

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **РЫЖОВА Николая Игоревича**

«Разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей и неопределенностей и неопределенностей результатов моделирования аварий на АЭС для программ СОКРАТ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность»

В диссертационной работе Рыжова Николая Игоревича рассматриваются задачи, связанные с созданием универсальной методики оценки погрешностей и неопределенностей расчетов проектных (ПА) и запроектных аварий (ЗПА) с применением линейки ПрЭВМ СОКРАТ (СОКРАТ-В1/В2, СОКРАТ/В3, СОКРАТ-БН/В1, СОКРАТ-БН/В2). Актуальность темы диссертационной работы обусловлена требованиями, предъявляемыми п. 1.2.9 «Общих положений обеспечения безопасности атомных станций» НП-001-15 к анализам безопасности, которые «должны сопровождаться оценками погрешностей и неопределенностей получаемых результатов».

Результаты, полученные в диссертации, являются новыми, актуальными и имеющими практическую значимость. Если методики для анализов неопределенностей для теплогидравлических расчетов ПА достаточно хорошо проработаны, то до недавнего времени отсутствовали рекомендации по оценке «погрешностей и неопределенностей» теплогидравлических расчетов для ЗПА. С целью решения данной проблемы в 2019 году НТЦ ЯРБ инициировал разработку рекомендаций по оценке погрешностей и неопределенностей результатов расчетных анализов безопасности АЭС (РБ-166-20), где принял активное участие Рыжов Н.И. Параллельно МАГАТЭ запустило координационный проект CRP I31033 по схожей тематике в приложении к тяжелым авариям, где Рыжов Н.И. взял на себя функции по координации работы группы ВВЭР. Методические подходы к оценкам неопределенности и погрешности, основанные на синтезе идей стандарта ASME V&V 20 и статистических методов, предложенные Рыжовым Н.И., хорошо себя показали по результатам проведенных исследований и обсуждений. Применительно к анализу ЗПА методика вошла в качестве Приложения №4 в РБ-166-20. Так же положения методики успешно применены при валидации расчетных моделей в процессе аттестации СОКРАТ-В1/В2 и СОКРАТ/В3, что так же подтверждает практическую значимость результатов исследования. Отдельные положения методики учтены при выполнении анализов чувствительности для ТА в АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС».

Работа апробирована на международных конференциях и научных семинарах. По основным результатам, изложенным в диссертации, опубликовано 6 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в Scopus, Web of Science и Перечень журналов, рекомендуемых ВАК РФ.

В качестве основных замечаний к представленной работе можно отметить следующее:

- в части обоснования актуальности темы исследования автор ссылается на руководящий документ РД-03-24-2000, который на данный момент находится в статусе «не действующий». Требуется пояснение, почему отсутствует ссылка на актуальный документ;

- на стр. 3 автореферата автор указывает, что «в настоящее время довольно глубоко проработана методика оценки неопределенностей теплогидравлических расчетов в области ПА». При этом, одной из задач работы является «разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей на стадии моделирования ПА». Из автореферата не понятно, откуда появилась такая задача и в чем преимущества предлагаемой методики по сравнению с разработанными ранее;

- согласно рис. 3 в методике оценки погрешностей заложено допущение о том, что результаты расчета заведомо находятся дальше от «истинного» значения, чем эксперимент. Является ли данное допущение консервативным в контексте реалистического подхода, применяемого для ЗПА (ТА)?

- редакционные замечания: в таблице 1 приведены значения величины  $u_{input+D}$ , но в тексте отсутствует описание данного параметра; на рис. 7 неверно указана нумерация в подрисуночной надписи; отсутствует ссылка на РБ-166-20.

Указанные замечания не снижают значимости диссертационного исследования, а носят рекомендательный характер. Диссертация Рыжова Н.И. «Разработка методики оценки погрешностей и неопределенностей результатов моделирования аварий на АЭС для программ СОКРАТ» соответствует паспорту специальности 2.4.9 - «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность» и отвечает требованиям п. 9 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в редакции Постановления от 26.05.2020 № 751), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Считаю, что соискатель Рыжов Николай Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Я, Увакин Максим Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заместитель начальника отдела вероятностного анализа безопасности и программных средств, начальник группы, кандидат физико-математических наук

Увакин Максим Александрович

АО ОКБ "ГИДРОПРЕСС",  
142103, г. Подольск, ул. Орджоникидзе, д. 21  
Тел.: 8 (4967) 65-26-68  
e-mail: [Uvakin\\_MA@grpress.podolsk.ru](mailto:Uvakin_MA@grpress.podolsk.ru)  
<https://www.gidropress.podolsk.ru>



Подпись Увакина Максима Александровича удостоверяю  
Начальник отдела кадров АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»

**Список основных публикаций Увакина Максима Александровича по теме рассмотренной диссертации в рецензируемых научных изданиях за 2020-2024 г (SCOPUS, РИНЦ)**

1	M.A. Uvakin, A.L. Nikolaev, I.V. Makhin, E.V. Sotсков, Safety assessment calculation procedure for operating VVER unit in maneuvering regimes experiment // KERNTECHNIK, DOI 10.3139/124.200008 KERNTECHNIK 85 (2020) 4; page 274 – 281 <sup>a</sup> Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG ISSN 0932-3902.
2	А.И. Синегрибова, М.А. Увакин Анализ результатов расчета режима с разрывом паропровода РУ ВВЭР в потвэльном приближении с использованием ПК КОРСАР/ГП // ВАНТ серия Физика ядерных реакторов, вып. 2, 2020 г., с 19-27
3	V.N. Siryapin, M.O. Zakutaev, M.A. Uvakin, N.V. Siryapin, and M.A. Bykov Determination of Computer Code Error by Experimental Results // Physics of Atomic Nuclei, 2020, Vol. 83, No. 8, pp. 121–126. © Pleiades Publishing, Ltd., 2020.
4	Увакин М.А., Николаев А.Л., Махин И.В., Сотсков Е.В. Анализ результатов применения динамического метода для расчетного обоснования безопасности испытаний маневренных режимов на РУ ВВЭР // Вопросы Атомной Науки и Техники. Серия: Ядерно-реакторные константы, 2021, №1, с. 55-65.
5	A.L. Nikolaev, M.A. Uvakin, M.V. Antipov, I.V. Makhin, E.V. Sotсков and N.V. Sharyi Validation of the KORSAR/GP Code Based on the Results of Tests of Maneuvering Conditions of a VVER Reactor with an Extended Control Range // Physics of Atomic Nuclei, 2023, Vol. 86, No. 8, pp. 1863–1873. © Pleiades Publishing, Ltd.
6	Антипов М.В., Увакин М.А., Николаев А.Л., Махин И.В., Сотсков Е.В. Анализ применения машинного обучения при обосновании безопасности ВВЭР // Атомная Энергия, 2024, том 136, №3-4, с. 107-113
7	Увакин М.А., Николаев А.Л., Антипов М.В., Махин И.В., Сотсков Е.В. Развитие методики обоснования безопасности ВВЭР в маневренных режимах посредством использования нейронной сети // Атомная Энергия, 2024, том 136, №3-4, с. 102-106.
8	Г.А. Рябов, А.Л. Николаев, М.А. Увакин, М.В. Антипов, И.В. Махин, Н.А. Дарьин Анализ аварий с выбросом ОР СУЗ на РУ ВВЭР с учетом реальных гидродинамических усилий // Вопросы Атомной Науки и Техники. Серия: Физика ядерных реакторов, 2024, №2, , с 70-75.

Заместитель начальника отдела вероятностного анализа безопасности и программных средств  
АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»,  
кандидат физико-математических наук

Увакин Максим Александрович