



ВНИПИ
ПРОМТЕХНОЛОГИИ
РОСАТОМ

Акционерное общество
«Ведущий проектно-изыскательский и
научно-исследовательский институт
промышленной технологии»
(АО «ВНИПИпромтехнологии»)

Каширское ш., д. 33,
г. Москва, 115409
Тел.: (495) 544-11-22,
E-mail: vnipipt@vnipipt.ru;
<http://www.vnipipt.armz.ru>

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

АО «ВНИПИпромтехнологии»



А.В. Гладышев

2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Неуважаева Георгия Дмитриевича** «Разработка и параметрическое обеспечение расчетных моделей для обоснования долговременной безопасности пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (участок «Енисейский»)), представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Актуальность темы диссертационного исследования

Одной из наиболее важных проблем в области использования атомной энергии остается вопрос окончательной изоляции высокоактивных и среднеактивных радиоактивных отходов ((ВАО и САО РАО), а также отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В настоящее время признано, что наиболее эффективным и безопасным решением этой проблемы является захоронение РАО в глубоких геологических формациях с соблюдением принципа многобарьерной защиты.

Проектирование пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов (ПГЗРО) ведется как в странах с развитой ядерной энергетикой, так и в России. В своё время (2002-2016гг.) под руководством АО «ВНИПИпромтехнологии» были проведены комплексные исследования на участке «Енисейский» Красноярского края для размещения там ПГЗРО. Тогда же было начато проектирование подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ), создание которой предшествует строительству ПГЗРО, и в которой планируется проводить натурные исследования. Результаты этих

исследований позволят сформировать основу для обеспечения достоверности обоснования безопасности всего сооружения.

Проектные решения, строительство, эксплуатация, а также вывод из эксплуатации ПЗРО как ядерного объекта сопровождаются итерационными обоснованиями эксплуатационной и долговременной безопасности, то есть сложными мультидисциплинарными процедурами систематического анализа всех возможных факторов, которые могут повлиять на безопасность системы изоляции РАО. Основа такого анализа – выполнение прогнозных модельных расчетов на период потенциальной опасности радиоактивных отходов.

Концептуальная основа создания расчетных моделей для обоснования долговременной безопасности наиболее важна в отношении гидрогеологической составляющей и включает в себя как разработку методических подходов к выбору математических основ описания среды, так и состав учитываемых процессов. Корректность концептуальной гидрогеологической модели и ее параметризация во многом определяют обоснованность результатов выполнения прогнозных модельных расчетов, что и было выполнено в ходе диссертационного исследования.

В основу исследований автора диссертации положены результаты, полученные в период выполнения поисковой и оценочной этапов работ по выбору участка размещения ПЗРО на участке «Енисейский».

Целью работы является разработка и параметрическое обеспечение расчетных моделей обоснования безопасности ПЗРО в части оценки динамики переноса радионуклидов до зоны разгрузки на примере участка «Енисейский».

Методы исследований. В работе использовались стандартные современные методы расчета для геофильтрационных и геомиграционных задач, а также общепризнанные международные программные средства при создании гидрогеологических моделей (Groundwater Modeling System, Modflow 6). При проведении миграционного моделирования использовались расчетные средства GeRa/V1, успешно прошедшее процедуру аттестации для использования при обосновании безопасности ОИАЭ.

Обоснованность и достоверность основных защищаемых научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Модели для обработки и интерпретации результатов опытно-фильтрационных работ.

Алгоритм анализа гидрогеологических условий с применением численного моделирования для определения значимых для обоснования долговременной безопасности характеристик потока подземных вод,

учитывающий особенности параметризации для различных элементов геологического строения.

Перечень гидрогеологических параметров кристаллической среды, наиболее значимых для обоснования долговременной безопасности ПЗРО.

Научная новизна полученных результатов

Впервые при разработке геофильтрационной модели использована детальная геологическая модель с использованием элементов геологического строения, установленных на основании анализа результатов бурения скважин на участке «Енисейский». По результатам калибровки модели определены фильтрационные параметры основных элементов геологического строения.

Разработан алгоритм, предусматривающий оценку влияния структуры разрывных нарушений на направление потока подземных вод.

Предложена новая методика по определению геофильтрационных параметров с помощью численного моделирования, которая позволяет улучшить качество и достоверность получаемых результатов.

Впервые проведен анализ поинтервальных исследований, по результатам которых определены фильтрационные характеристики, в том числе для каждого интервала, выделенные на основании анализа результатов геофизических исследований.

Впервые выполнены расчеты долговременной миграции радионуклидов в пределах участка «Енисейский» с учетом различных вариантов размещения разрывных нарушений, позволившие оценить влияние их местоположения на безопасность ПЗРО. При выполнении расчетов использовались 3D модели на основе различных концепции описания геологической среды: дискретной среды (DFM – Discrete Fracture Matrix) и пористой среды (EPM – Equivalent Porous Medium).

Практическое значение работы состоит в том, что:

- в рамках диссертационного исследования разработаны и обоснованы расчетными, аналитическим и экспериментальными методами трехмерные модели, обеспечивающие возможность дальнейшего развития обоснования долговременной безопасности первого в России пункта глубинного захоронения РАО на примере участка «Енисейский»;
- разработана методика по определению геофильтрационных параметров массива горных пород, позволяющая повысить степень их обоснованности при решении задач оценки безопасности ПЗРО;
- результаты, полученные на специально разработанных моделях, уже используются для текущих версий оценки долговременной безопасности (ОДБ) ПЗРО на участке «Енисейский»;
- путем применения новых методов исследований автор получил новые данные о проницаемости пород массива Енисейского участка, что

существенным образом развивает наши взгляды на обоснование его безопасности.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа содержит 127 страницы, включая 76 рисунков, 17 таблицы и состоит из введения, пяти глав, заключения и использованных литературных и фондовых отчетных материалов, который содержит 70 библиографических наименований.

Работа изложена четким литературным языком, отличается высокой технической грамотностью и доступностью для понимания. Содержание автореферата и публикаций соответствует диссертационной работе.

Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых изданиях, докладывались на российских и международных конференциях и семинарах.

Замечания по диссертации

В качестве некоторых замечаний и пожеланий к работе можно отметить следующие моменты:

1. В диссертационной работе не обоснованы геофильтрационные параметры для участков модели, где нет скважин. Автор принимает значения фильтрационных параметров, полученные по результатам калибровки модели. Однако, как известно, кристаллические породы не являются однородными в пространстве. Не вполне ясно, как можно использовать полученные фильтрационные параметры для всего массива глубиной 700м.

2. Разломы, выделенные в модели, не подтверждены бурением, и природа этих линейных структур остается неясной.

3. Автор не обосновал выбор именно ^{129}I в качестве геомиграционных расчетов. Хотелось бы получить представление и понимание о миграции и для других радионуклидов.

4. К недостаткам работы можно отнести также отсутствие рассмотрения влияния теплового поля, сопровождающего процесс изоляции ВАО, на миграцию подземных вод.

Указанные замечания не касаются основных положений, научного содержания, обоснованности и достоверности научных рекомендаций и выводов диссертации, не снижают теоретической и практической значимости работы для горной науки и производства.

Представленная диссертационная работа может быть квалифицирована как самостоятельное законченное научно-квалификационное исследование, соответствующее паспорту специальности 05.14.03 – «Ядерные

энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»).

Следует отметить, что полученные результаты диссертационной работы могут применяться для планирования поинтервальных исследований в скважинах. Анализ качества получаемых полевых данных и их пригодности для последующих оценок безопасности повышает уровень доверия к получаемым результатам, что является важным аспектом, который отражен в диссертационной работе.

В свою очередь разработка планов экспериментов и их местоположения в горных выработках могут быть проведены на основе разработанных моделей, выполненных Г.Д. Неуважаевым. Диссертационная работа также иллюстрирует применение методов анализа чувствительности как инструмента проверки и доработки численных моделей, используемых для оценки безопасности.


Разработанные Г.Д. Неуважаевым модели в настоящее время используются для оценки долговременной безопасности ПГЗРО на участке «Енисейский».

В целом диссертация **Неуважаева Г.Д. «Разработка и параметрическое обеспечение расчетных моделей для обоснования долговременной безопасности пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (участок «Енисейский»)»**, является завершенной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на современном научно-техническом уровне, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития и обороноспособности страны, а именно: разработано параметрическое обеспечение расчетных моделей обоснования безопасности ПГЗРО в части оценки динамики переноса радионуклидов до зоны разгрузки.

Диссертация соответствует требованиям, установленным Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации, в п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018г. с изменениями от 26.05.2020г. и от 20.03.2021г. № 426), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Неуважаев Георгий Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук, по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»).

Отзыв ведущей организации на диссертацию и автореферат рассмотрен на методическом семинаре Научно-исследовательской лаборатории сейсмобезопасности и геофизических методов контроля АО «ВНИПИпромтехнологии» (Протокол № 1 от 30.08.2020 г.).

Отзыв ведущей организации подготовили:

Ученый секретарь АО «ВНИПИпромтехнологии»,
доктор геолого-минералогических наук, профессор  Е.Н. Камнев

Москва, 115049, Каширское шоссе, 33

Телефон: +7(495)544-11-22

E-mail: Kamnev.E.N@vnipipt.ru

Я, Камнев Евгений Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Начальник научно-исследовательской лаборатории
сейсмобезопасности и геофизических методов контроля
кандидат физико-математических наук

 Б.Г. Лукишов

Москва, 115049, Каширское шоссе, 33

Телефон: +7(495)544-11-22

E-mail: Lukishov.B.G@vnipipt.ru

Я, Лукишов Борис Глебович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.