

## 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»**

После серьезных аварий на АЭС Three Mile Island и Чернобыльской АЭС была значительно пересмотрена методология и подходы к анализу аварийных ситуаций и обоснованию безопасности не только на АЭС, но и на всех ядерно опасных объектах в мире. Но даже после этого не удалось избежать в 2011 году тяжелой аварии (далее - ТА) на АЭС Фукусима, что говорит о том, что исключение ТА на данном этапе научно-технического развития ещё полностью не достигнуто, но существует возможность сводить вероятность ТА к минимальным значениям путём расчётного моделирования и постоянного совершенствования методик обоснования безопасности, выстраиванием наиболее грамотного подхода к обеспечению АЭС системами безопасности и специальными техническими средствами по управлению запроектными авариями. Во время эксплуатации персонал АЭС ограничен в программных средствах и расчетных мощностях и не обладает возможностями фактически моделировать ход аварийной ситуации если она произойдет в действительности. И поэтому для указания правильных действий персонала в документации по управлению авариями необходим более детальный анализ ТА разработчиками проекта РУ и АС с использованием многокритериальных результатов, в том числе полученных различными научными организациями.

Целью данной работы является разработка общего методического подхода и физико-математических моделей (далее – ФММ), которые реализованы для применения на практике в интегральном коде СОКРАТ и обеспечивают использование прогнозного реалистичного подхода к обоснованию безопасности энергоблоков АЭС с ВВЭР при ТА, включая определение исходных данных для анализа водородной взрывобезопасности, радиационных последствий, оценки эффективности мер по управлению ТА и функционирования оборудования и систем при тяжелых авариях.

С практической точки зрения результаты подхода, рассмотренного в диссертационной работе могут быть использованы разработчиками проекта РУ и АЭС при проектировании систем безопасности и специальных технических средств для управления запроектными авариями новых АЭС, разработки 15 главы «Анализ аварий» отчета обоснования безопасности, РУЗА, поддержки ВАБ-2. Также разработанный методический подход позволяет создавать ФММ энергоблоков для выполнения детерминистических расчётов ТА в обоснование безопасности АЭС с ВВЭР и в рамках аварийного реагирования, а также систематизировать, сохранять и развивать накопленные знания в области ТА на ВВЭР.

Новизна исследования заключается в том, что впервые был разработан методический подход для реалистичного расчётного обоснования безопасности АЭС с ВВЭР, консолидирующий факторы различных областей знаний. Данный подход был использован для разработки ФММ, которая была реализована в виде интегрального программного кода СОКРАТ. Тем самым получен единый специализированный инструментарий для многокритериального анализа ТА на АЭС с ВВЭР.

Обоснованность и достоверность основных положений и выводов подтверждается применением в работе анализ современного уровня знаний при разработке методического



подхода, в том числе результатов ранее выполненных научных работ по теме исследования, успешно апробированных в задачах анализа безопасности АЭС, валидации интегрального кода СОКРАТ на широком спектре представительных экспериментальных данных, включая исследования отдельных явлений и эксперименты на интегральных стендах, аттестация версий СОКРАТ в ФБУ «НТЦ ЯРБ» Ростехнадзора, представление и обсуждение результатов в ведущих международных и российских научных рецензируемых журналах и на научно-технических конференциях.

К тексту автореферата имеются следующие замечания:

В представленной в диссертационной работе модели активной зоны и бассейна выдержки для блоков ВВЭР-1200 используются твэлы с диоксидом урана без выгорающих поглотителей, в анализе ТА учитывается температура плавления чистого диоксида урана и не учитывается наличие твэгов, содержащих выгорающий поглотитель гадолиний, который снижает температуру плавления ядерного топлива.

Это замечание не влияет на положительную оценку исследования К.С. Долганова и не затрагивают основные результаты, полученные в работе. Материалы автореферата свидетельствуют, что автором диссертации К.С. Долгановым решена важная задача по консолидации знаний в различных областях анализа безопасности АЭС с легководными реакторами, влияющих на развитие ТА, разработке методического подхода, ФММ и интегрального кода СОКРАТ. Диссертацию К.С. Долганова можно считать законченной научно-квалификационной работой, отвечающей критериям, сформулированным в пунктах 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, 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 физической лаборатории  
отдела ядерной безопасности и надёжности  
Ленинградской АЭС-2  
Филиала АО «Концерн Росэнергоатом»  
«Ленинградская атомная станция»

г. Сосновый Бор, Ленинградская область, 188540  
Электронная почта: legkih-ru@ln2.rosenergoatom.ru  
Рабочий телефон: +7(81369)56-176

Подпись Легких Романа Юрьевича заверяю

Начальник отдела кадров \_\_\_\_\_

(подпись, печать)



Р.Ю. Легких

19.06.2024

Г.П. Купцова