

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 002.070.01 на базе Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного
развития атомной энергетики Российской академии наук

ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27 февраля 2020 года № 1

О присуждении Семенову Сергею Геннадьевичу, гражданство –
Российская Федерация, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка научно обоснованной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее практическое применение» по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» принята к защите 23 сентября 2019 года, протокол № 3, диссертационным советом Д 002.070.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, расположенного по адресу: 115191, г. Москва, ул. Большая Тульская, д. 52. Диссертационный совет создан приказами Минобрнауки России № 75/нк от 15 февраля 2013 г., № 626/нк от 3 июня 2016 г., № 748/нк от 12 июля 2017 г., №92/нк от 26 января 2018 г.

Соискатель Семенов Сергей Геннадьевич 1951 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка и применение методов вывода из эксплуатации и реабилитации ядерно- и радиационно-опасных объектов НИЦ «Курчатовский институт» с использованием дистанционно управляемых робототехнических механизмов» защитил в 2013 году в диссертационном совете Д 520.009.06 при ФГБУ НИЦ «Курчатовский институт», работает в должности начальника Управления

«Реабилитация» Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт».

Диссертация выполнена в Управлении «Реабилитация» Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт».

Официальные оппоненты:

Енговатов Игорь Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет МГСУ, кафедра строительства объектов тепловой и Атомной энергетики;

Проскуряков Константин Николаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет МЭИ, кафедра атомных электрических станций;

Сарычев Геннадий Александрович доктор физико-математических наук профессор, директор по научному развитию - научный руководитель химико-технологического направления АО «Наука и инновации», проектный офис по управлению тематическим планированием

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А.Бочвара» (ВНИИНМ), г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном начальником отдела П-261 кандидатом биологических наук И.О.Анциферовой, инженером-технологом 1 категории отдела П-262 И.И.Верещагиным, утвержденном Генеральным директором ВНИИНМ Л.А.Карпюком, указала, что автореферат соответствует диссертации, в нем в достаточной мере отражено содержание работы, в том числе раскрыта актуальность, цель, научная новизна, практическая значимость работы, представлены сведения об апробации работы, публикациях и личном вкладе автора, основные положения, выносимые на защиту. Содержание глав диссертации отражает суть решаемой проблемы и предлагаемые автором пути решения сформулированных задач. Диссертационная работа «Разработка научно

обоснованной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее практическое применение» является завершенным научно-квалификационным трудом, соответствует паспорту специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», отвечает требованиям установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а соискатель Семенов Сергей Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Соискатель имеет 98 научных работ (включая 9 научных отчетов, прошедших государственную регистрацию), в том числе по теме диссертации опубликовано 89 работ, из них в рецензируемых научных изданиях – 41 работа. Из 89 опубликованных работ по теме диссертации 18 – в научном журнале «Атомная энергия» (тираж – 230 экз.), 6 – в научном журнале «Безопасность ядерных технологий и окружающей среды» (прежнее название «Барьер безопасности», тираж – 2000 экз.), 4 – в научном журнале «Энергия: экономика, техника, экология» (тираж – 200 экз.), 2 – в научном журнале «АНРИ» (тираж – 1000 экз.), 2 – в научном журнале «Радиоактивные отходы» (тираж – 300 экз.), 2 – в научном журнале «International Journal Nuclear Science and Technology» (тираж – 300 экз.), 1 – в научном журнале «Revue Generale Nucleaire» (тираж – 300 экз.), 1 – в научном журнале «Radioprotection» (тираж – 300 экз.), 1 – в научном журнале «Вопросы атомной науки и техники, серия Материаловедение и новые материалы» (тираж – 250 экз.), 1 – в научном журнале «Проблемы анализа риска» (тираж – 3000 экз.), 1 – в третьем томе монографии «Проблемы ядерного наследия и пути их решения» (тираж 300 экз.), 1 – тематический сборник «Ядерная и радиационная безопасность России» (тираж 300 экз.), 1 – препринт НИЦ «Курчатовский институт» (тираж 60 экз.), 48 – в сборниках докладов и тезисов докладов российских и международных научных конференций. В опубликованных работах приведены результаты, полученные лично автором или

при его непосредственном участии, разработки основных принципов организации, выбора стратегии и технологий реабилитации радиационно-загрязненных объектов, подготовки к выводу из эксплуатации исследовательского реактора МР, обращения с отработавшим ядерным топливом ИЯР, использования дистанционно-управляемых механизмов с целью снижения радиационного воздействия на персонал, анализа критериев оптимизации системы радиационной защиты персонала при проведении работ по выводу из эксплуатации исследовательских реакторов, разработки методов обращения с высокоактивными отходами при выводе из эксплуатации исследовательских реакторов, и другие актуальные вопросы.

Наиболее значимые научные работы соискателя:

1. Chesnokov A.V., Gorodetsky G.G., Ivanov O.P., Lemus A.V., Semienov S.G., Shisha A.D., Volkov V.G., Zverkov Yu.A. Radioactive waste management technologies used in rehabilitation of radioactively contaminated facilities and areas at the RRC “Kurchatov institute” site. International Journal Nuclear Science and Technology, V. 2, N1/2, 2006, p. 127-143.

2. Волков В.Г., Зверков Ю.А., Колядин В.И., Лемус А.В., Музрукова В.Д., Павленко В.И., Семенов С.Г., Фадин С.Ю., Шиша А.Д. Подготовка к выводу из эксплуатации исследовательского реактора МР в РНЦ «Курчатовский институт», Атомная энергия, т. 104, вып. 5, май 2008, стр. 259-264.

3. Volkov V.G., Chesnokov A.V., Ivanov O.P., Kolyadin V.I., Lemus A.V., Pavlenko V.I., Semenov S.G., Shisha A.D., Zverkov Yu. A. Program of Decommissioning for MR Research Reactor in the Kurchatov Institute, Revue Generale Nucleaire, N6, November-December, 2008, p. 74-80.

4. Семенов С.Г. Использование робототехники при выводе из эксплуатации исследовательских реакторов. –Безопасность ядерных технологий и окружающей среды, №2, 2012, стр. 116-119.

5. Волков В.Г., Иванов О.П., Колядин В.И., Лемус А.В., Музрукова В.Д., Павленко В.И., Семенов С.Г., Смирнов С.В., Степанов В.Е., Фадин С.Ю., Чесноков А.В., Шиша А.Д. Применение дистанционно управляемых механизмов с

целью снижения радиационного воздействия на персонал. –Атомная энергия, 2012, т.113, вып. 5, с. 285-289.

6. Семенов С.Г., Волков В.Г., Зверков Ю.А., Иванов О.П., Колядин В.И., Музрукова В.Д., Павленко В.И., Фадин С.Ю., Шиша А.Д., Чесноков А.В. Радиационная защита при выводе из эксплуатации исследовательских материаловедческих реакторов МР и РФТ НИЦ «Курчатовский институт», - Атомная энергия, 2013, т.115, вып.2, стр. 104-110.

7. Волков В.Г., Зверков Ю.А., Иванов О.П., Колядин В.И., Музрукова В.Д., Павленко В.И., Семенов С.Г., Фадин С.Ю., Шиша А.Д., Чесноков А.В. Методы обращения с высокоактивными отходами при выводе из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ, –Атомная энергия, 2013, т.115, вып.5, стр. 271-275.

8. Иванов О.П., Павленко В.И., Семенов С.Г., Чесноков А.В. «Проблемы ядерного наследия и пути их решения», монография, ТЗ, Разделы 3.3 и 4.5, 2015, ОАО «ЭНЕРГОПРОМАНАЛИТИКА», 316 С.

9. Иванов О.П., Колядин В.И., Лемус А.В., Павленко В.И., Семенов С.Г., Фадин С.Ю., Чесноков А.В., Шиша А.Д. Демонтаж оборудования реактора МР, – Атомная энергия, 2015, т.119, вып.1, стр. 50-55.

10. Крамаренко Л.А., Семенов С.Г., Чесноков А.В. Анализ критериев оптимизации мероприятий по радиационной защите персонала при выводе из эксплуатации исследовательского реактора МР, –Проблемы анализа риска, 2016, т.13, №2, с.72-79.

11. Волкович А.Г., Иванов О.П., Лемус А.В., Павленко В.И., Семенов С.Г., Смирский Ю.Н., Смирнов С.В., Степанов А.В., Степанов В.Е., Чесноков А.В. Особенности демонтажа внутри корпусных конструкций реактора РФТ, –Атомная энергия, 2016, т. 121, вып. 5, с. 294-298.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 9 организаций:

1. ФБУ «НТЦ ЯРБ».

Отзыв подписали начальник отдела радиационной безопасности В.В.Бочкарев, начальник лаборатории отдела радиационной безопасности, к.ф.-м.н. В.И.Герешкин, заместитель начальника отдела радиационной безопасности к.б.н. А.Е.Щадилов.

Отзыв положительный. Замечания:

1. в автореферате преобладает описание результатов практических работ и мало освещается чисто научная составляющая работы. Например, не раскрыта методология разработанного оригинального расчетного метода оценки распределения активности радионуклидов Cs-137 и Co-60 в оборудовании, а также методов восстановления пространственного распределения мощности эквивалентной дозы в помещениях реакторных установок, где проводятся демонтажные работы и удаление радиоактивно загрязненного оборудования в процессе вывода из эксплуатации, заслуживающих, по нашему мнению, большего внимания;
2. из автореферата неясно, позволяют ли предложенные соискателем методы радиационного обследования оценивать содержание в оборудовании и помещениях сложнодетектируемых радионуклидов, например, таких как Sr-90, Pu-239, вклад которых во внутреннее облучение персонала требуется учитывать при разработке проектов проведения работ по выводу из эксплуатации и прогнозной оценке дозовых нагрузок персонала, задействованного в этих работах;
3. в автореферате не представлены подходы к оценке неопределенностей доз облучения персонала, неопределенности расчета активности радионуклидов в оборудовании, которая будет важна для корректного определения верхней границы количества РАО, образующихся при выводе из эксплуатации.

2. Объединённый институт ядерных исследований.

Отзыв подписал с.н.с., к.ф.-м.н. В.А.Крамаренко.

Отзыв положительный. Замечания:

В тексте автореферата преобладают результаты практических работ, и мало освещается чисто научная составляющая работы, часто применяются термины, требующие дополнительных пояснений, но эти небольшие недостатки не умаляют значимость диссертационной работы.

3. Уральское МТУ по надзору за ЯРБ Ростехнадзора.

Отзыв подписал главный государственный инспектор А.Б.Отливанов.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

4. АО «ОДЦ УГР».

Отзыв подписал руководитель группы, ученый секретарь, к.ф.-м.н. А.О.Павлюк.

Отзыв положительный. Замечания:

Текст автореферата содержит некоторые опiski и опечатки, тем не менее это не умаляет общего положительного впечатления от автореферата в целом.

5. ФГБНУ «ВНИИРАЭ».

Отзыв подписал главный научный сотрудник, д.б.н., профессор С.И.Спиридонов.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

6. НИЦ ФГБУ ВНИИ ГОЧС.

Отзыв подписал г.н.с., д.х.н. М.В.Кузнецов.

Отзыв положительный. Замечания:

1. Автором не приведены конкретные ссылки на те или иные печатные работы, в которых опубликованы результаты, представленные в автореферате в качестве основных результатов диссертационной работы. При этом количество заявленных основных задач исследования (12) (с. 4-5 автореферата) не совпадает с общим числом основных результатов (7) (с. 7 автореферата);
2. Нельзя согласиться с некоторыми спорными и ошибочными фразами и утверждениями, содержащимися в тексте автореферата: 1 - (с. 3) «В городе...Москва, наличие такого множества ядерно- и радиационно-опасных установок опасно прежде всего тем, что большинство из них строились в разгар «холодной» войны, когда требований, норм и правил безопасности в данной области просто не существовало (!?)». Автор, являющийся специалистом в ядерно-энергетической отрасли, реально считает, что в СССР «не существовало норм и правил» при строительстве, вводе в эксплуатацию, выводе из эксплуатации и демонтаже ЯЭУ (!?); 2 - (с. 13) «- выполнение работ ограниченным количеством персонала: отсутствие достаточного числа работников было обусловлено сокращением притока молодых кадров в ядерные технологии ввиду изменения экономической ситуации в стране» (?). Автор реально так думает? А привлечь к проведению конкретной работы достаточное количество персонала не представлялось возможным вообще?!; 3 - (с. 22) «Дано обоснование необходимости применения дистанционно-управляемых механизмов». Возникают обоснованные сомнения в том, что применение ДУМ при ликвидации последствий аварий и других нештатных ситуаций на радиационно-опасных объектах не было обосновано, рассчитано и подтверждено экспериментально до проведения настоящего исследования, учитывая достаточно большое число подобных ситуаций не только в нашей стране, но и за рубежом и т.д.
3. В тексте автореферата многократно упоминаются «разработанные» приборы «Гамма-пионер», «Гаммавизор», «Гамма-локатор» и др. и то, что весь комплекс проведенных при участии автора исследований осуществлен с использованием данных приборов. Однако, нигде не указано на то, что

автор не является автором-разработчиком этих приборов, а он лишь использовал их как в виде отдельных блоков, так и в многофункциональной установке (в том числе и в модифицированном виде) в период практической реализации предлагаемых им экспериментальных подходов. А ведь именно на этом основан изложенный в работе методологический подход, связанный с совместным использованием ДУМ на основе спектрометрических комплексов различного типа, а также систем мониторинга радиационных загрязнений демонтируемых конструкций разными радионуклидами - Cs^{137} , Co^{60} , Sr^{90} и др.

4. Автор в большинстве случаев как в рамках теоретических, так и практических подходов не касается вопросов допущений, неопределенностей, погрешностей, диапазонов измерения тех или иных параметров, что в определенной мере приводит к снижению достоверности получаемых результатов.

7. ФГУП «ГХК».

Отзыв подписал начальник отдела к.ф.-м.н. Е.В.Беспала.

Отзыв положительный. Замечание:

1. На странице 21 в разделе «Обследование графитовой кладки» указано, что в рамках комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО) проводилось спектрометрическое исследование графитовой кладки (определялась активность радионуклида ^{137}Cs). Однако далее по тексту сказано, что максимальное загрязнение кладки связано с разгерметизацией канала в процессе эксплуатации реактора. Данные случаи имели место при эксплуатации практически всех канальных реакторов с графитовым замедлителем в процессе становления атомной отрасли. Однако, по моему мнению, дополнительно следовало бы провести нейтронное сканирование графитовой кладки с целью определения количества ядерных материалов (массу просыпей топлива), что, в конечном счете, влияет на последовательность демонтажа графитовой кладки и вспомогательных систем.
2. В автореферате диссертации подробно представлены результаты радиационного обследования ИЯР, что само по себе правильно, но на рисунке 1 показано, что в 2008 году проводилось также инженерное обследование реакторов МР и РФТ. Более того, на рисунке 4 показана процедура отбора кернов с помощью бурильной установки, что подтверждает доводы о наличии количественных результатов инженерного обследования. Считаю, что соискателю следует сформулировать общие выводы, отражающие результаты как радиационного, так и инженерного обследования.
3. Графики на рисунках 3,б и 14 отражают зависимость мощности дозы гамма-излучения по длине канала (шахты), однако возникает сложность с их восприятием, вызванная изменением направления осей координат. Считаю, что графики должны быть выполнены в одном стиле.

8. АО «АТОМПРОЕКТ».

Отзыв подписали главный научный сотрудник д.т.н., профессор В.Г.Крицкий, ведущий инженер к.т.н. С.В.Захарова.

Отзыв положительный. Замечания:

1. в тексте автореферата, к сожалению, недостаточно материалов для демонстрации результатов всего объема проведенной работы (всего 18 рисунков и 9 таблиц), например, недостаточно наглядно представлен результат анализа и сравнения технологий;
2. в работе встречаются недостаточно точные ссылки на литературные источники, например данные о количестве ИЯР (стр. 3), а в некоторых местах хотелось бы ссылки на источники добавить, например, в Разделе 1.4., посвященном выбору стратегии вывода из эксплуатации, можно было бы использовать РБ-153-18 «Рекомендации по обоснованию выбора вариантов вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии».

9. ФГУП «РосРАО».

Отзыв подписал советник по научно-техническим вопросам д.т.н., профессор А.И.Соболев.

Отзыв положительный. Замечания:

1. Для оценки активности ^{137}Cs в графитовой кладке реактора РФТ были выполнены расчеты для объёмных цилиндрических источников по программе MicroShield (версия 8.03). Аттестовано ли это программные средства Экспертным советом по аттестации программных средств при Ростехнадзоре?
2. В таблице 7 (стр. 37) представлены контрольные уровни аэрозольной активности атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны, совпадающей с периметром территории НИЦ «Курчатовский институт». В таблице используется показатель «Сумма α -активных изотопов U» следует пояснить каким образом автор работы реализует это требование.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что доктор технических наук, профессор Енговатов Игорь Анатольевич, доктор технических наук, профессор Проскуряков Константин Николаевич, доктор физико-математических наук профессор Сарычев Геннадий Александрович являются известными учеными и признанными специалистами в области вывода из эксплуатации ядерных установок, обеспечения безопасности ОИАЭ на различных стадиях их жизненного цикла, обращения с радиоактивными

отходами. Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А.Бочвара» является ключевым в мире научным центром по проблемам материаловедения и технологий ядерного топливного цикла для всех видов реакторов, имеет практический опыт по выводу из эксплуатации исследовательского корпуса «Б» и рекультивации его территории.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработана и практически применена методология вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанная на принципах обеспечения радиационной безопасности;

2. Впервые предложены методы совместного применения дистанционно-управляемых механизмов и средств дистанционной радиационной диагностики и проведена их проверка при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов;

3. Выполнено с помощью дистанционно-управляемых механизмов и средств дистанционной радиационной диагностики радиационное обследование оборудования, конструкций и помещений исследовательских реакторов МР и РФТ, результаты которого были использованы при разработке проекта вывода этих реакторов из эксплуатации;

4. Предложены и практически реализованы методы и технологии демонтажа высокоактивного технологического оборудования, в частности, петлевых установок реактора МР с использованием дистанционно-управляемых механизмов;

5. Разработаны, созданы и практически использованы стенды для идентификации, оценки активности и фрагментации высокоактивных конструкций и оборудования реакторов МР и РФТ, в том числе содержащих отработавшее ядерное топливо;

6. Выбраны научно обоснованные технологии извлечения, сортировки, фрагментации высокоактивных отходов с помощью дистанционно-управляемых механизмов и разработанных средств дистанционной диагностики;

7. Собран большой фактический материал, подтверждающий высокую эффективность предложенной методологии и разработанных технологий.

Тем самым подтверждены основные положения, выносимые на защиту (страницы 7 – 8 автореферата):

1. Методология вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанная на принципах обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды.

2. Основные инструменты методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов включая методы совместного применения дистанционно-управляемых механизмов и средств дистанционной радиационной диагностики, в том числе результаты их верификации при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов.

3. Принципы и технические решения обнаружения высокоактивных объектов, а также методы измерения глубины загрязнения радионуклидами строительных конструкций.

4. Рекомендации и основные результаты применения дистанционно управляемых механизмов для выполнения радиационного обследования конструкций и помещений исследовательских реакторов МР и РФТ, включая обоснование для их применения в проектах вывода из эксплуатации ИЯР.

5. Оригинальные стенды для идентификации, оценки активности и фрагментации высокоактивных конструкций и оборудования реакторов МР и РФТ, в том числе содержащих отработавшее ядерное топливо.

6. Технологии извлечения, сортировки, фрагментации высокоактивных отходов с помощью дистанционно-управляемых механизмов и разработанных средств дистанционной диагностики и их научное обоснование, в соответствии с критериями радиационной, ядерной и промышленной безопасности.

7. Результаты верификации и апробации методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов в аспектах подтверждения эффективности предложенной методологии и оригинальных технологий на основе дистанционно-управляемых механизмов.

Научная новизна исследования обоснована тем, что:

- сформулирована и апробирована общая оригинальная методология вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанная на фундаментальных принципах обеспечения радиационной и ядерной безопасности персонала, населения и окружающей среды.
- сформулированы требования к дистанционно-управляемым механизмам и их навесному оборудованию, которые были использованы в процессе работ по ликвидации временных хранилищ РАО на выделенной территории НИЦ «Курчатовский институт»;
- обоснованы и применены в практических работах методы определения интенсивно излучающих объектов;
- впервые предложены методы совместного применения дистанционно-управляемых механизмов и средств дистанционной радиационной диагностики и проведена их апробация при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов;
- предложены методы проведения радиационного обследования реакторов МР и РФТ с использованием дистанционно-управляемых механизмов, разработаны технологии и выполнены исследования, разработан индикативный подход для анализа, классификации и выделения ключевых технологических процессов для вывода из эксплуатации ИЯР, результаты которого послужили основой для разработки проекта вывода из эксплуатации реакторов МР и РФТ;
- предложены технологии и практически выполнены работы по демонтажу оборудования реакторов МР и РФТ, основанные на комплексном применении нескольких дистанционно-управляемых механизмов совместно, что исключило присутствие персонала в помещениях с высоким уровнем гамма-излучения;
- для моделирования процессов вывода из эксплуатации ИЯР предложено использование различных имитационных моделей, применение которых позволяет определить порядок действий при разработке рабочих моделей комплексных процессов вывода из эксплуатации ИЯР, а также критерии оптимизации качества этих процессов;

- обоснована целесообразность использования методов статистической теории принятия решений для оценки качества предложенных технических решений;
- предложены технологии сортировки РАО по удельной активности, создан стенд для сортировки и упаковки высокоактивных отходов в транспортные контейнеры.

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, позволили:

1. Обосновать совокупность методов вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанных на принципах обеспечения радиационной безопасности. Разработанная методология была положена в основу проекта вывода из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ и прошла практическую проверку при выполнении работ, что позволило существенно снизить численность персонала, выполняющего работы, и, соответственно, коллективные дозовые нагрузки, и минимизировать радиационное воздействие на население и окружающую среду.

2. Разработанными методами дистанционной диагностики выполнить радиационное обследование технологических помещений и оборудования реактора МР и шахты реактора РФТ. Полученные результаты, послужили основой для разработки технологических решений и выбора технических средств вывода реакторов из эксплуатации и были использованы при разработке проекта вывода из эксплуатации.

3. Разработать технологии удаления, сортировки, фрагментации и упаковки высокоактивных РАО с помощью дистанционно-управляемых механизмов.

4. Получить положительные результаты практической апробации разработанных технологий как на стадии удаления ОЯТ из активной зоны реактора МР в ходе работ по подготовке реактора к выводу из эксплуатации, так и в процессе выполнения работ по удалению облученных экспериментальных каналов из бассейна реактора.

5. Выполнить работы по фрагментации высокоактивных каналов петлевых установок и отделению ядерного топлива из канала с жидкометаллическим теплоносителем с помощью ДУМ, без присутствия персонала непосредственно в зоне работ.

6. Создать стенды сортировки и фрагментации высокоактивных отходов с помощью дистанционно-управляемых средств и механизмов.

7. Получить документальное подтверждение эффективности использования разработанных и реализованных методов и технологий вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов НИЦ «Курчатовский институт» с точки зрения существенного снижения дозовых нагрузок на персонал и уменьшения радиационного воздействия на население и окружающую среду.

8. Сделать вывод, что разработанные и апробированные методы и реализующие эти методы технологии радиационного обследования, демонтажа оборудования и обращения с РАО и ОЯТ могут быть успешно реализованы в проектах вывода из эксплуатации других исследовательских ядерных реакторов и реабилитации их территории, а также применимы при работах на различных объектах использования атомной энергии, в том числе и в аварийных условиях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов подтверждается:

1. Представительным объемом практических результатов, применением современных методов обработки и интерпретации результатов, сопоставимостью экспериментальных результатов с данными, полученными другими исследователями, а также позитивным опытом их практического внедрения.

2. Документальным подтверждением – протоколами измерения доз внешнего облучения персонала, выполнявшего работы на протяжении пятнадцати лет, а также данными внутреннего облучения, полученными при ежегодном обследовании на установке измерения спектров излучений человека (СИЧ) эффективности применения методологии обеспечения радиационной безопасности при реализации проекта вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов МР и РФГ. В итоге, работы в полном объеме выполнены персоналом, численность которого меньше предусмотренного проектом вывода

из эксплуатации, а среднегодовые индивидуальные дозы внешнего облучения не превышали 40% нормативных.

3. В отношении отсутствия негативного влияния на население и окружающую среду – результатами измерения объемной концентрации аэрозолей в воздухе как в зоне производства работ, так и на границе санитарно-защитной зоны.

4. Публикацией результатов в рецензируемых журналах и их представлением на ведущих российских и международных конференциях и семинарах.

Личный вклад соискателя состоит в:

1. Разработке и применении в практических работах методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанной на принципах обеспечения радиационной безопасности;

2. Обосновании выбора дистанционно-управляемых механизмов типа «BROKK» для работ в интенсивных полях ионизирующих излучений. Разработаны научные рекомендации и технологии их применения при работах по ликвидации временных хранилищ РАО на территории НИЦ «Курчатовский институт». Предложены и практически реализованы технологии демонтажа омоноличенных высокопрочным бетонным раствором хранилищ с помощью указанных дистанционно-управляемых средств. Предложены технологии извлечения, сортировки, фрагментации и упаковки пеналов с высокоактивными отходами. Создан стенд, включая его проектирование и монтаж, для выполнения этих работ;

3. Под руководством и при непосредственном участии соискателя организовано и проведено радиационное обследование реактора МР, оборудования девяти петлевых установок (~500 единиц оборудования) и реактора РФТ с использованием методов дистанционной диагностики и ДУМ, оснащенных гамма-камерами различного типа;

4. Обосновании технологии использования дистанционно-управляемых механизмов при демонтаже оборудования реакторов МР и РФТ в процессе вывода их из эксплуатации;

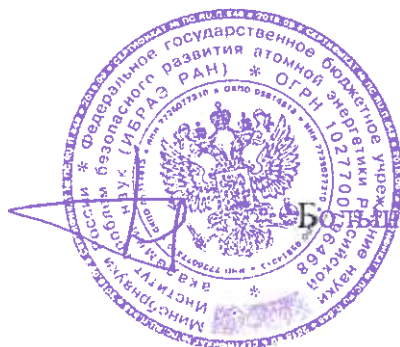
5. Создании экспериментальных стендов для измерения распределения активности по длине отдельных каналов;

В ходе заседания диссертационного совета по всем замечаниям, поступившим на диссертацию стороны оппонентов и ведущей организации, а также по замечаниям по автореферату соискателем даны четкие ответы, в ряде случаев аргументированные возражения, а в отношении рекомендаций и пожеланий выражена благодарность и заявлено намерение к их реализации.

На заседании 27 февраля 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Семенову С.Г. ученую степень доктора технических наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.14.03, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета
академик РАН



С.Б. Вильков Л.А.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н.

Калантаров В.Е.

27 февраля 2020 года