

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИБРАЭ РАН  
доктор физико-математических наук  
Л. В. Матвеев  
2022 г.



## Заключение

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук  
(ИБРАЭ РАН)

Диссертация соискателя Понизова Антона Владимировича «Комплексный подход к обоснованию решений по закрытию пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов» подготовлена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук в период 2021 - 2022 гг., когда он был прикреплен экстерном к аспирантуре ФГБУН ИБРАЭ РАН по направлению 14.06.01 "Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии" по научной специальности 05.14.03 "Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации".

А.В. Понизов в 2005 году с отличием окончил Томский политехнический университет по специальности «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» с присвоением квалификации инженера. В 2014-2022 гг. в качестве соискателя сдал кандидатские экзамены в Томском политехническом университете, Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» и ИБРАЭ РАН.

Профильное образование, производственный и научный опыт и знания, приобретенные А.В. Понизовым в рамках его трудовой деятельности на инженерно-технических должностях на предприятиях Госкорпорации «Росатом» (ФГУП «ГХК», ФГУП «НО РАО») и Федеральном государственном учреждении «Научно-технический центр по ядерной радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»), где в период подготовки диссертации он находился на должности начальника отдела безопасности предприятий топливного цикла, стали основой для подготовки его диссертационной работы.

В период 2011-2022 гг. А.В. Понизов активно принимал участие в качестве эксперта в межведомственных рабочих группах, научно-технических советах, международных совещаниях по тематике диссертационного исследования.

Научный руководитель – Уткин Сергей Сергеевич, доктор технических наук, заведующий отделением анализа долгосрочных рисков в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности ИБРАЭ РАН, ответственный исполнитель и руководитель крупных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по сложным и уникальным ядерно- и радиационно-опасным объектам ядерного топливного цикла, в том числе по проблемам Теченского каскада водоемов ФГУП «ПО «Маяк» (крупнейший в мире пункт приповерхностного хранения жидких радиоактивных отходов); научному обеспечению с российской стороны Миссии МАГАТЭ «Международное экспертное рассмотрение практики глубокой закачки жидких радиоактивных отходов в Российской Федерации», по глубинному захоронению РАО.

По итогам обсуждения на семинаре сотрудников лаборатории геомиграционного моделирования ИБРАЭ РАН, состоявшегося 24.12.2021 г., принято следующее решение:

Диссертация Познизова А.В. «Комплексный подход к обоснованию решений по закрытию пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов» выполнена на высоком научном уровне, является научной-квалификационной работой, в результате выполнения которой:

- разработан алгоритм отбора факторов (особенностей, событий и процессов (далее – ОСП), важных для обоснования долговременной экологической приемлемости пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов (далее – ПГЗ ЖРО), и определен перечень ОСП (51 фактор), характерных для ПГЗ ЖРО «Железногорский» с учетом его особенностей;

- определены зависимости изменения высоты вертикальной миграции компонентов радиоактивных отходов (далее – РАО) во времени для ликвидируемых скважин ПГЗ ЖРО «Железногорский», рассчитанные по разработанной модели заколонных перетоков;

- определены зависимости эволюции показателей изолирующих свойств (прочность, плотность, водонепроницаемость) тампонажных материалов на основе портландцемента с добавкой бентонита от времени их контакта с подземной водой и модельным раствором РАО рассматриваемого ПГЗ ЖРО «Железногорский».

- разработана система организационно-технических мер для обеспечения поэтапного безопасного закрытия ПГЗ ЖРО.

#### **Актуальность работы**

С 1963 года в Российской Федерации реализуется практика глубинного захоронения ЖРО, заключающаяся в их контролируемом нагнетании через скважины в глубокозалегающие водоносные (эксплуатационные) горизонты, изолированные от поверхности земли толщей водоупоров. В настоящее время в России эксплуатируются три пункта ПГЗ ЖРО в г. Северск Томской области, г. Димитровград Ульяновской области и г. Железногорск Красноярского края.

ПГЗ ЖРО является объектом использования атомной энергии, который включает в себя специально выделенный участок недр, имеющий статус горного отвода и комплекс подземных (нагнетательные, разгрузочные и наблюдательные скважины) и поверхностных (здания, сооружения, емкости, трубопроводы, насосное и другое технологическое оборудование) объектов, предназначенных для захоронения ЖРО.

Эксплуатация ПГЗ ЖРО ведется в течение длительного периода времени. Исходя из этого в существующих планах Госкорпорации «Росатом» предусмотрены мероприятия, направленные на прекращение деятельности по захоронению РАО в жидком виде, в связи с чем становится актуальным вопрос о завершении эксплуатации ПГЗ ЖРО и разработке организационно-технических мероприятий по обеспечению их безопасного закрытия. Особое значение при этом приобретает обеспечение и обоснование долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО на период потенциальной опасности захороненных РАО.

Обоснования безопасности технологии подземного захоронения ЖРО, выполненные российскими специалистами и рассмотренные международными экспертами, выявили ряд вопросов, требующих дополнительной проработки. К основным из которых были отнесены:

- обеспечение полноты и системности при описании эволюции системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО посредством анализа полного перечня событий, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, а также физико-химических процессов, влияющих на безопасность;

- повышение потенциала детализации геомиграционных геофильтрационных моделей по сравнению с существующими моделями, основанными на консервативных предположениях, что в настоящее время трактуется как недостаточное понимание объекта анализа;

- обоснование долговременной устойчивости материалов инженерных барьеров безопасности ПГЗ ЖРО, в том числе выбранного типа тампонажного материала применяемого при ликвидации эксплуатационных скважин;
- оценка сценариев возможных нарушений герметичности эксплуатационных скважин после закрытия ПГЗ ЖРО;
- разработка обоснованной концепции закрытия ПГЗ ЖРО, позволяющей аргументированно реализовать технические решения, обеспечивающие долговременную безопасность системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО.

Представленная совокупность сформулированных вопросов к обоснованию долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО делает актуальным выработку комплексного подхода для их совместного решения, разработка которого явилась целью диссертационного исследования.

### **Научная новизна работы**

Научная новизна работы состоит в следующем:

- разработан алгоритм отбора значимых фактор (ОСП), которые необходимо учитывать при разработке сценариев эволюции системы захоронения РАО и обосновании ее долговременной безопасности с учетом природно-техногенной специфики ПГЗ ЖРО;
- по разработанному алгоритму отбора ОСП определен перечень факторов характерных для ПГЗ ЖРО «Железногорский»;
- разработана модель процесса заколонных перетоков компонентов РАО по стволам скважин применительно к обоснованию долговременной экологической приемлемости ПГЗ ЖРО, с использованием которой оценены границы и скорости распространения компонентов РАО при потенциально возможных сценариях заколонных перетоков по стволам скважин ПГЗ ЖРО «Железногорский» после его закрытия;
- исследованы физико-механические свойства тампонажных материалов, приемлемых для обеспечения долговременной безопасности системы захоронения РАО, определена начальная эволюция показателей их изолирующих свойств применительно к конкретным условиям захоронения РАО;
- разработаны концептуальные положения к обоснованию решений по безопасному закрытию ПГЗ ЖРО и система организационно-технических мер для обеспечения поэтапного безопасного закрытия ПГЗ ЖРО.

### **Практическая значимость работы**

Результаты, полученные в процессе диссертационного исследования, были использованы при:

- формировании и реализации Госкорпорацией «Росатом» «Программы расчетно-экспериментальных исследований по обоснованию и оценке долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов в целях реализации рекомендаций миссии МАГАТЭ «Международное экспертное рассмотрение практики глубокой закачки жидких радиоактивных отходов в Российской Федерации»;
- формировании и реализации мероприятий Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016-2020 годы и на период до 2030 года» в части обеспечения мероприятия «Создание и развитие технологий переработки и кондиционирования радиоактивных отходов»;
- разработке требований по обеспечению безопасности пунктов захоронения РАО (далее – ПЗРО), установленных в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии «Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов» (НП-100-17) и подготовке рекомендаций по выполнению оценки долговременной безопасности ПЗРО и обоснованию безопасности ПГЗ ЖРО, приведенных в руководствах по безопасности при использовании атомной энергии «Состав и содержание отчета по обоснованию

безопасности пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов» (РБ-139-17), «Оценка долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов» (РБ-003-21).

Результаты диссертационного исследования будут использованы при выполнении работ по обоснованию безопасности закрытия ПГЗ ЖРО с учетом суммарного объема захороненных ЖРО (свыше 65 млн м<sup>3</sup>).

Личный вклад автора заключается в:

- выполнении в течение длительного времени в практических работах непосредственно на ПГЗ ЖРО «Железногорский» в качестве сотрудника и руководителя, в том числе по тематике обеспечения безопасности его эксплуатации, реконструкций и продления срока эксплуатации;

- участии (2012–2013 года) в подготовке «Материалов самооценки для предоставления международным экспертам в рамках Миссии МАГАТЭ по оценке безопасности российской технологии подземного захоронения жидких радиоактивных отходов»;

- решающем участии в разработке программы научных работ по выполнению рекомендаций МАГАТЭ, которая в 2015 году была согласована Ростехнадзором и утверждена Госкорпорацией «Росатом»;

- непосредственном участии в разработке моделей и сценариев эволюции событий и процессов на ПГЗ ЖРО «Железногорский»;

- анализе и обработке экспериментально-расчетных данных, полученных в результате исследований на ПГЗ ЖРО «Железногорский»;

- разработке концептуальных положений безопасного поэтапного закрытия ПГЗ ЖРО и системы особенностей, событий и процессов, важных для обоснования долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО «Железногорский»;

- разработке требований по обеспечению безопасности ПЗРО и рекомендаций по выполнению оценки долговременной безопасности ПЗРО и обоснованию безопасности ПГЗ ЖРО, в соответствии с процедурами по разработке и утверждению федеральных норм и правил в области использования атомной энергии и руководств по безопасности при использовании атомной энергии.

**Достоверность** полученных результатов и выводов подтверждается:

- использованием стандартных методов расчета и аттестованных методик экспериментального определения значений величин;

- подтверждением результатов расчетов результатами экспериментов;

- публикацией результатов исследований в рецензируемых журналах;

- результатами апробации научных докладов по теме диссертации, представленных на заседаниях научно-технических советов ФБУ «НТЦ ЯРБ», а также на совместном заседании научно-технического совета Госкорпорации «Росатом» № 10 «Экология и радиационная безопасность» и № 5 «Завершающая стадия ядерного топливного цикла» (8 октября 2020 г.), научных конференциях и семинарах.

Диссертация Познизова А.В. является завершённой научно-квалификационной работой, соответствует специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» и отрасли наук «технические науки». Все положения и результаты работы, выносимые на защиту получены автором лично или при непосредственном участии автора, отражены в восьми работах, опубликованных соискателем в рецензируемых изданиях из перечня ВАК Минобрнауки России (всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ).

Основные результаты были представлены Позновым А.В. на семи российских и международных конференциях и семинарах.

Диссертация «Комплексный подход к обоснованию решений по закрытию пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов» Познова Антона Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Заключение принято на объединенном семинаре отделения анализа долгосрочных рисков в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности ИБРАЭ РАН и отделения информационного обеспечения программ в сфере ЯРБ ИБРАЭ РАН.

Присутствовало на заседании 36 чел. Результаты голосования: «за» – 36 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел.

Заведующий лабораторией  
геомиграционного моделирования,  
к.ф.-м.н.

Капырин Иван Викторович

Заместитель директора  
по научной работе  
и координации  
перспективных разработок,  
д.т.н.

Линге Игорь Иннокентьевич

01.02.2022