

ОТЗЫВ **официального оппонента**

**доктора технических наук Сорокина Валерия Трофимовича
на диссертационную работу Понизова Антона Владимировича
«Комплексный подход к обоснованию решений по закрытию пунктов
глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки,
включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»
в диссертационный совет Д 002.070.01**

Актуальность работы

Тема диссертационного исследования Антона Владимировича Понизова «Комплексный подход к обоснованию решений по закрытию пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов» относится к области обращения с радиоактивными отходами в части обоснования безопасности и экологической приемлемости системы захоронения РАО после закрытия пунктов глубинного захоронения ЖРО.

С 1963 г. 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 эксплуатируются три пункта глубинного захоронения низкоактивных и среднеактивных ЖРО (ПГЗ ЖРО): г. Северск, Томская область, г. Димитровград, Ульяновская область и г. Железногорск, Красноярский край. Практика глубинного захоронения ЖРО, применяемая в нашей стране, является уникальной и имеет положительный опыт.

Эксплуатация ПГЗ ЖРО осуществляется в течение длительного периода времени, что даже с учетом надлежащего технического обслуживания и текущего ремонта, состояние систем и элементов ПГЗ ЖРО находится близко к предельному. В существующих планах Госкорпорации «Росатом» предусмотрены мероприятия, направленные на прекращение деятельности по захоронению РАО в жидком виде, в связи с чем становится

актуальным вопросом о завершении эксплуатации ПГЗ ЖРО и разработке организационно-технических мероприятий по обеспечению их безопасного закрытия.

В связи с этим особое значение приобретает обеспечение и обоснование долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО на период потенциальной опасности захороненных РАО, что делает актуальным тему диссертационной работы А.В. Познизова.

Целью диссертационных исследований А.В. Познизова является разработка комплексного подхода к решению актуальных вопросов обоснования долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО, включающего:

- определение значимых для долговременной безопасности системы захоронения РАО природных и техногенных факторов;
- выявление и анализ факторов, представляющих наибольшую потенциальную опасность для устойчивого функционирования инженерных барьеров безопасности после закрытия ПГЗ ЖРО;
- исследование характеристик материалов инженерных барьеров безопасности, обеспечивающих долговременную экологическую приемлемость ПГЗ ЖРО после закрытия;
- разработку концептуальных положений по обоснованию организационно-технических мероприятий по закрытию ПГЗ ЖРО.

Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списков сокращений и условных обозначений и литературы. Работа изложена на 173 страницах машинописного текста и содержит 31 рисунок, 8 таблиц. Библиография содержит 114 наименований.

Во **Введении** А.В. Познизовым обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее основная цель, задачи, научная новизна, практическая значимость, основные положения, выносимые на

защиту, степень достоверности, личный вклад автора, апробация и публикации результатов работы.

В первой главе диссертации приведен аналитический обзор сведений о сложившейся практике глубинного захоронения РАО в Российской Федерации на основе научных работ специалистов, занимающихся проблемами обращения с РАО, включая глубинное захоронение ЖРО. В аналитическом обзоре систематизированы характеристики референтного в рамках диссертационной работы ПГЗ ЖРО «Железногорский» и приведены результаты анализа опыта его эксплуатации. Также в главе рассмотрены подходы МАГАТЭ к обоснованию долговременной экологической приемлемости захоронения РАО и приведены результаты работы миссии экспертов МАГАТЭ по оценке безопасности глубинного захоронения ЖРО, которая состоялась в 2012–2013 гг. Проведен анализ рекомендаций экспертов МАГАТЭ по совершенствованию обоснования долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО.

На основе сделанных выводов по результатам аналитического обзора, с учетом рекомендаций экспертов миссии МАГАТЭ, А.В. Понизов сформулировал дальнейшие направления исследований для обоснования долговременной экологической приемлемости рассматриваемого ПГЗ ЖРО после его закрытия.

Вторая глава диссертации посвящена определению и систематизации особенностей, событий, процессов (ОСП), важных для обоснования долговременной экологической приемлемости ПГЗ ЖРО «Железногорский». Для этого А.В. Понизовым был предложен алгоритм отбора ОСП ПГЗ ЖРО подготовленного на основе документов МАГАТЭ и Агентства по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития. При этом, стоит отметить, что данные документы разрабатывались для пунктов захоронения твердых РАО. В связи с этим алгоритм, предложенный А.В. Понизовым, был полностью проработан под учет особенностей захоронения РАО в ПГЗ ЖРО.

В рамках диссертационного исследования, разработанный алгоритм был апробирован при определении ОСП, характерных для ПГЗ ЖРО «Железногорский». По разработанному алгоритму был выполнен анализ более 150 факторов и с учетом природно-техногенной специфики ПГЗ ЖРО «Железногорский» определен перечень из 51 фактора, которые индивидуально или в сочетании с другими являются значимыми для долговременной экологической приемлемости ПГЗ ЖРО.

Дополнительно в рамках второй главы были систематизированы сведения о технологических решениях по ликвидации эксплуатационных скважин на различных ПГЗ ЖРО, включая «Железногорский». Согласно результатам приведенного анализа А.В. Позинным было установлено, что потенциальную опасность для обеспечения долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО может представлять образование путей миграции радионуклидов в результате ухудшения изолирующих свойств тампонажного материала и, как следствие, возникающего заколонного перетока по стволу скважины пластовых вод, содержащих компоненты РАО.

В связи с этим в заключении второй главы, А.В. Позинным были конкретизированы поставленные при выполнении диссертации задачи обоснования устойчивости инженерных барьеров безопасности и моделирования критических сценариев нарушения их изолирующих свойств.

В третьей главе диссертации приведены результаты расчетно-экспериментальных исследований сценариев эволюции материалов инженерных барьеров безопасности после закрытия ПГЗ ЖРО.

На примере анализа сведений о скважине Н-10 ПГЗ ЖРО «Железногорский», имеющей признаки нарушения изолирующих свойств инженерного барьера, А.В. Позинным было установлено, что причинами возникновения каналов являются интервалы разрушенного и отсутствующего цементного камня, а также плохое качество его сцепления с горной породой и обсадными трубами. При этом наибольшему риску

образования каналов подвержен контакт «обсадная колонна – цементный камень – горные породы».

Для оценки последствий заколонных перетоков компонентов РАО по стволам скважин ПГЗ ЖРО «Железногорский» и обоснованию долговременной экологической приемлемости исследуемого объекта А.В. Понизовым в составе коллектива авторов разработана математическая сеточная модель заколонного перетока по стволу скважины Н-10. По результатам расчетов с использованием разработанной математической модели А.В. Понизовым были определены границы и скорости возможного распространения компонентов РАО при заколонных перетоках по стволам скважин ПГЗ ЖРО «Железногорский» после его закрытия.

Дальнейшие исследования в рамках третьей главы были направлены на оценку характеристик инженерных барьеров безопасности (тампонажных материалов), представляющих интерес для закрытия скважин. А.В. Понизовым было определено, что для предотвращения возможных заколонных перетоков из системы захоронения РАО при закрытии эксплуатационных скважин необходимо использовать тампонажные материалы, обладающие высокими гидроизоляционными свойствами и обеспечивающие долговременную устойчивость инженерного барьера безопасности на период потенциальной опасности захороненных РАО.

В качестве тампонажных материалов А.В. Понизов исследовал изменения характеристик тампонажных материалов на основе портландцемента с добавкой бентонита в водных средах (подземная вода и ЖРО), характерных для ПГЗ ЖРО «Железногорский». Исследования физико-механических характеристик тампонажных материалов показали достаточную эффективность исследованных материалов инженерных барьеров безопасности применительно к их использованию для предотвращения возникновения заколонных перетоков компонентов РАО по стволам ликвидируемых скважин исследуемого ПГЗ ЖРО.

С учетом разработанной системы особенностей, событий и процессов, свойственных ПГЗ ЖРО «Железногорский», и результатов расчетно-экспериментальных исследований по обоснованию его безопасности в **четвертой главе** А.В. Понизовым сформулированы концептуальные положения по обоснованию долговременной безопасности системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО, основанные на системе организационно-технических мер, необходимых для безопасного закрытия ПГЗ ЖРО, а также положения по проведению долговременного мониторинга системы захоронения РАО после закрытия ПГЗ ЖРО.

В **Заключении** диссертации сформулированы основные результаты работы.

По диссертационной работе в целом, следует отметить:

Достоверность полученных А.В. Понизовым результатов обоснована использованием стандартных методов расчета и аттестованных методик экспериментального определения значений величин, а также подтверждением результатов расчетов результатами выполненных экспериментов.

Полученные А.В. Понизовым в процессе диссертационного исследования результаты имеют несомненную **практическую ценность**, заключающиеся в разработке программы учета рекомендаций и замечаний экспертов МАГАТЭ, сделанных при рассмотрении практики глубинного захоронения ЖРО в Российской Федерации, а также организационно-технических решений для нормативно-правового регулирования, направленных на повышение эффективности деятельности оценки долговременной безопасности пунктов захоронения РАО и обоснованию безопасности ПГЗ ЖРО, и используемых при подготовке федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов» (НП-100-17) и руководств 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).

Отдельно стоит отметить, что разработанный А.В. Понизовым комплексный подход к обоснованию решений по закрытию ПГЗ ЖРО может быть использован при выполнении практических работ по закрытию всех существующих полигонов подземной закачки.

А.В. Понизовым при выполнении диссертационной работы были получены новые научные результаты (**научная новизна работы**), среди которых стоит отметить следующие:

– впервые разработан алгоритмом отбора особенностей, событий и процессов, важных для обоснования долговременной безопасности системы захоронения РАО на основе которого выполнен анализ более 150 факторов и с учетом природно-техногенной специфики ПГЗ ЖРО «Железногорский» определен перечень из 51 фактора, которые индивидуально или в сочетании с другими являются значимыми для долговременной экологической приемлемости ПГЗ ЖРО;

– с помощью разработанной модели процесса заколонных перетоков компонентов РАО по стволам скважин применительно к обоснованию долговременной экологической приемлемости ПГЗ ЖРО оценены границы и скорости распространения компонентов РАО при потенциально возможных сценариях заколонных перетоков по стволам скважин ПГЗ ЖРО «Железногорский» после его закрытия;

– разработаны концептуальные положения к обоснованию решений по безопасному закрытию ПГЗ ЖРО и система организационно-технических мер для обеспечения поэтапного безопасного закрытия ПГЗ ЖРО.

Основные положения и результаты диссертационной работы **опубликованы** А.В. Понизовым в открытой печати, в том числе в восьми статьях в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России.

Отдельно стоит отметить **личный вклад** А.В. Познизова в получении результатов научной работы, который в течение длительного времени выполнял научно-исследовательские работы непосредственно на ПГЗ ЖРО «Железногорский» в качестве сотрудника и руководителя, в том числе по тематике обеспечения безопасности его эксплуатации, реконструкции и продления срока эксплуатации.

По диссертационной работе А.В. Познизова есть несколько **замечаний** непринципиального характера:

1. Утверждение на стр. 63 об учете ОСП при разработке сценариев эволюции системы захоронения РАО, вероятность наступления которых больше 10^{-8} в год, требует пояснения, так как в федеральных нормах и правилах для учета исходных событий проектных аварий на объектах атомной энергии установлены предельные вероятности 10^{-4} в год (для природных) и 10^{-6} в год (для техногенных).

2. При описании параметров модели процесса заколонных перетоков компонентов РАО по стволам скважин (раздел 3.3) не учтены коррозионные процессы металлических обсадных колонн скважин, хотя согласно приведенному автором анализу технологических решений по ликвидации скважин на ПГЗ ЖРО (раздел 2.3) одной из причин ликвидации скважин, выявленных на этапе эксплуатации, является коррозия труб. В связи с этим не понятно, учитывался ли вклад коррозионных процессов обсадных колонн на перетекание компонентов РАО в горизонты, залегающие выше эксплуатационного, при выполнении диссертационной работы.

3. Не ясно чем обоснован период исследований изменения физико-механических характеристик тампонажных материалов (раздел 3.4) под воздействием различных водных сред до 30 суток. В тоже время, согласно четвертой главе диссертации организационно-технические меры по закрытия ПГЗ ЖРО направлены на достижения конечного состояния ПГЗ ЖРО после закрытия, обеспечивающего безопасность человека и окружающей среды на период потенциальной опасности захороненных РАО, что составляет сотни

тысяч лет. Выполнялись ли долговременные (месяц, год и т.п.) исследования воздействия водных сред на тампонажные материалы.

Несмотря на отмеченные замечания, диссертационная работа А.В. Познизова, безусловно, создает положительное впечатление, заслуживает **высокой оценки**. Диссертацию и автореферат отличает хороший стиль изложения. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертационная работа представляет собой законченное оригинальное исследование, характеризующееся системным подходом, сочетающее аналитические методы исследования с расчетно-экспериментальными, что имеет важное научное и прикладное значение.

Диссертация А.В. Познизова удовлетворяет требованиям, установленных «Положением о порядке присуждения ученых степеней» утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, паспорту специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент



В.Т. Сорокин

e-mail: vsorokin@atomproekt.com

Подпись В.Т. Сорокина заверяю.

25.05.2022г.

Ведущий специалист по управлению
Трудовыми отношениями



О.Ф. Перова

Адрес, телефон, e-mail организации:

Акционерное общество «Атомэнергопроект» (ранее АО «АТОМПРОЕКТ»),
197183, г. Санкт-Петербург, ул. Савушкина, д. 82, лит. А,
тел. +7 (812) 339-15-15,
info@atomproekt.com