

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 75.1.077.01
созданного на базе акционерного общества
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского»
(принадлежность - Госкорпорация «Росатом»)
по диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 мая 2025 года № 14

О присуждении Девкиной Елене Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение точности расчетов для обоснования радиационной безопасности при разборке реакторов с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем» по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность принята к защите 12 марта 2025 года (протокол № 9) диссертационным советом 75.1.077.01, созданным на базе акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (Госкорпорация «Росатом») (далее – АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»), расположенного по адресу: 249033, г. Обнинск, Калужской обл., пл. Бондаренко, 1. Диссертационный совет создан приказом Минобрнауки России № 663/нк от 09.07.2024.

Соискатель Девкина Елена Владимировна, дата рождения – 21 сентября 1976 года.

Девкина Е.В. закончила Обнинский Институт Атомной Энергетики с присуждением квалификации инженер-физик по специальности «Ядерные реакторы и энергетические установки» в 1999 г.

В период с марта 2008 г. по март 2016 г. с перерывом на академический отпуск проходила обучение в аспирантуре АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», успешно сдав кандидатские экзамены. В связи с изменением номенклатуры научных

специальностей в 2023 году Девкина Е.В. успешно пересдала экзамены кандидатского минимума по специальности 2.4.9.

В период подготовки диссертации соискатель Девкина Елена Владимировна работала в Центре ответственности «Институт специальных систем» в АО «ГНЦ РФ – ФЭИ». В настоящее время занимает должность научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Центре ответственности «Институт специальных систем» АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

Научный руководитель – Суслов Игорь Рюрикович, кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.02. «Теоретическая и математическая физика», ведущий научный сотрудник АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

Официальные оппоненты:

Ельшин Александр Всеволодович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова»;

Комлев Олег Геннадьевич, кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора по производству акционерного общества «АКМЭ-инжиниринг»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» в своем положительном отзыве, подписанном заместителем директора Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ, доктором физико-математических наук, профессором Тихомировым Г.В., учёным секретарём кафедры №5 «Теоретической и экспериментальной физики ядерных реакторов», кандидатом физико-математических наук Алеевой Т.Б., председателем Совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ, доктором физико-математических наук, профессором Кудряшовым Н.А. указала, что диссертация Е.В. Девкиной соответствует паспорту специальности

2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность и отвечает требованиям п. 6 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертационной работы, Девкина Елена Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Соискатель имеет четыре опубликованных научных статьи по специальности 2.4.9 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК Минобрнауки России и международной базы данных Scopus. Основные результаты работы докладывались автором и обсуждались на двух научно-технических конференциях.

Работы по теме диссертации:

1. Проведение расчётов в обоснование радиационной безопасности при выгрузке и разборке активных зон отработавших выемных частей реакторов с жидкометаллическим теплоносителем АПЛ. / Е.В. Девкина, И.Р. Суслов, В.А. Чернов // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2022. – №2. – С.73–79. (авторство не разделено).

2. Особенности проведения расчётов методом Монте-Карло двумерной тестовой модели защиты ТУК для отработавшего ядерного топлива. / Девкина Е.В., Суслов И.Р., // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. – 2022. – №4. – С.15-24. (авторство не разделено).

3. Расчёт ядерно-опасных зон при разборке реакторов с тяжёлым жидкометаллическим теплоносителем. / Девкина Е.В. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. – 2024. – №3. – С.104-113.

4. Devkina E.V., Suslov I.R., Chernov V.A, Carrying out calculations of radiation safety during unloading and disassembly of cores of spent removable parts

of reactors with liquid metal coolant of submarines.// Nuclear Energy and Technology. – 2022. – №8 (4). – С.247-251. (авторство не разделено).

На автореферат диссертации поступило семь отзывов:

1. Маровой Е.В., кандидата технических наук, руководителя направления по НИОКР БН АО «ОКБМ Африкантов», отзыв положительный, имеются замечания: 1) В автореферате заявлено, но не выделено «сравнение результатов расчётов потоков и МЭД нейтронов и гамма-квантов с результатами измерений». Целесообразно было бы представить результаты сравнения. 2) Несомненно имеют практическую значимость и обладают новизной результаты исследований, выполненных с использованием метода Монте-Карло по MCNP. Не определено по отношению к другим программам, применимы ли разработанные модели, справедливы ли сделанные выводы и разработанные рекомендации, каким ПС, с учетом политики импортозамещения ПС, можно заменить MCNP. 3) В автореферате представлены результаты расчетных исследований с использованием разработанной тестовой модели защиты ТУК для ОВЧ. Возможно ли его использование для валидации других ПС и их методов. 4) Целесообразно уточнить практическую ценность результатов работы применительно к реальным объектам, что применено в проекте, насколько универсальны предложенные методические подходы. 5) В работе рассматривается вариант обращения с ОВЧ реактора с ТЖМТ. По какой причине выделяется ОЯТ как отдельный объект, если он применительно к данной работе всегда в составе ОВЧ?

2. Огнева С.П., кандидата физико-математических наук, начальника отдела ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ» Отзыв положительный, имеются замечания: 1) На стр. 3 не описан константный компонент в погрешности расчётов. 2) Для лучшей читабельности текста следовало бы перед первым применением сокращений (ЯОЗ, СЦР, САС СЦР, стр.4) приводить их расшифровку. 3) На стр. 6 в личном вкладе указана «разработка расчётных моделей», но не указано моделей чего.

3. Ванеева Ю.Е., доктора технических наук, ведущего научного сотрудника ИБРАЭ РАН. Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Не достаточно

убедительно обоснован выбор метода Монте-Карло для решения рассмотренных задач с оптически толстой защитой. При решении таких задач, например, метод дискретных ординат, реализованный в программе КАТРИН, не создаёт проблем с моделированием глубокого проникновения излучения и достаточно точно описывает геометрию источника и защиты, используя мелкосеточное пространственное разбиение. 2) Достоверность результатов исследований в обоснование радиационной безопасности объектов не может быть подтверждена «использованием общепризнанных методов и подходов», как это записано в автореферате. Достоверность результатов обосновывается сравнениями с экспериментальными данными или результатами расчётов с использованием аттестованных программ для ЭВМ. Результаты таких сравнений не приводятся, хотя и упоминается об использовании результатов измерений. 3) В задаче с ОВЧ в ТУКе в автореферате не приведены источники данных по наведённой активности материалов СУЗ и стальных конструкций, как они получены, их достоверность. Аналогично в автореферате отсутствуют информация о способах оценки мощности источников нейтронного и гамма-излучений в ОЯТ при разборке ТЖМТ в задаче определения границ ЯОЗ. Погрешности в определении этих характеристик непосредственно влияют на определение мест установки и порогов срабатывания САС СЦР, на радиационную обстановку в ЯОЗ.

4. Шамсутдинова Р.Н., кандидата технических наук, ведущего инженера и Лачугина А.В., главного инженера АО НПФ «Сосны». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) В автореферате написано, что степень достоверности подтверждается результатами измерений, но результаты измерений в автореферате не приведены. 2) На рисунке 8 приведены отдельно распределения поглощённых доз нейтронов и гамма-квантов. Логично было бы привести суммарную дозу нейтронов и гамма-квантов.

5. Малышкина Г.Н., кандидата физико-математических наук, начальника лаборатории ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) В разделе «Цели и задачи» на стр. 4 задачи диссертационного исследования сформулированы не в виде задач, а в

виде пунктов выполненной работы. 2) На стр.7 вывод в п.4) гласит: «Весовые окна – наиболее эффективный и универсальный метод понижения дисперсии». Хорошо известно, что все методы понижения дисперсии содержат параметры, от выбора которых и зависит их эффективность. Это касается и весовых окон, поэтому данное утверждение не совсем корректно. Более того, многолетний опыт развития Я.З. Кандиевым методов неаналогового моделирования в программе ПРИЗМА говорит о том, что наибольшая эффективность может быть достигнута при совместном использовании моделирования по ценности и весовых окон, согласованных по параметрам. 3) Странным и ничем не обоснованным является включение метода вынужденных столкновений в рассматриваемые методы для расчёта защиты (стр. 9,12, 13), поскольку он предназначен для увеличения плотности столкновений в оптически тонких средах. 4) В то же время не был рассмотрен метод экспоненциального преобразования, предназначенный для решения задач глубокого прохождения, а также метод DXTRAN, как альтернатива локальной оценке.

6. Невиницы В.А., кандидата технических наук, руководителя отделения быстрых и высокотемпературных реакторов НИЦ «Курчатовский Институт». Отзыв положительный, имеются замечания: 1) Изложение работы следовало начать с принятой при обращении с ОВЧ концепции обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Автор настолько увлеклась математикой, что ядерная безопасность (а в данном случае ещё рассматривался и наиболее сложный с точки зрения её обеспечения случай – неуправляемые, а ещё точнее малопредсказуемые аварии с возможным возникновением СЦР с трудно оцениваемыми исходными данными), т.е. основная цель настоящей работы, явно оказалась на периферии изложения. По крайней мере с этого надо было начать первую главу. 2) Из текста реферата довольно сложно понять, как обеспечивается контролируемость и наблюдаемость критериальных (нормативных) параметров ядерной безопасности. Хотелось бы, чтобы автор более подробно остановилась бы на том, что являлось критериями и как проводился отбор по этим критериям при обосновании выбора следующих параметров: границ ЯОЗ, мест размещения блоков детектирования САС СЦР,

порогов срабатывания САС СЦР. 3) Перечень критериев качества, использованных в инструкции по программе MCNP, в отличие от критериев, которыми надо руководствоваться при обеспечении ядерной безопасности, в автореферате приведен.

7. Колесова В.В., кандидата физико-математических наук, доцента, доцента ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Отзыв положительный, имеются замечания: 1) В автореферате используется большое количество специальных сокращений и некоторые из них не расшифрованы, например, САС СЦР. 2) Во второй главе представлены результаты расчета двумерного бенчмарка защиты ТУК для отработавшего ядерного топлива, имеющего реальный реакторный прототип. С использованием предлагаемых в работе подходов удалось значительно уменьшить статистическую погрешность, но не приводятся результаты сравнения с измеренными величинами, если это экспериментальный бенчмарк, или с результатами других авторов, если это расчетный бенчмарк.

По всем замечаниям соискателем были даны детальные разъяснения.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.т.н. А.В. Ельшин и к.т.н. О.Г. Комлев являются признанными специалистами в области нейтронно-физических расчётов.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» является одним из ведущих научных и образовательных учреждений нашей страны, где осуществляются работы по проведению нейтронно-физических расчетов для объектов использования атомной энергии.

Кроме этого, выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается списком публикаций оппонентов и сотрудников НИЯУ «МИФИ», подготовивших заключение по диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Выполнено обоснование применения методов понижения дисперсии при расчёте по методу Монте-Карло радиационной защиты при

обращении с отработавшими выемными частями реакторов с жидкометаллическим теплоносителем.

- Разработаны расчётные модели для обоснования радиационной безопасности.

- Даны рекомендации по определению границ ядерно-опасных зон и мест размещения блоков детектирования самоподдерживающейся цепной реакции на основе расчётных исследований.

- Обоснованы параметры дополнительной радиационной защиты с использованием результатов расчётов для прогнозирования радиационной обстановки при транспортировке ОВЧ в ТУКе.

Практическая значимость заключается в разработке методики расчёта токов и МЭД нейтронов и гамма-квантов при проведении работ по выгрузке ОЯТ из реакторов с ТМЖТ с приемлемой точностью. Результаты расчётов с учетом индивидуального подхода к каждому ОВЧ применялись для:

- оценки радиационной обстановки в местах работы персонала;
- расчета дозовых нагрузок на персонал;
- расчета и усовершенствование радиационной защиты;
- определение границ ядерно опасных зон.

Личное участие автора в получении изложенных в диссертации материалов заключается в следующем:

- Верификация методов понижения дисперсии на двумерной тестовой модели защиты ТУК для отработавшего ядерного топлива.

- Разработка расчётных моделей.

- Выполнение расчётов для обоснования применения дополнительной защиты ТУК при транспортировке и хранении ОВЧ с выгруженным ядерным топливом.

- Проведение расчётов полей гамма и нейтронного излучений для определения границ ядерно-опасных зон (ЯОЗ) и мест размещения блоков детектирования самоподдерживающейся цепной реакции (БД СЦР).

- Сравнение результатов расчётов потоков и МЭД нейтронов и гамма-квантов с результатами измерений.

