



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ
(РОСТЕХНАДЗОР)

Федеральное бюджетное учреждение
«НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ПО ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ»
(ФБУ «НТЦ ЯРБ»)

Малая Красносельская ул., д. 2/8, корп. 5,
вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский,
Москва, 107140
Телефон: (499) 264-00-03, факс: (499) 264-28-59
E-mail: secnrs@secnrs.ru, <http://www.secnrs.ru>
ОКПО 00257414, ОГРН 1027739079499
ИНН/КПП 7725010048/770801001

Ученому секретарю
диссертационного совета
24.1.496.01
доктору технических наук
Линге И.И.

ИБРАЭ РАН
115191, Москва,
ул. Большая Тульская, д. 52

dissovet@ibrae.ac.ru

10.08.2026 № 01-00/01-02/3433

На № 11407/01-0876 от 08.07.2026

Г О направлении отзыва на автореферат Г
диссертации

Уважаемый Игорь Иннокентьевич!

Направляем 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».

Отзыв подготовлен ведущим научным сотрудником отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок ФБУ «НТЦ ЯРБ», кандидатом технических наук Фуксом Романом Львовичем (fuks@secnrs.ru, (499)264-0508), начальником лаборатории отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок ФБУ «НТЦ ЯРБ» Хлобыстовым Валерием Михайловичем (hlobystov@secnrs.ru, (499)264-0508), старшим научным сотрудником отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных

установок ФБУ «НТЦ ЯРБ» Курбонмамадовым Алишером Шакармамадовичем
(kurbonmamadov@secnrs.ru, (499)264-0508).

Приложение: на 6 л. в 2 экз.

Заместитель директора



А.В. Курындин

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»

Актуальность диссертационной работы О.Х. Ильясовой обусловлена необходимостью создания и развития отечественных расчетных программных средств, предназначенных для анализа безопасности перспективных реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями. Реализация проектов БРЕСТ-ОД-300, БН-1200М и последующее развитие реакторных установок на быстрых нейтронах требуют наличия современных верифицированных, валидированных и аттестованных теплогидравлических программ для ЭВМ, способных достоверно моделировать процессы в первом контуре, парогенераторах и связанных с ними системах в режимах нормальной эксплуатации, при нарушениях нормальной эксплуатации включая аварии. В этих условиях развитие программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM и формирование его экспериментальной валидационной базы представляют собой важную научно-техническую задачу.

Целью диссертационной работы является развитие моделей программы для ЭВМ HYDRA-IBRAE/LM для повышения точности моделирования отдельных параметров при расчетном обосновании безопасности реакторных установок типа БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200М, а также валидация программы для ЭВМ на экспериментальных данных с определением погрешностей расчетов. Для достижения поставленной цели автором решен комплекс взаимосвязанных задач, включающий развитие моделей дисперсно-кольцевого течения водяного теплоносителя, реализацию модели течения и теплообмена пароводяной смеси в свинце, получение соотношения для определения гидравлических потерь в тепловыделяющей сборке РУ БРЕСТ-ОД-300 и валидацию программного комплекса на экспериментальных данных, полученных на маломасштабных интегральных стендах.

К наиболее значимым результатам работы следует отнести адаптацию и реализацию в HYDRA-IBRAE/LM трехжидкостной модели дисперсно-кольцевого потока, позволяющей отдельно описывать динамику газовой

фазы, жидкой пленки и капель; усовершенствование модели межфазного трения в рамках двухжидкостного подхода; реализацию модели поведения пароводяной смеси в свинцовом теплоносителе; разработку и программную реализацию соотношения для расчета гидравлического сопротивления дистанционирующих решеток ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300. Существенным достоинством исследования является то, что развитие моделей сопровождается их верификацией и валидацией, анализом неопределенностей и чувствительности, а также количественной оценкой погрешностей расчета целевых параметров.

Научная новизна работы состоит в развитии физико-математических моделей и замыкающих соотношений теплогидравлической программы для ЭВМ применительно к процессам, существенным для безопасности реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями. Автором обеспечена возможность более детального описания дисперсно-кольцевого режима течения и пересыхания жидкой пленки, моделирования теплогидравлических процессов при межконтурной течи парогенератора со свинцовым теплоносителем, а также определения гидравлических потерь на дистанционирующих решетках ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300.

Практическая значимость полученных результатов не вызывает сомнений. Представленные в автореферате результаты использованы при аттестации программы для ЭВМ HYDRA-IBRAE/LM и расширении области ее применения на РУ БРЕСТ-ОД-300. Доработанная версия программы для ЭВМ и полученные оценки погрешностей применялись АО «НИКИЭТ» при выполнении расчетных обоснований безопасности БРЕСТ-ОД-300. Реализованные модели используются также в составе интегральных программ для ЭВМ ЕВКЛИД/V1 и ЕВКЛИД/V2, что дополнительно подтверждает востребованность результатов исследования.

Достоверность результатов обеспечивается использованием экспериментальных данных, полученных на отечественных и зарубежных установках, сопоставлением расчетных и измеренных параметров, проведением многовариантных расчетов, анализом неопределенностей и чувствительности. Валидационная база включает данные по дисперсно-кольцевому течению водяного теплоносителя, взаимодействию пароводяной смеси со свинцом, гидравлическим потерям и теплообмену в макетах ТВС, а также по естественной циркуляции и циркуляции за счет газлифта тяжелых жидкометаллических теплоносителей на установках HELIOS, CIRCE, TALL и TALL-3D. Положительные результаты независимой экспертизы при аттестации программы для ЭВМ также свидетельствуют об обоснованности выполненных разработок.

Результаты исследования прошли достаточную апробацию. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science. Содержание публикаций и приведенное в автореферате описание личного вклада соискателя свидетельствуют о непосредственном участии О.Х. Ильясовой в развитии, программной реализации и валидации рассматриваемых моделей.

Автореферат в целом логично структурирован, написан профессиональным научно-техническим языком и дает достаточно полное представление о цели, задачах, научной новизне, практической значимости и основных результатах диссертационной работы. Материалы автореферата позволяют сделать вывод о соответствии тематики и содержания исследования специальности 2.4.9 «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Вместе с тем по материалам автореферата имеются следующие замечания:

1. В формулировках научной новизны и личного вклада автора недостаточно отчетливо разграничены заимствованные исходные физические модели, их адаптация к структуре программы для ЭВМ HYDRA-IBRAE/LM и собственно новые научные результаты соискателя. Так трехжидкостная модель представлена как адаптированная модель, а подход к описанию пароводяной смеси в свинце, согласно автореферату, предложен в работе Исхаков А.Ш., Мелихов В.И., Мелихов О.И. Численное моделирование гидродинамического воздействия на трубки парогенератора реактора «БРЕСТ-300» при аварии «межконтурная неплотность» // Вестник МЭИ. – 2017. – №. 3. – С. 33-40. В связи с этим целесообразно конкретизировать, какие именно новые замыкающие соотношения, алгоритмы сопряжения уравнений, способы численной реализации или модификации моделей разработаны непосредственно О.Х. Ильясовой.

2. В автореферате для ряда валидационных задач отмечается хорошая согласованность расчетов с экспериментом, при этом погрешности для отдельных параметров лежат в интервале примерно $\pm 20,5\%$ и $\pm 31\%$. Одновременно с этим часть интегральной валидационной базы получена на маломасштабных стендах со свинцово-висмутовым или натрий-калиевым теплоносителем, тогда как основные практические выводы относятся к РУ БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200М. Представляется необходимым пояснить критерии приемлемости полученных погрешностей для обоснования безопасности, а также обосновать применимость результатов валидации к натурным установкам с учетом различий теплоносителей, геометрических масштабов и диапазонов режимных параметров.

Отмеченные замечания носят уточняющий и дискуссионный характер и не снижают общей **положительной оценки** выполненной работы. Исходя из сведений, приведенных в автореферате, диссертационная работа О.Х. Ильясовой «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача, имеющая существенное значение для развития расчетных методов обоснования безопасности перспективных реакторных установок. По актуальности, научной новизне, достоверности и практической значимости полученных результатов диссертация соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и п. 1 паспорта специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность», а ее автор, Ильясова Ольга Хисамовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Я, Фукс Роман Львович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Ильясовой Ольги Хисамовны, и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник
отдела безопасности атомных станций
и инновационных ядерных установок
ФБУ «НТЦ ЯРБ»,

канд. техн. наук



Фукс Роман Львович

Я, Хлобыстов Валерий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Ильясовой Ольги Хисамовны, и их дальнейшую обработку.

Начальник лаборатории
отдела безопасности атомных станций
и инновационных ядерных установок
ФБУ «НТЦ ЯРБ»



Хлобыстов Валерий Михайлович

Я, Курбонмамадов Алишер Шакармамадович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Ильясовой Ольги Хисамовны, и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник
отдела безопасности атомных станций
и инновационных ядерных установок
ФБУ «НТЦ ЯРБ»



Курбонмамадов Алишер Шакармамадович

СВЕДЕНИЯ

о лицах, давших отзыв на автореферат диссертации

Ильясовой Ольги Хисамовны

«Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями»

Ф.И.О.	Ученая степень, ученое звание, должность	Место работы	Почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты
Фукус Роман Львович	Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок ФБУ «НТЦ ЯРБ»	Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»)	ФБУ «НТЦ ЯРБ», 107140, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корпус 5, тел.: +7 (499) 264-05-08 Email: fuks@secnrs.ru
Хлобыстов Валерий Михайлович	Начальник лаборатории отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок ФБУ «НТЦ ЯРБ»	Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»)	ФБУ «НТЦ ЯРБ», 107140, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корпус 5, тел.: +7 (499) 264-05-08 Email: hlobystov@secnrs.ru

Курбонмамадов Алишер Шакармамадович	Старший научный сотрудник отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок ФБУ «НТЦ ЯРБ»	Федеральное бюджетное учреждение «Научно- технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»)	ФБУ «НТЦ ЯРБ» 107140, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корпус 5, тел.: +7 (499) 264-05-08 Email: kurbonmamadov@secnrs.ru
---	---	---	--

Подписи Р.Л. Фукса, В.М. Хлобыстова, А.Ш. Курбонмамадова удостоверяю.

Заместитель директора ФБУ «НТЦ ЯРБ»,
канд. техн. наук



Курындин А.В.

М.П.

«10» августа 2026 г.