

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по фундаментальным
исследованиям

НИЦ «Курчатовский институт»

В.Ю. ЕГОРЫЧЕВ



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения
«Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
по диссертации Семенова С.Г. «Разработка научно обоснованной методологии
вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее
практическая реализация» на соискание ученой степени доктора технических
наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая
проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Диссертационная работа Семенова С.Г. «Разработка научно обоснованной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее практическая реализация» выполнена в Управлении «Реабилитация» Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»).

В период подготовки диссертации соискатель Семенов Сергей Геннадьевич работал в Управлении «Реабилитация» Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт» в должности начальника Управления.

В 1975 г. Семенов С.Г. окончил Московский инженерно-физический институт по специальности инженер-системотехник.

В 2013 г. защитил диссертацию «Разработка и применение методов вывода из эксплуатации и реабилитации ядерно- и радиационно-опасных объектов НИЦ «Курчатовский институт» с использованием дистанционно управляемых робототехнических механизмов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из

эксплуатации», в диссертационном совете Д 520.009.06 при ФГБУ НИЦ «Курчатовский институт», диплом ДКН №189798.

В настоящее время Семенов С.Г. работает в Управлении «Реабилитация» Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт» в должности начальника Управления.

По итогам обсуждения диссертации Семенова С.Г. на тему: «Разработка научно обоснованной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее практическая реализация» принято следующее заключение:

Диссертация С.Г. Семенова выполнена на высоком научном уровне, в ней решена важная научно-техническая проблема разработки методологии вывода из эксплуатации исследовательских реакторов (ИЯР) на всех стадиях работ, начиная с подготовки, проведения комплексного-инженерного обследования, разработки проекта, демонтажа радиоактивно-загрязненного оборудования и кончая стадией дезактивации строительных конструкций и реабилитации территории объекта.

Цели диссертационной работы состояли в:

1) изучении и решении комплекса проблем, связанных с организацией и выполнением работ по выводу из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, научном обосновании и разработке совокупности методов проведения таких работ, основанных на принципах обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды;

2) научном обосновании и разработке основных инструментов методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, включая методы совместного применения дистанционно-управляемых механизмов и средств дистанционной радиационной диагностики на основе гамма-камер различного типа;

3) разработке методов обнаружения отработавшего ядерного топлива в демонтируемых конструкциях и оборудовании ИЯР и верификации этих методов при выполнении практических работ по выводу из эксплуатации реакторов МР и РФТ.

Актуальность диссертационного исследования обосновывается тем, что

Большинство исследовательских реакторов, критических и подкритических стендов в НИЦ «Курчатовский институт» и в Москве в целом было построено и эксплуатируются со второй половины прошлого века и, ввиду физического и морального старения реакторного оборудования, несоответствия новым требованиям безопасности, подлежат останову и выводу

из эксплуатации. Разработка методологии вывода их эксплуатации является в настоящий момент чрезвычайно актуальной задачей последних десятилетий.

Практические работы по выводу из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов МР и РФТ на территории НИЦ «Курчатовский институт» были начаты в 2008 году, в настоящий момент демонтаж оборудования реакторов полностью завершен, строительные конструкции здания реактора и прилегающая территория реакторного комплекса дезактивированы. Заключительное радиационное обследование подтвердило, что состояние реакторов МР и РФТ соответствует предусмотренному проектом вывода из эксплуатации. Все документы, необходимые для снятия с учета, отправлены в Ростехнадзор.

Учитывая предстоящий в ближайшие годы массовый вывод из эксплуатации ИЯУ, представляется весьма актуальным систематизировать опыт комплекса работ по подготовке к выводу и собственно выводу из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов МР и РФТ. В данной исследовательской работе предложена методология и набор технологических решений, основанные на соблюдении принципов радиационной безопасности, которые могут быть использованы при выводе из эксплуатации всех типов исследовательских ядерных реакторов.

Личный вклад автора заключается в том, что он:

1. Самостоятельно провел настоящее исследование – от обзора литературы по проблеме вывода из эксплуатации ИЯР до разработки оригинальной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанной на принципах обеспечения радиационной безопасности, и ее апробации в практических работах.

2. Обосновал выбор дистанционно управляемых механизмов (ДУМ) типа «BROKK» для работ в интенсивных полях ионизирующих излучений. Разработал научные рекомендации и технологии их применения при работах по ликвидации временных хранилищ РАО на территории НИЦ «Курчатовский институт». Предложил и практически реализовал технологии демонтажа монолитных высокопрочным бетонным раствором хранилищ с помощью указанных дистанционно-управляемых механизмов.

3. Предложил технологии извлечения, сортировки, фрагментации и упаковки пеналов с высокоактивными отходами.

4. Организовал и участвовал в проведении радиационного обследования реактора МР, оборудования девяти петлевых установок (~500 единиц оборудования) и реактора РФТ с использованием методов дистанционной диагностики и ДУМ, оснащенных гамма-камерами различного типа.

5. Выбрал и обосновал технологии использования дистанционно-управляемых механизмов при демонтаже оборудования реакторов МР и РФТ в процессе вывода их из эксплуатации.

6. Создал экспериментальные стенды для сортировки отдельных частей оборудования по уровням удельной активности, измерении распределения активности по длине отдельных каналов.

7. Опробовал и практически применил технологии демонтажа загрязненных строительных конструкций с использованием ДУМ.

Достоверность и обоснованность результатов подтверждена:

1. Большим объемом практических радиационно-опасных работ, выполненных ограниченным составом работающих, дозовые нагрузки которых не превысили четверти дозовых пределов персонала категории А. Эти результаты подтверждены протоколами измерения доз внешнего облучения персонала, выполнявшего работы на протяжении пятнадцати лет, а также данными внутреннего облучения, полученными при ежегодном обследовании на установке СИЧ (отражены в соответствующих отчетах независимой организации).

2. Применением современных методов обработки и интерпретации данных, позитивным опытом их практического внедрения, сопоставлением полученных экспериментальных результатов с данными, полученными другими исследователями.

3. Публикацией результатов работ в научных рецензируемых журналах и их представлением на представительных российских и международных конференциях и совещаниях.

4. Представлением данных на совещаниях в МАГАТЭ и публикацией их в отчетах по результатам проектов и совещаний, прошедших экспертизу ведущими специалистами в мире в области вывода из эксплуатации исследовательских ядерных установок.

Новизна полученных результатов состоит в этом, что:

1. Предложенная оригинальная методология вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов обеспечила выполнение работ на основе соблюдения фундаментальных принципов радиационной и ядерной безопасности персонала, населения и окружающей среды.

2. Сформулированные требования к дистанционно-управляемым механизмам и их навесному оборудованию были реализованы в процессе работ по ликвидации временных хранилищ РАО на выделенной территории НИЦ «Курчатовский институт» и вывода из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ.

3. Впервые предложены методы совместного применения дистанционно-управляемых механизмов и средств дистанционной радиационной диагностики и практически применены при демонтаже оборудования исследовательских ядерных реакторов.

4. Предложенные методы проведения радиационного обследования исследовательских реакторов МР и РФТ с использованием дистанционно-управляемых механизмов были практически применены при подготовке к выводу их из эксплуатации и послужили основой для разработки проекта работ.

5. Впервые 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.

6. Выполнены 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.

7. Разработаны методы измерения глубины загрязнения радионуклидами строительных конструкций.

Практическая ценность научного исследования соискателя заключается в:

1. Создании методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов, основанной на принципах обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды.

2. Техническом решении проблемы обнаружения высокоактивных объектов.

3. Разработке рекомендаций по применению дистанционно управляемых механизмов для радиационного обследования конструкций и помещений исследовательских реакторов МР и РФТ, включая разработку обоснования их применения в проектах вывода из эксплуатации других ИЯР.

4. Верификации и апробации методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов в аспектах подтверждения эффективности предложенной методологии и оригинальных технологий на основе применения дистанционно управляемых механизмов.

5. Применении методов оптимизации доз облучения персонала, сокращении численности персонала, участвующего в работах, связанных с высокими дозовыми нагрузками за счет эффективного использования разработанных методов дистанционного контроля радиационной обстановки.

6. Совместном применении дистанционно управляемых механизмов и средств дистанционной диагностики для минимизации радиационного риска за счет снижения коллективной годовой дозы облучения персонала.

7. Особенная ценность работы заключается в том, что применение данной методологии позволило выполнить вывод из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ в условиях плотной застройки в Москве с соблюдением всех норм по радиационному воздействию на население близлежащих городских районов и окружающую среду.

Основные положения диссертации подробно представлены в более чем 80 печатных работах (38 статей в ведущих зарубежных и отечественных журналах из них 25 статей в журналах из списка ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, 48 докладов в материалах международных и российских конференций). Результаты диссертационного исследования вошли составной частью в монографию и два тематических сборника. Среди опубликованных материалов имеет смысл выделить следующие опубликованные в последние годы статьи:

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

2. В.Г. Волков, О.П. Иванов, В.И. Колядин, С.Г. Семенов и др., Применение дистанционно управляемых механизмов с целью снижения радиационного воздействия на персонал. –Атомная энергия, 2012, т.113, вып.5, с. 285-289.

3. В.Г. Волков, Ю.А. А.В. Герасов, Л.А. Гончаров, С.Г. Семенов, и др., «Оптимизация системы радиационной защиты персонала при проведении работ по выводу из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ в НИЦ «Курчатовский институт». –АНРИ, 2013, 1 (72), стр. 48-52.

4. В.Г. Волков, Ю.А. Зверков, О.П. Иванов, С.Г. Семенов и др., 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.

5. В.Г. Волков, Ю.А. Зверков, О.П. Иванов, С.Г. Семенов и др., Методы обращения с высокоактивными отходами при выводе из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ. –Атомная энергия, 2013, т.115, вып.5, стр. 271-275.

6. А.А. Дроздов, В.П. Евстигнеев, С.Г. Семенов и др., Методы и практика подготовки ОЯТ исследовательских реакторов НИЦ «Курчатовский институт» к отправке на переработку. –Вопросы атомной науки и техники, серия

Материаловедение и новые материалы, 2014, выпуск 3(78), стр. 52-62.

7. О.П. Иванов, В.И. Колядин, А.В. Лемус, С.Г. Семенов и др., Демонтаж оборудования реактора МР. –Атомная энергия, 2015, т.119, вып.1, стр. 50-55.

8. Л.А. Крамаренко, С.Г. Семенов, А.В. Чесноков, 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.

9. А.Г. Волкович, О.П. Иванов, А.В. Лемус, С.Г. Семенов и др., Особенности демонтажа внутри корпусных конструкций реактора РФТ. – Атомная энергия, 2016, т. 121, вып.5, с. 294-298.

10. С.Г. Семенов, А.В. Чесноков, Проблемы обращения с радиоактивным графитом при выводе из эксплуатации ядерных реакторов, – Атомная энергия, т.124, вып.5, 2018, стр. 286-291.

11. А.С. Данилович, В.И. Павленко, В.Н. Потапов, С.Г. Семенов, и др., Технологии обращения с РАО при выводе из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ, –Радиоактивные отходы №2 (3), 2018, стр.63-72.

12. В.П. Евстигнеев, Р.Х. Газин, С.Г. Семенов, и др., Обращение с ОЯТ исследовательских реакторов в НИЦ «Курчатовский институт». –Атомная энергия, т. 126, вып.2, 2019, стр. 92-98.

Представленная Семеновым С.Г. диссертация посвящена разработке и научному обоснованию методологии, поиску оптимальных методов и технологических средств вывода из эксплуатации исследовательских реакторов и соответствует п.4 и п.5 паспорта специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» и отрасли науки «технические науки». Полученные в диссертационной работе результаты являются научно обоснованными и представляющими большую практическую ценность для работ на других ядерно- и радиационно-опасных объектах. Их применение позволит существенно снизить дозовые нагрузки на персонал при выводе из эксплуатации исследовательских и энергетических ядерных реакторов и увеличит энерговооруженность и эффективность труда персонала при работах в радиационно-опасных условиях.

Диссертация Семенова С.Г. «Разработка научно обоснованной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее практическая реализация» полностью удовлетворяет критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, и рекомендуется к защите

по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Заключение принято на совместном заседании Отдела новых средств и методов диагностики Управления «Реабилитация» Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения и НТС Курчатовского комплекса реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт».

Присутствовало на заседании 32 человека (17 человек из 21 члена совета).

Результаты голосования: «за» — 32 чел., «против» — 0 чел., воздержалось — 0 чел., протокол № 3 от «19» июля 2019 г.

Заместитель директора по научной работе,
и.о. руководителя Курчатовского комплекса
реабилитации и нераспространения,
кандидат физико-математических наук



Королев Андрей
Викторович

Ученый секретарь НТС
Курчатовского комплекса
реабилитации и нераспространения,
доктор технических наук



Чесноков Александр
Владимирович

Начальник отдела
новых средств и методов диагностики
Управления «Реабилитация»
Курчатовского комплекса
реабилитации и нераспространения,
доктор физико-математических наук



Иванов Олег Петрович

Главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»,
доктор физико-математических наук



Форш Павел Анатольевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»), 123182, Россия, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1
Телефон: +7 (499) 196-9539, e-mail: nrcki@nrcki.ru, сайт www.nrcki.ru