



НИТИ
РОСАТОМ

Федеральное государственное
унитарное предприятие
«Научно-исследовательский
технологический институт
имени А.П. Александрова»
(ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»)

Копорское ш., д. 72., г. Сосновый Бор,
Ленинградская обл., 188540
Телефон (813-69) 2-26-67, факс (813-69) 2-36-72
E-mail: foton@niti.ru

ОКПО 08624697, ОГРН 1024701759565
ИНН 4714000067, КПП 472601001

Институт проблем безопасного
развития атомной энергетики РАН
Ученому секретарю диссертационного
совета 24.1.496.01, д.т.н.
Линге И.И.

ул. Большая Тульская, д. 52,
г. Москва, 115191

06.08.2026 № 26/198-02-04/8636

№ _____ от _____

О направлении отзыва на автореферат
диссертации Ильясовой О.Х.

Уважаемый Игорь Иннокентьевич!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Ильясовой Ольги Хисамовны на тему «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

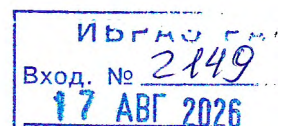
Приложение: Отзыв на 4 л. в 1 экз.

ио

Генеральный директор

Д.А. Дмитриев
Д.А. Кирпиков

Ситников Александр Михайлович
(813-69) 6-04-87



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ильясовой Ольги Хисамовны

«Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность»

Ключевым вектором развития энергетической отрасли в России является переход к замкнутому ядерному топливному циклу на базе реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическими теплоносителями. Успешное проектирование, сооружение и безопасная эксплуатация инновационных установок невозможны без надежных расчетных инструментов нового поколения. В соответствие с этим, тема диссертационной работы О.Х. Ильясовой, посвященной развитию моделей отдельных физических явлений, реализованных в теплогидравлическом программном комплексе HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями, безусловно является актуальной.

Автором проведен комплексный научно-технический цикл: от теоретической разработки новых физических моделей до их программной реализации и валидации на основе экспериментальных данных, полученных на локальных и интегральных установках.

Автором успешно реализована в составе программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM трехжидкостная модель дисперсно-кольцевого потока; усовершенствован расчет межфазного трения в двухжидкостном приближении; внедрена модель течения и теплообмена пароводяной смеси в жидком свинце, что позволило расширить функциональные возможности кода при моделировании аварийных режимов. Сформулированное полуэмпирическое соотношение для определения гидравлических потерь на трение в ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300 позволяет упростить проведение расчетов за счет автоматизации определения местных сопротивлений.

Соискателем проведены валидационные расчеты по результатам экспериментов, полученных как на отечественных, так и на зарубежных интегральных установках. Расчеты сопровождались анализом неопределенностей и чувствительности в соответствии с рекомендациями РБ-166-20, что позволило количественно оценить погрешности расчетного прогнозирования ключевых параметров.

Выполненный объем работ способствовал получению аттестационного паспорта на программный комплекс (ПК) HYDRA-IBRAE/LM (№ 577 от 15.06.2023) с расширением области его применения на РУ БРЕСТ-ОД-300.

Вместе с тем, при изучении материалов автореферата и диссертации были выявлены следующие замечания:

1. В подразделе 1.3 диссертации, не упомянутом в автореферате, приводится система уравнений двухжидкостной модели для жидкометаллического теплоносителя, при этом не упоминается, что рассматривается в качестве газовой фазы.
2. Для более полной оценки эффективности предложенных подходов целесообразно провести сравнительный анализ результатов расчетов усовершенствованной двухжидкостной модели и трехжидкостной модели на единой экспериментальной базе (например, на данных эксперимента Беккера).
3. В работе заявлено развитие модели течения пароводяной смеси в свинце для моделирования разрыва трубок парогенератора (глава 3). Аварии с межконтурной течью характеризуются первоначальным всплеском давления в контуре расплава. Представленные результаты валидации (эксперименты по захолаживанию при впрыске смеси) не охватывают динамику процесса, характерную для аварийного разрыва трубок. Отсутствует сопоставление с результатами экспериментов на специализированных стендах, которые непосредственно моделируют переходные процессы при межконтурных течах.
4. В процессе изучения подраздела 2.1 диссертационной работы возникает вопрос о целесообразности использования величины α_{ff} и расчета ее по сложной эмпирической корреляции. В расчете силы межфазного трения между газом и пленкой, согласно тексту диссертации, используется величина E_{dv} (которая заявлена как объемная доля капель в парокapельном ядре, но фактически используется как объемная доля капель в жидкой фазе). При наличии E_{dv} член $(\varphi_f - \alpha_{ff})$ может быть представлен как $E_{dv} \cdot (1 - \varphi_f)$, что делает введение дополнительной эмпирической зависимости для α_{ff} избыточным.

Кроме того, были выделены редакционные замечания:

1. В тексте автореферата упомянуто, что проводилось сравнение кода HYDRA-IBRAE/LM с отечественными и зарубежными аналогами. Однако в автореферате отсутствуют прямые ссылки на соответствующие программные документации или научные публикации, обосновывающие выбор данных аналогов. Кроме того, в перечне упоминаются «отечественные аналоги», но в явном виде названия конкретных российских

программных комплексов не приводятся, что не позволяет оценить полноту проведенного сравнительного анализа.

2. В подразделе 3.1 автореферата (формула 5) наблюдается терминологическая неоднозначность. Индекс g используется для обозначения пароводяной гомогенизированной смеси, однако в пояснении к формуле интерпретируется как «газовая фаза», что противоречит физическому смыслу процесса.

3. В подразделе 2.1 (формула 1) также присутствует путаница в обозначениях. В одной зависимости используются и φ_f – объемное содержание жидкой фазы, и α_{ff} , обозначенная как «доля капель в жидкости», но, согласно первоисточнику (RELAP5-3D Code Manual), величина α_{ff} имеет смысл объемного содержания жидкой пленки. Таким образом, вводится два обозначения для однородных веществ. При этом стоит отметить, что в списке обозначений диссертации символ α закреплен за коэффициентом теплоотдачи.

Указанные замечания не снижают научной ценности и практической значимости представленной к защите диссертации Ильясовой О.Х.

Судя по автореферату, диссертация Ильясовой Ольги Хисамовны на тему «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, полностью отвечает требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Ильясова О.Х., заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

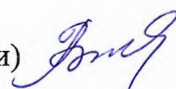
Ведущий научный сотрудник отделения теплофизики

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»,

кандидат технических наук

(05.14.03- Ядерные энергетические установки)

« 06 » 08 2026 г.

 Волкова Светлана Николаевна

Подпись ведущего научного сотрудника отделения теплофизики
ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова» удостоверяю.

Учёный секретарь

ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»

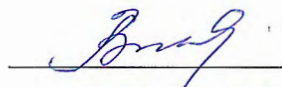


Ситников Александр Михайлович

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова» (ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»)

Адрес: Копорское ш., д. 72, г. Сосновый Бор, Ленинградская обл., 188540, тел.: (813-69) 2-26-67, e-mail: foton@niti.ru

Я, Волкова Светлана Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Ильёсова О.Х., и их дальнейшую обработку.

 Волкова Светлана Николаевна
« 06 » 08 2026 г.