

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Долганова Кирилла Сергеевича  
«МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС С  
ВВЭР ДЛЯ РЕАЛИСТИЧЕСКОГО РАСЧЁТНОГО ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ТЯЖЁЛЫХ АВАРИЯХ», представленной на соискание ученой степени доктора  
технических наук по специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки,  
топливный цикл, радиационная безопасность»

Согласно действующим в России нормативным требованиям необходимо выполнение обоснования безопасности АЭС при запроектных авариях (включая тяжёлые аварии), включая реалистический (неконсервативный) расчётный анализ с использованием аттестованных расчетных программ. Согласно требованиям МАГАТЭ реалистический анализ подразумевает наилучшую оценку результата, а согласно требованиям Российских нормативных документов – соответствовать текущему уровню науки и техники. Согласно требованиям Российских нормативных документов (НП-001-15) на основе результатов запроектных (включая тяжелые аварии) разрабатываются меры по управлению авариями и определяются радиационные последствия.

Диссертационная работа Долганова К.С. направлена на создание методической основы для обеспечения реалистического моделирования тяжёлых аварий на АЭС с ВВЭР. То есть, тема исследования является актуальной.

Цель диссертационной работы К.С. Долганова заключается в разработке общего методического подхода, который позволяет создавать и использовать на практике физико-математические модели энергоблоков в рамках реалистического подхода к расчётному обоснованию безопасности АЭС с ВВЭР при тяжёлых авариях. Для достижения данной цели автором в рамках диссертационной работы решаются задачи анализа и поиска способов решения методических проблем, возникающих на всех этапах расчётного анализа тяжёлых аварий на АЭС с РУ ВВЭР, включая вопросы квалификации исходных данных, построения расчетных моделей, проведения расчетных анализов и интерпретации результатов. В автореферате представлены результаты апробации методического подхода в виде разработанных на его основе физико-математических моделей энергоблоков АЭС с ВВЭР и практических задач, решённых с их помощью. Из материалов автореферата следует, что поставленные задачи и основная цель исследования автором выполнены.

В диссертационном исследовании автором получены результаты, имеющие важное практическое значение, в том числе, для работ в зоне ответственности АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» в части обоснования безопасности, обоснования мер по управлению

авариями и вероятностному анализу безопасности уровня 2 для российских и зарубежных АЭС с ВВЭР.

Результаты работы, представленные в автореферате, можно охарактеризовать как успешно апробированные и обоснованные. Результаты неоднократно публиковались в ведущих научных журналах, использовались в международных бенчмарках, были рассмотрены ведущими специалистами отрасли в рамках аттестации кода СОКРАТ (версии В1, В3, В1/В2) и экспертизы результатов расчётов в поддержку АЭС с РУ ВВЭР для Российских и зарубежных АЭС. Полученные положительные результаты экспертизы, например, при продлении срока эксплуатации Балаковской АЭС (блок №4) подтверждают достоверность работы. Многолетний положительный опыт сотрудничества АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» и группы специалистов ИБРАЭ РАН во главе с Долгановым К.С, также подтверждает высокий уровень результатов работ, их практическую ценность и значимость для решения отраслевых задач.

Автореферат изложен научным языком и даёт представление о содержании диссертации в целом. Однако к автореферату имеются следующие замечания:

- одной из ключевых задач при обосновании поведения РУ при тяжелых авариях является обеспечение целостности трубопроводов и оборудования РУ с точки зрения термомеханической целостности, а также прогнозирование условий их разрушения. Согласно результатам исследований автора - решение данной задачи проводится на уровне внедрения математических уравнений без реальной оценки нагружения оборудования и элементов, соответствующие вопросы возникают при экспертизе АЭС с РУ ВВЭР у Заказчиков и надзорных органов;

- с учетом опыта аварии на АЭС «Фукусима», а также результатов ВАБ одними из наиболее критических сценариев тяжелых аварий являются режимы в бассейне выдержки и при останове реактора (в т.ч. при разуплотнении реактора). В диссертационной работе, равно как и для программы СОКРАТ явлениям, характерным для соответствующих задач (например, низкие скорости движения теплоносителя, низкие мощности энерговыделения и т.д.) уделяется незначительное внимание, что отчасти может быть вызвано дефицитом верификационной/валидационной базы;

- для моделирования поведения расплава в НКР, в УЛР и при взаимодействии расплава и бетона используется осисимметричная модель, актуальная на момент ее разработки в 1990-2000-е годы, но требующая модернизации и переработки с учетом текущего уровня науки и техники, в т.ч. возможно с использованием моделей трехмерного моделирования.



Указанные замечания не снижают ценности и практической значимости результатов, полученных в диссертационной работе.

Судя по автореферату, представленная к защите диссертация К.С. Долганова выполнена на высоком научном уровне. В ней решён комплекс практически важных задач методического сопровождения детерминистических расчётов в обоснование безопасности АЭС с ВВЭР при тяжёлых авариях. Диссертация К.С. Долганова отвечает требованиям пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года, а сам соискатель Долганов Кирилл Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.4.9 - «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Начальник отдела анализов тяжелых аварий,  
расчетно-аналитического обоснования  
противоаварийных инструкций, анализов  
аварий при ТТО реактора и в БВ,  
АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»



Пантюшин Станислав Игоревич

Почтовый адрес: Московская область, г.Подольск, ул.Орджоникидзе, д.21

Электронная почта: pantyushin@grpress.podolsk.ru

Подпись Пантюшина Станислава Игоревича заверяю  
Начальник отдела кадров АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»



(подпись, печать)

/ Дунаева Ю.В./