

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Ташлыкова Олега Леонидовича
«Разработка радиационно-защитных композитных материалов, теории
и методов маршрутной оптимизации дозовых нагрузок в системе
с радиоактивными объектами**

**(применительно к разным этапам жизненного цикла АЭС)»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл,
радиационная безопасность**

Актуальность избранной темы.

Диссертационная работа связана с перспективным направлением развития атомной энергетики и расширением использования радиационных технологий в различных областях деятельности человека – через обеспечение приемлемости ядерной энергетики, как основного низкоуглеродного энергоисточника, обладающего гарантированной безопасностью, экономической устойчивостью и конкурентоспособностью, отсутствием ограничений по сырьевой базе, экологической устойчивостью (малоотходностью). В связи с необходимостью реализации одного из основных принципов радиационной безопасности – принципа оптимизации радиационной защиты персонала возникает потребность во всестороннем анализе дозовых затрат персонала на всех этапах жизненного цикла АЭС, включая проектирование и, особенно, при модернизации в рамках продления срока эксплуатации, ремонте и выводе из эксплуатации, с целью выявления влияния на облучаемость различных факторов, закладываемых на начальных этапах. Реализация принципа оптимизации индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц должна осуществляться по всем возможным направлениям, включая оптимизацию состава композитных радиационно-защитных материалов и поиск оптимальных маршрутов перемещений в неоднородных радиационных полях. Поэтому тему исследования, посвященного разработке новых материалов и комплекса технических и логистических мероприятий для снижения радиационной нагрузки на персонал АЭС, окружающую среду и население на всех этапах жизненного цикла АЭС, несомненно, считаю актуальной.

Содержание работы.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 258

наименований и двух приложений, содержащих копии 5 актов внедрений и промышленных испытаний, 3 патентов на изобретения и 4 патентов на полезные модели. Общий объем диссертации 342 страницы. Работа содержит 173 рисунка и 74 таблицы.

Введение к диссертации включает в себя актуальность избранной темы и степень ее разработанности, цель и задачи исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности полученных результатов, личный вклад автора, реализацию и апробацию результатов работы, информацию о публикациях автора по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертационного исследования.

В первой главе “Анализ дозовых затрат на этапах жизненного цикла энергоблоков АЭС с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем” приведены результаты исследования дозовых затрат персонала на отдельных этапах жизненного цикла АЭС с реакторными установками на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем и их вклад в общую коллективную дозу. Представлены общие сведения об этапах жизненного цикла энергоблока АЭС: проектировании, строительстве, эксплуатации, продлении срока эксплуатации и выводе из эксплуатации, а также информация об особенностях дозовых затрат и коллективных дозах облучения применительно к АЭС с реакторными установками БН-350, БН-600, БН-800 и проекту энергоблока РУ БН-1200.

Во второй главе “Дозовая стоимость электроэнергии, производимой атомными станциями” представлены результаты оценки дозовой стоимости электроэнергии, вырабатываемой на АЭС с реакторами различных типов, в том числе и реакторов БН различной мощности. Проанализировано влияние на этот показатель типа реакторной установки, ее компоновки, мощности энергоблока, количества контуров и других параметров. Результаты данного исследования важны при выборе типа РУ для перспективной атомной энергетики с учетом принципов обоснования и оптимизации защиты.

В третьей главе “Обзор исследований радиационно-защитных свойств некоторых композитных материалов” представлен обзор результатов расчетно-экспериментальных исследований и результатов численного моделирования радиационно-защитных свойств ряда природных минералов Республики Египет и некоторых композитных радиационно-защитных материалов и радиационно-защитных стекол, выполненных автором диссертации со своим аспирантом Каремом Махмудом в сотрудничестве с зарубежными учеными университетов Египта, Иордании, Саудовской Аравии,

Турции и др. Расчетно-экспериментальные исследования проводились с использованием гамма источников и программы XCOM, а численное моделирование - с использованием программы MCNP-5 и продемонстрировали хорошую сходимость результатов.

В четвертой главе “Расчетно-экспериментальное исследование полимерных композитных радиационно-защитных материалов” представлены результаты расчетно-экспериментальных исследований полимерного композитного радиационно-защитного материала (РЗМ) типа Абрис (производства ООО «ЗГМ»), выбранного в качестве базовой композиции для диссертационной работы. Описаны исследования сплошности образцов РЗМ с помощью радиографии, результаты моделирования экранирующих свойств РЗМ с различными наполнителями с концентрацией 20-90% по отношению к гамма-излучению характерного изотопного состава радиоактивных загрязнений реакторных установок различных типов, наработка характерных изотопов в исследовательском реакторе ИВВ-2М, экспериментальные исследования изготовленных образцов РЗМ, спектрометрические исследования образцов РЗМ, облученных в реакторе и пилотные испытания РЗМ по отношению к смешанному гамма- и нейтронному излучению, что позволяет отработать методологию проведения экспериментальных исследований по оценке ослабляющих свойств разрабатываемых материалов для защиты от нейтронного излучения.

Пятая глава “Разработка теории и методов маршрутной оптимизация работ в неоднородных радиационных полях” посвящена разработке теории маршрутной оптимизация работ в неоднородных радиационных полях, алгоритмов и программ определения оптимальных маршрутов перемещения в радиационно-опасных зонах и оптимальной последовательности работ по демонтажу элементов радиоактивных систем. Приведен обзор хронологии развития методов решения маршрутных задач, начиная от классической задачи коммивояжера (ЗК), выбранной в качестве базовой, к задаче курьера (ЗК с условиями предшествования) и обобщенной задаче курьера. В исследованиях сначала доминировал метод динамического программирования с предварительной редукцией ограничений, затем были построены варианты метода итераций, использующие перестраиваемые модели ЗК и задачи курьера и реализующие систему улучшающихся двусторонних оценок глобального экстремума. Ограничения в виде «условий предшествования», характерные для прикладных инженерных задач в атомной энергетике, требующие выполнять некоторые задания после других, и затрудняющие применение стандартных методов дискретной оптимизации (например, метода ветвей и границ), были использованы для сокращения перебора при вычислительной реализации точных методов решения.

Разработанный алгоритм решения «задачи дозиметриста», предполагающей посещение заданных точек помещения для проведения измерений, позволяет находить оптимальный маршрут перемещения с учетом обхода препятствий, что приводит к значительному сокращению дозы облучения при перемещении по найденному оптимальному маршруту по сравнению с регламентным маршрутом.

Шестая глава “Инженерные решения по снижению радиационных нагрузок для разных типов АЭС” посвящена реализованным в ходе диссертационного исследования научно-техническим решениям прикладных задач атомной энергетики, обеспечивающим снижение облучаемости персонала на отдельных этапах жизненного цикла АЭС: оптимизации сетевых графиков замены парогенераторов АЭС с ВВЭР-1000 с использованием аппарата нелинейного математического программирования, моделированию и разработке устройств для заморозки натрия и быстросъемной комбинированной тепловой и радиационной защиты, мобильной сборной биологической защите, дополнительному экранированию для повышения емкости контейнеров по сорбированной активности ^{137}Cs и ^{60}Co , 3D-моделированию радиационно-опасных помещений.

В заключении к диссертации сформулированы выводы по работе, основные результаты исследования и перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Научная новизна диссертации Ташлыкова О.Л. заключается в исследовании дозовых затрат на этапах жизненного цикла РУ БН-600, БН-800, разработке научно-технических решений по оптимизации и минимизации дозовых затрат персонала при ремонте, эксплуатации и выводе из эксплуатации, исследовании влияния этапа проектирования на дополнительные дозовые затраты при эксплуатации для учета результатов исследования в проектах перспективных энергоблоков типа БН-1200, разработке теории и методов (точных и приближенных) решения маршрутных задач с усложненным критерием, включающим внутренние работы маршрутной оптимизации работ в неоднородных радиационных полях, разработке новых композитных радиационно-защитных материалов и оптимизации их состава, комплекса научно-технических и логистических мероприятий для снижения радиационной нагрузки на персонал, окружающую среду и население на этапах жизненного цикла АЭС.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в использовании результатов исследования дозовых затрат персонала на этапах жизненного цикла АЭС с РБН в проекте перспективной РУ БН-1200 для минимизации коллективной дозы, разработке методологии оптимизации состава композитных РЗМ и ее использовании при организации производства новой линейки РЗМ Абрис. Материалы диссертационного исследования

использованы при разработке дополнительной защиты контейнеров для увеличения их емкости по суммарной активности сорбента при переработке ЖРО на РУ БН-350. Получены новые теоретические результаты по точным и приближенным методам решения маршрутных задач с усложненным критерием, включающим внутренние работы, разработан алгоритм решения «задачи дозиметриста». Разработаны конструкции комбинированной тепловой и радиационной защиты трубопроводов с высокотемпературными радиоактивными средами; устройства заморозки натрия, снижающие трудо- и дозовые затраты. Разработана и реализована методология подготовки специалистов для атомной энергетики с использованием виртуальных методов, сокращающая время выполнения работ в радиационных полях. Ряд материалов диссертационного исследования вошел в учебники и учебные пособия и используются для подготовки и профессиональной переподготовки специалистов для атомной энергетики.

Апробация результатов работы и публикации

Основные результаты диссертации были обсуждены и одобрены на 41-й международной и 24-х всероссийских научно-технических конференциях.

Материалы диссертации достаточно полно изложены в публикациях. По теме диссертации опубликовано 292 научных работ, из них 66 работ в журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 45 работ в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных (Scopus, Web of Science), 2 монографии, а также 226 статей и тезисов докладов и выступлений, получено 7 патентов Российской Федерации на изобретения и полезные модели.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, вопросы к соискателю по диссертации:

1. Выполненные автором исследования оценки дозовой стоимости выработанной электроэнергии АЭС для различных по типу и компоновке РУ, различных мощностей энергоблоков, различного количества контуров представлены в виде таблиц и графиков, однако при обсуждении результатов не все выявленные тенденции были сформулированы в тексте 2 главы или в выводах ко 2 главе, в частности не прокомментирована параболическая аппроксимация на рисунке 2.26, а также причина, по которой ряд полученных результатов не рассматривался в составе зависимостей, пусть и качественного характера.
2. В чем заключается влияние этапа проектирования на дополнительные дозовые затраты при эксплуатации? В исследовании этот вопрос рассматривается применительно к РУ БН-1200. Возможно ли, для

- уточнения оценок, получить информацию по влиянию этапа проектирования, исходя из опыта, полученного для РУ БН-350 и БН-600?
3. Есть ли ограничения в размещении дополнительной защиты в НЗК по массе РАО?
 4. В заключении к диссертационной работе, в п.12 указано, что проведено пилотное внедрение результатов исследований на Шевченковской АЭС. Чем подтверждается этот пункт заключения?

Имеется ряд недочетов в оформлении, например, в автореферате и введении к диссертации указано 175 рисунков, вместо фактически приведенных по тексту работы 173 рисунков. Присутствует необъясненное использование обозначения реакторных установок “BN-350”, “BN-600”, “BN-1200” в начале раздела 2.3.5. и в таблице 2.13 на стр. 86 диссертации. Автор также использует две системы пояснения и расшифровки аббревиатур и сокращений одну в виде сносок по тексту и вторую – в виде перечня сокращений и условных обозначений в конце работы. Хотелось бы понять принцип использования этих “инструментов” для конкретной аббревиатуры, в частности, для расшифровки аббревиатуры GIF-IV, впервые используемой на стр.37 и поясненной с использованием сносок. Также по тексту диссертации имеются опечатки, например, на стр.105, 110, 217, 247,248.

Несмотря на указанные недостатки, в целом диссертация производит хорошее впечатление. Текст диссертации написан ясным, понятным языком, с использованием общепринятых терминов. Материалы диссертационного исследования выстроены логически и подчинены общей цели диссертационного исследования. Особенно хочется отметить большое количество и высокое качество иллюстративного материала. Сделанные замечания не снижают ценность и не ставят под сомнение достоверность итогов проведенного исследования.

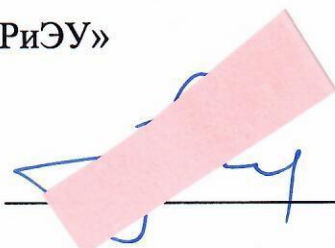
Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Ташлыкова Олега Леонидовича «Разработка радиационно-защитных композитных материалов, теории и методов маршрутной оптимизации дозовых нагрузок в системе с радиоактивными объектами (применительно к разным этапам жизненного цикла АС)» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой решена, имеющая важное хозяйственное значение научная проблема, заключающаяся в разработке новых материалов и комплекса технических и логистических мероприятий для снижения радиационной нагрузки на персонал АЭС, окружающую среду и население на всех этапах

жизненного цикла АЭС. Внедрение указанных результатов, технических и логистических мероприятий вносит значительный вклад в развитие одной из основ экономического роста России – атомной энергетики, обеспечивая ее безопасность. Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Ташлыков Олег Леонидович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Официальный оппонент:

д. т. н, профессор, заведующий кафедрой «ЯРиЭУ»
ИЯЭиТФ им. академика Ф.М. Митенкова
НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

 Андреев В. В.

Андреев Вячеслав Викторович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» образовательно-научного института ядерной энергетики и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Адрес:

603950, г. Н. Новгород, ул. Минина, 24
тел. +7 (831) 436 63 07,
e-mail: nntu@nntu.ru

Подпись Андреева Вячеслава Викторовича
удостоверяю

Ученый секретарь
ученого совета Университета
к.т.н., доцент





И.Н. Мерзляков