

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора К.Н. Проскурякова на диссертационную работу Семенова Сергея Геннадьевича «Разработка научно обоснованной методологии вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и ее практическое применение», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 - ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Актуальность диссертационной работы. Диссертация Семенова Сергея Геннадьевича посвящена проблеме создания и внедрения организационно-технической системы вывода из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов (ИЯР), в первую очередь ядерных реакторов НИЦ «Курчатовский институт». Актуальность тематики диссертации не вызывает сомнения, поскольку она непосредственно связана с проблематикой обеспечения безопасности функционирования объектов использования атомной энергии на заключительном этапе их жизненного цикла – вывод из эксплуатации и ликвидация опасностей от их предыдущего периода функционирования.

Актуальность работы подтверждается тем, что результаты, представленные в диссертации, были получены при выполнении ряда государственных и федеральных научно-технических программ, а также контрактов с Росатомом. Практическая значимость результатов диссертации заключается в их направленности на реализацию программы развития атомной энергетики на новой технологической платформе, принятой в нашей стране на первую половину текущего столетия.

Диссертационная работа Семенова Сергея Геннадьевича, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка цитируемых литературных источников.

Основной материал диссертации изложен на 289 страницах машинописного текста, включающего 100 рисунков и 31 таблицу.

Во введении автор обосновывает актуальность тематики диссертации, им сформулированы цель работы и решаемые в процессе достижения этой цели задачи, указана научная новизна и практическая значимость результатов, обосновывается их достоверность, а также приведен перечень основных положений, выносимых на защиту. Указано, что основные идеи, положения, методические приемы, а также обобщенные результаты исследований опубликованы более чем в 30 отечественных и зарубежных периодических научных изданиях.

В первой главе диссертант излагает и обосновывает проблемы и научные задачи, которые необходимо решить для повышения качества вывода из эксплуатации ИЯУ. Наряду с совершенствованием технологий, обновлением основных средств ликвидации ИЯР, развитием нормативной базы и методов контроля качества технологий вывода из эксплуатации ядерных энергетических установок (ЯЭУ), совершенствование методологии производственного цикла вывода из эксплуатации ИЯР является важным неиспользованным резервом. В частности, автор отмечает, что для технологий вывода из эксплуатации ИЯР на предприятиях атомной отрасли до сих пор не создана типовая модель управления качеством производственных процессов на этапе вывода ЯЭУ из эксплуатации. Потребность в такой методологии продиктована необходимостью повышения экологической приемлемости и социальной безопасности населения и окружающей среды при выводе из эксплуатации ЯЭУ, в том числе и исследовательский ядерных реакторов и критических стенов. Последнее крайне важно, учитывая перспективу скорого истощения ИЯУ и критическими стенодами своего предельного ресурса.

На основе детального изучения отечественного и мирового опыта, рекомендаций МАГАТЭ, основных положений теории управления качеством и

результатов научных исследований автором сформулированы основные принципы построения методологии вывода из эксплуатации ИЯР на примере реакторов НИЦ «Курчатовский институт». Отмечается, что методология должна быть открытой, обладать модульной структурой и иметь программно-аппаратную и инструментальную среду. Она должна содержать постоянно обновляющуюся нормативную базу по применению измерительной и технологической техники, а также информационную базу с данными контроля функциональных параметров оборудования, используемых методик и технических средств. В этой главе сформулирован основной тезис диссертационного исследования Семенова С.Г. - вывод из эксплуатации исследовательских реакторов любого типа и мощности в необходимой мере обеспечен отработанными и коммерчески доступными технологическими средствами, специализированным оборудованием и инструментом. Однако соискатель акцентирует тот факт, что в большинстве практических работ по выводу из эксплуатации ИЯР требуется незначительная адаптации или доработка имеющихся средств с учетом конкретных требований и условий их применения. На этом основании для текущего момента развития ЯЭУ является своевременным и необходимым созданием общей типовой методологии для всего процесса вывода из эксплуатации ИЯР.

Во второй главе соискателем предложены методы решения проблем обследования радиационного и технического состояния ИЯР на этапе их вывода из эксплуатации, в частности, обоснованы преимущества методов дистанционной диагностики. Убедительно показано, что такие результаты обследования гарантий безопасности ИЯУ могут быть положены в основу проекта вывода их из эксплуатации, в первую очередь это касается исследовательских реакторов МР и РФТ на территории НИЦ «Курчатовский институт». Соискатель достаточно детально обосновывает необходимость составляющих процессов диагностического обследования в составе общей методологии вывода из эксплуатации ИЯР. Им предложена и обоснована классификация технологических

операций и процессов, от которых зависит качество технологий вывода из эксплуатации ИЯР. Здесь четко сформулирован общий набор требований к показателям и критериям качества технологических процессов, оборудованию и приборам для проведения практических работ, обосновано влияние этих показателей на качество проектов вывода из эксплуатации ЯЭУ. Это, по мнению диссертанта, позволит наиболее эффективно использовать имеющиеся материальные и кадровые ресурсы предприятий эксплуатирующих ЯЭУ для повышения качества конечного этапа их жизненного цикла.

Следует отметить, как положительный момент, что в этой главе предлагается индикативный подход для анализа, классификации и выделения ключевых технологических процессов для вывода из эксплуатации ИЯР.

Значительный объем этой главы посвящен организации процессов информационной поддержке на платформе организационно-технической системы вывода из эксплуатации ИЯР. Приведены примеры применения методов дистанционного радиационного обследования всей совокупности технологических помещений и оборудования реакторного комплекса МР и РФТ. Материал этой главы обобщен в последнем разделе, и логично использован в следующем разделе, где приведена предложенная диссертантом оригинальная концепция и модель методологии вывода из эксплуатации ИЯР. Концепция реализована при выводе из эксплуатации двух исследовательских ядерных реакторов НИЦ «Курчатовский институт», что, в конечном итоге, повысило эффективность процессов ликвидации ядерного наследия прошлого века. Основными принципами предложенной концепции является открытость общей методологии вывода из эксплуатации ЯЭУ и ее постоянное усовершенствование за счет уменьшения технологических ошибок при организации производственных процессов и контрольных, тестовых и верификационных испытаний. В связи с этим **в третьей главе** диссертации рассматриваются методы проведения радиационно-опасных работ, методы обращения с ОЯТ, критерии выбора

технологий и инструментальных средств для проведения демонтажных работ, оборудование для снижения объемной активности аэрозолей, выполнена разработка и верификация информационной модели для типовой методологии вывода из эксплуатации ИЯР. Автор рассматривает основные задачи вывода из эксплуатации, как совокупность необходимых действий в форме диаграммы Исикавы. Для их решения предлагается использовать имитационные модели организационно-технической системы вывода из эксплуатации ИЯР. Диссертант анализирует типы таких моделей (статические и динамические; детерминистские и стохастические; дискретные и непрерывные; натурные, аналоговые и др.) и применимость их для оптимизации пооперационных алгоритмов решения проблемы создания и внедрения организационно-технической системы вывода из эксплуатации ИЯР. Следует отметить, что такого рода многофакторные задачи оптимизации, особенно те, в которых рассматривается последовательность взаимосвязанных производственных процессов, достаточно сложны для непосредственного аналитического решения. Поэтому в инженерной практике чаще применяются методы экспертных оценок с известными преимуществами и недостатками.

Для моделирования процессов вывода из эксплуатации ИЯР предлагается использовать несколько видов имитационных моделей. Определен порядок действий при разработке рабочих моделей комплексных процессов вывода из эксплуатации ИЯР, а также критерии оптимизации качества этих процессов. Автор особо подчеркивает, что предложенный комплекс средств для улучшения типовой методологии создания и внедрения организационно-технической системы вывода из ИЯР, следует рассматривать как открытую развивающуюся систему, и она может подвергаться переоценке по мере накопления информации.

Четвертая глава диссертации посвящена рассмотрению примеров практического применения технических решений при выполнении всего комплекса работ по выводу из эксплуатации реакторов. Рассмотрены примеры

применения решений как на стадии первоочередных мероприятий по удалению ОЯТ и РАО, накопленных в период эксплуатации реакторного комплекса НИЦ «Курчатовский институт», так и при демонтаже оборудования, конструкций демонтируемых реакторов и обращении с образующимися при этом отходами. Здесь также рассмотрены вопросы формирования исходных данных и количественных показателей индикаторов важные для оценки качества этих решений. Последние объединяют преимущества существующих явных и неявных моделей, основанных на использовании функционального и структурного подхода в моделировании процессов и процедур, технологий предлагаемой методологии. Диссертант обосновывает, целесообразность использования методов статистической теории принятия решений для оценки качества предложенных технических решений. Большое значение для минимизации затрат на вывод из эксплуатации имеет оптимизация частоты диагностических проверок радиационной опасности демонтируемого оборудования ИЯР. Только в этом случае весь комплекс процессов общей методологии вывода из эксплуатации ЯЭУ является технически реализуемым, экономически целесообразным и социально приемлемым. Следует сказать, что разработанная информационная модель методологии вывода из эксплуатации ИЯР и средства ее реализации относится к классу достаточно сложных динамических моделей, и ее разработку несомненно можно отнести к достижениям диссертанта.

Последняя пятая глава диссертации посвящена организации применения и демонстрации основных результатов реализации разработанных методов и технологических решений в рамках общей методологии вывода из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ. При этом соискатель делает акцент на фактическое состояние радиационной безопасности радиационно-опасного объекта. В общем случае это состояние характеризуется значениями индивидуальной и коллективной дозы облучения персонала, поэтому эти значения рассмотрены в разные периоды: данные по результатам облучения

персонала до начала демонтажных работ и в период проведения этих работ. По сути дела, здесь речь идет о способах формирования и представления одной из компонент информационной базы предлагаемой методологии — анализу эффективности мероприятий по радиационной защите персонала и результатов мероприятий, направленных на минимизацию облучения персонала и воздействия на население от различных видов работ по демонтажу и утилизации конструктивных компонентов ИЯР. Для этого диссертантом исследована взаимосвязь вопросов верификации расчетных оценок радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду. Отмечается, что для персонала, выполняющего радиационно-опасные работы, эти операции связаны с риском возникновения вредных для здоровья радиационных последствий. Общее понятие риска при его математической формализации должно включать два четко различимых компонента: частоту нежелательного события и последствия.

Предложена также логически ясная модель схемы обработки документов о радиационном воздействии процессов вывода из эксплуатации ИЯР на персонал, население, окружающую среду, позволяющая оперативно реагировать на изменения, вносимые в документы при изменении производственных процессов. Разработан алгоритм принятия решений по результатам обработки отчетных документов о радиационном воздействии процессов вывода из эксплуатации ИЯР на персонал, на основе концепции нелинейной схемы компромиссов.

В качестве недостатков по тексту диссертации и автореферата С.Г. Семенова можно отметить следующее:

1. В диссертации предложен ряд моделей тех или иных процессов вывода из эксплуатации ИЯР. В ряде случаев соискатель не указывает основные положения моделей, допущения, использованные при их разработке, основные и вспомогательные параметры модели, их диапазон изменения. В частности, в модели по определению оптимальной частоты радиационного обследования оборудования ИЯР, параметр — частота отказов измерительной техники, вообще

говоря, известен с некоторой погрешностью. Вопрос — как влияет погрешность определения параметров на конечный результат моделирования радиоактивного загрязнения оборудования, к сожалению, в диссертации не обсуждается. Кроме того, сами термины радиационное обследование и диагностика, по моему мнению, используются в тексте диссертации неоправданно часто.

2. Текст диссертации в ряде случаев перегружен излишними малозначительными деталями, не влияющими на существо излагаемых вопросов, например, общеизвестные сведения из теории ЯЭУ и практики эксплуатации ядерных реакторов.

3. В диссертации и автореферате имеются досадные огрехи оформления.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от представленной работы.

Оценивая работу в целом следует отметить:

научная новизна диссертации, с моей точки зрения, состоит развитии нового для ИЯР научного направления — создание и управление качеством комплексной организационно-технической системы вывода из эксплуатации исследовательской ядерной техники;

полученные диссертантом результаты имеют несомненную **практическую ценность** для атомной науки и промышленности, а также других высокотехнологичных отраслей хозяйства, например, радиационной медицины;

достоверность результатов диссертации Семенова С.Г. не вызывает сомнений, поскольку, подтверждается их внедрением при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов НИЦ «Курчатовский институт», уже обеспечившим ощутимый социально-экономический эффект и существенное снижение рисков аварийных радиоактивных загрязнений окружающей среды.

Автореферат в полной мере соответствует основным идеям, положениям, содержанию и выводам диссертации, а результаты диссертации достаточно полно представлены в научных публикациях автора.

На основании изложенных данных считаю, что представленная работа С.Г. Семенова является законченным научным трудом, выполнена на хорошем научном уровне, по своему содержанию и форме отвечает всем критериям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (редакция от 30.07.2014 г.), ее автор, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.03 - Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации за новое существенное развитие комплексной организационно-технической системы вывода из эксплуатации ЯЭУ.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор
кафедры атомных электрических станций
Национального исследовательского
университета «МЭИ»

К.Н. Проскураков

Подпись К.Н. Проскуракова заверена

адрес, телефон, e-mail организации,



ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.У. Голубая