023», Казань, 2023 г.

7) Научно-техническом семинаре «Проблемы переработки и кондиционирования РАО», Санкт-Петербург, 2024 г.

8) Международной конференции «Nonlinear phenomena in complex systems», Минск, 2024 г.

Личный вклад соискателя в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60 %.

8. Общее заключение

Диссертация соответствует требованиям, установленным в пп. 9 - 14 Положения «О присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям и является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация «Выбор и научно-техническое обоснование приповерхностного способа захоронения радиоактивных отходов классов 3 и Павлова Дмитрия Игоревича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности №2.4.9 «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Заключение одобрено на заседании научно-технического совета Проектно-изыскательского центра АО «Компания инжиниринга и строительства «ИСТОК» 19 ноября 2024 года.

Присутствовало на заседании 16 человек, в том числе 3 доктора наук, 3 кандидата наук.

Результаты голосования: «за» - 16 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол заседания НТС № 3, утвержден председателем НТС Евстафьевым Д.А. 27.11.2024 г.

Учёный секретарь НТС,
доктор технических наук

Завадский Михаил Игоревич