

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.496.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ
БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10 сентября 2026 года № 15

О присуждении Ильясовой Ольге Хисамовне, гражданство – Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями» по специальности 2.4.9. – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность» принята к защите 17 июня 2026 года (протокол заседания № 13) диссертационным советом 24.1.496.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (далее – ИБРАЭ РАН), расположенного по адресу: 115191, Москва, ул. Большая Тульская, д. 52, приказом Минобрнауки России от 22 июня 2023 г. № 1316/нк, деятельность которого была возобновлена приказом Минобрнауки России от 7 июня 2025 г. №686/нк.

Соискатель Ильасова Ольга Хисамовна, 11 января 1993 года рождения, в 2015 году окончила Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова по специальности «Прикладная математика и информатика». В период с 10 октября 2023 года по 10 апреля 2024 года О. Х. Ильасова являлась соискателем аспирантуры ИБРАЭ РАН по специальности 2.4.9. – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность»

(справка ИБРАЭ РАН о сдаче кандидатских экзаменов № 11407/01-0469 от 13.04.2026).

Диссертация выполнена в Лаборатории численного моделирования процессов тепломассопереноса № 71 Отделения разработки программного обеспечения для анализа безопасности АЭС ИБРАЭ РАН.

Научный руководитель: доктор технических наук Мосунова Настасья Александровна, заместитель директора по разработке интегрированных программных комплексов анализа безопасности АЭС и ЯТЦ.

Официальные оппоненты:

Морозов Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А. И. Лейпунского» (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»), Блок научного руководителя, группа ученого секретаря, ученый секретарь;

Молотова Ирина Андреевна, кандидат технических наук, Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»), отдел экспертизы программ для ЭВМ, старший научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ, г. Москва), в своем положительном отзыве, подписанном Харитоновым Владимиром Степановичем, к.т.н., доцентом Кафедры теплофизики Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ, Тихомировым Георгием Валентиновичем, д.ф.-м.н., заместителем директора Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ, Кудряшовым Николаем Алексеевичем, д.ф.-м.н., председателем совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ, и утверждённым Шевченко Владимиром Игоревичем, д.ф.-м.н., ректором НИЯЦ МИФИ от 07.07.2026, указала, что диссертационная работа

Ильясовой Ольги Хисамовны «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями» является законченной научно-квалификационной работой, в которой последовательно изложены полученные и обоснованные автором результаты, имеющие практическую значимость. Цель диссертации – развитие моделей кода 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 кода HYDRA-IBRAE/LM на экспериментальных данных для определения значений погрешностей расчета отдельных параметров, достигнута. Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертационной работы. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Диссертационная работа О. Х. Ильясовой соответствует паспорту специальности 2.4.9. – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность», а по своей актуальности, научной новизне, объему, содержанию, в том числе значимости полученных результатов отвечает требованиям п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842. Автор диссертационной работы Ильясова Ольга Хисамовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Соискатель имеет девять опубликованных работ по теме диссертации, из них три в журнале Progress in Nuclear Energy, входящем в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, а также шесть – в трудах и сборниках российских и международных научных конференций. Основные результаты работы докладывались автором и обсуждались на пяти российских и международных научных конференциях. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных

соискателем работ. Вклад автора в основных публикациях оценивается как решающий.

Основные работы по теме диссертации:

1. Ilyasova O. H., Alipchenkov V. M., Grudtsyn Ya. V., Mosunova N. A. Simulation of the processes occurring during steam generator tube rupture in the lead cooled reactor unit using HYDRA-IBRAE/LM code // Progress in Nuclear Energy. – 2022. – Т. 149. – 104278.
2. Ilyasova O. H., Alipchenkov V. M., Mosunova N. A., Grudtsyn Ya. V. Simulation of natural circulation experiments for heavy liquid metal coolant using HYDRA-IBRAE/LM code // Progress in Nuclear Energy. – 2024. – Т. 173. – 105233.
3. Ilyasova O. H., Grudtsyn Y. V., Alipchenkov V. M., Mosunova N. A., Morkin M. S. Simulation of the gas-lift effect for lead and lead-bismuth coolants in HYDRA-IBRAE/LM thermohydraulic code // Progress in Nuclear Energy. – 2024. – Т. 173. – 105275.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы специалистов из 12 организаций: Акционерное общество «Сибирский химический комбинат» (АО «СХК») (Луцик Игорь Олегович, главный специалист (по техническому развитию) ОИТПЭ энергоблока «БРЕСТ-ОД-300» ОДЭК); Акционерное общество «Прорыв» (АО «Прорыв») (Швецов Юрий Евгеньевич, к.т.н., главный эксперт по безопасности РУ); Международная межправительственная научно-исследовательская организация Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ) (Булавин Максим Викторович, к.ф.-м.н., заместитель главного инженера установки ИБР-2 ЛНФ, Дикова Татьяна Сергеевна, инженер группы №1 ядерной безопасности ЛНФ); Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт имени А. П. Александрова» (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова») (Волкова Светлана Николаевна, к.т.н., ведущий научный сотрудник отделения теплофизики); Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ

«НТЦ ЯРБ») (Фукс Роман Львович, к.т.н., ведущий научный сотрудник отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок, кандидат технических наук; Хлобыстов Валерий Михайлович, начальник лаборатории отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок; Курбонмамадов Алишер Шакармамадович, старший научный сотрудник отдела безопасности атомных станций и инновационных ядерных установок); Акционерное общество «Машиностроительный завод» (АО «МСЗ») (Санников Дмитрий Вячеславович, технический директор; Иванов Александр Викторович, научный руководитель); Акционерное общество «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (АО «ГНЦ НИИАР») (Алексеев Александр Вениаминович, к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории отделения «Реакторный исследовательский комплекс»); Акционерное общество «Концерн Росэнергоатом» (АО «Концерн Росэнергоатом») (Бельтюков Роман Алексеевич, главный технолог Управления по эксплуатации АЭС с несерийными реакторными установками Департамента по эксплуатации АЭС и управления ядерным топливом); Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (АО «ГНЦ РФ-ФЭИ») (Перегудов Антон Алексеевич, к.т.н., начальник Департамента расчетных исследований безопасности АЭС), Акционерное общество «Ангарский электролизный химический комбинат» (АО «АЭХК») (Корнауков Руслан Евгеньевич, руководитель проекта); Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени и ордена труда ЧССР опытное конструкторское бюро «ГИДРОПРЕСС» (ОКБ «ГИДРОПРЕСС») (Сошников Александр Алексеевич, начальник отдела расчетного обоснования проектных характеристик, динамики и безопасности ЯЭУ); Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований - Сосны» Национальной академии наук Республики Беларусь (ОИЭЯИ-Сосны) (Сорокин Владимир Владимирович, д.т.н., заведующий лабораторией «Нейтронной физики»).

Все отзывы положительные. Отзыв АО «Концерн «Росэнергоатом» без замечаний и содержит рекомендации по дальнейшим работам.

В отзывах на автореферат содержатся замечания редакционного, рекомендательного и критического характера, то есть требующих пояснений.

Среди критических замечаний, требующих развернутого ответа:

– замечание к формулировкам научной новизны и личному вкладу соискателя: 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 (ФБУ «НТЦ ЯРБ»);

– замечание к обоснованности положений, выносимых на защиту: реализованная в коде HYDRA-IBRAE/LM модель динамики пароводяной смеси в свинце, которая позволяет проводить реалистичный расчет разрыва трубок парогенератора реакторной установки (далее РУ) БРЕСТ-ОД-300»: Данное утверждение слишком обще и не соответствует действительности. При разрыве трубки происходит множество явлений, которые не могут быть смоделированы в рамках одномерного тепло-гидравлического кода, даже если в его основу положена трехжидкостная, но одномерная модель. Это – сам процесс истечения пара и дробления струи, слияние пузырьков и их сепарация по мере транспорта

по первому контуру и т. д. Поэтому до «реалистичного расчета разрыва трубок парогенератора РУ БРЕСТ-ОД-300» еще пока далеко (АО «Прорыв»).

К рекомендательным замечаниям отнесены замечания по обоснованию эффективности предложенных подходов:

- было бы полезно на рисунках, где сравниваются расчеты с экспериментом, также привести для сравнения и результаты расчетов по «старой» модели, тогда можно наглядно оценить эффект от использования новой модели» (АО «Прорыв»);

- 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) (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»);

- отсутствие сравнительной технико-экономической оценки кода HYDRA-IBRAE/LM с российскими и зарубежными аналогами (АО «АЭХК»);

- 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 (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»);

- 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 (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»);

– название очень общее «...для реакторных установок с жидкометаллическим теплоносителями», однако в самом автореферате в разделе 4.2 приводятся результаты верификации и валидации применительно только к установке БРЕСТ-ОД-300. Проводилась ли валидации на экспериментах с натриевым теплоносителем? (АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»);

– 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 (ФБУ «НТЦ ЯРБ»);

– в четвертой главе говорится о том, что на основе анализа экспериментов, проведенных на установке ЭУСТ в АО «НИКИЭТ» была получена эмпирическая зависимость для расчета коэффициента локального сопротивления дистанционирующей решетки ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300 (ξлок) и реализована в коде. Впоследствии данные эксперименты были рассчитаны с использованием кода HYDRA-IBRAE/LM и получена значительная относительная погрешность расчетов потерь давления (до 31 %). При этом в

автореферате не приводится анализ причин, объясняющих такое расхождение (ОКБ «ГИДРОПРЕСС»);

- в автореферате отмечено, что валидация кода HYDRA-IBRAE/LM выполнялась на экспериментальных данных, полученных на зарубежных маломасштабных интегральных стендах с ЖМТ (HELIOS, TALL, TALL-3D). Целесообразно рассмотреть возможности «расширения валидационной базы», как это отмечено автором диссертации в заключении, при проведении испытаний и измерений на РУ БРЕСТ-ОД-300 и РУ БН-1200М при вводе в эксплуатацию. Также для продолжения работ рекомендуется проведение связанных расчетов с ячейковыми или CFD кодами для моделирования маломасштабных интегральных стендов и использование экспериментальных данных с других интегральных установок (АО «СХК»);

- змеевики парогенератора БРЕСТ-ОД-300, согласно литературным данным, спиральные. Если координату z считать вдоль длины спирального канала (стр. 13), то уравнение (4) должно иметь более сложную структуру, учитывающую, в частности, кривизну канала (ОИЭЯИ-Сосны).

К рекомендательным замечаниям отнесены замечания по неполному раскрытию данных и по изложению материала:

- не написано при каком аварийном режиме (работа насосов) появляется дисперсно-кольцевой режим течения пароводяной смеси и к чему могут вести большие погрешности расчёта этого режима (АО «ГНЦ НИИАР»);

- в подразделе 2.3 рекомендуется привести область валидации трехжидкостной модели по давлению и относительной энтальпии теплоносителя, а также сравнить погрешности валидации двухжидкостной и трехжидкостной моделей (если есть) (АО «ГНЦ НИИАР»);

- при расчетах силы межфазного трения между газом и каплями по (1) как рассчитывается ξ – коэффициент межфазного трения для дисперсного режима водяного теплоносителя (АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»);

– из каких соображений выбирается D_d диаметр капель и их доля в жидкости (корректнее в жидкой фазе = пленка + капли) (АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»);

– в автореферате недостаточно полно описаны модели, принятые для модернизации программного комплекса, с точки зрения рассмотрения происходящих в них физических процессов гидравлики и теплообмена, в том числе кризисов гидравлических сопротивлений первого и второго рода (АО «МСЗ»);

– 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 (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»);

– 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 (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»);

– в главе 5 приведены результаты моделирования с использованием кода HYDRA-IBRAE/LM экспериментов на маломасштабных интегральных установках. Во всех указанных экспериментах в качестве теплоносителя использовалась свинцово-висмутовая эвтектика. Какие свойства были взяты для расчетов? (ОИЯИ);

– в работе указано, что программное средство валидировано для РУ БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200М, однако в автореферате приведены только результаты экспериментов со свинцово-висмутовым теплоносителем. Чем обусловлено такое представление результатов валидации? (ОИЯИ);

– в автореферате отмечено, что в рамках работы был выполнен анализ неопределенностей и чувствительности, что определяется требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, однако его результаты не представлены и не упомянуты (АО «СХК»);

– расчетный код HYDRA-IBRAE/LM позиционируется как системный код для моделирования теплогидравлических процессов в контурах и оборудовании РУ на быстрых нейтронах с различными жидкометаллическими теплоносителями (натриевым, свинцовым, свинцово-висмутовым). Из текста автореферата не ясно, проводился ли анализ на предмет возможности использования реализованной модели течения и теплообмена пароводяной смеси в свинце для установок с теплоносителем свинец-висмут (ОКБ «ГИДРОПРЕСС»);

– в пятой главе приводятся результаты валидации кода HYDRA-IBRAE/LM при моделировании экспериментов на маломасштабных интегральных установках, а также полученные погрешности расчета основных теплотехнических параметров. Из автореферата следует, что полученные результаты имели большую практическую значимость и позволили получить аттестационный паспорт программы, в котором в область применения включена РУ БРЕСТ-ОД-300. Было бы полезным пояснить, каким образом погрешности, полученные для экспериментов на маломасштабных интегральных установках смогли быть применимы для установки РУ БРЕСТ-ОД-300 (ОКБ «ГИДРОПРЕСС»);

– характер выхода водяного теплоносителя в течь в объем свинца зависит от формы отверстия (трещина в хрупком или вязком металле, гильотинный разрыв одной или нескольких трубок, питтинг) и параметров теплоносителей. Эти данные в автореферате не представлены (ОИЭЯИ-Сосны).

К замечаниям редакционного характера отнесены:

– не приведён параметр, по которому определяют начало кризиса при дисперсно-кольцевом режиме течения, так на стр. 13 написано про критическое

паросодержание, а на стр. 15 – критический тепловой поток. Также не показано, в чём преимущество расчета начала кризиса по новой модели без опорных таблиц и формул перед способом с опорными таблицами и формулами (АО «ГНЦ НИИАР»);

- в главе 5 (стр. 19) рекомендуется привести погрешности расхода при естественной циркуляции в одних единицах измерения (% или кг/с) (АО «ГНЦ НИИАР»);

- 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 (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»).

- 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 (ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова»).

По всем замечаниям на автореферат диссертации соискателем были даны исчерпывающие ответы и детальные разъяснения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Морозов Андрей Владимирович и Молотова Ирина Андреевна являются известными учеными и признанными специалистами в области теоретического и экспериментального исследования теплогидравлических процессов и безопасности ядерных энергетических установок. НИЯУ МИФИ является одной из ведущих организаций по подготовке специалистов для работы в атомной отрасли России в области расчетного моделирования процессов, протекающих в

реакторных установках. Кроме этого, выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается списком публикаций оппонентов и сотрудников НИЯУ МИФИ в ведущих научных рецензируемых изданиях.

На замечания ведущей организации и оппонентов соискателем были даны исчерпывающие ответы.

Диссертационный совет отмечает, что диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность» по направлению исследований: «1. Моделирование нейтронно-физических, химических, тепловых, гидравлических и механических процессов, создание программных комплексов, обеспечивающих достоверное расчетное обоснование объектов ядерной техники и их безопасное функционирование при эксплуатации, а также снятии с эксплуатации».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработано, реализовано, верифицировано и валидировано соотношение для описания гидравлических потерь на трение в тепловыделяющей сборке реакторной установки БРЕСТ-ОД-300;

- проведены развитие, реализация и валидация расчетных моделей для дисперсно-кольцевого режима течения водяного теплоносителя: трехжидкостной модели и усовершенствованной модели расчета коэффициента межфазного трения для двухжидкостного подхода;

- реализована и валидирована расчетная модель течения и теплообмена пароводяной смеси со свинцовым теплоносителем;

- выполнены валидационные расчеты на экспериментальных данных, полученных на маломасштабных интегральных стендах с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем;

- для всех проведенных расчетов на современном методическом уровне выполнены оценка погрешностей результатов расчетов, анализ неопределенностей и чувствительности.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

- разработана адаптированная трехжидкостная модель, которая позволяет моделировать реальную структуру течения и динамику дисперсной фазы, а также снизить степень эмпиризма при описании дисперсно-кольцевого режима течения;

- разработана модернизированная зависимость для расчета межфазного трения в дисперсно-кольцевом режиме для двухжидкостной модели.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработанные и реализованные в коде HYDRA-IBRAE/LM модели позволили повысить точность и устойчивость расчетов;

- доработанная версия кода HYDRA-IBRAE/LM и оцененные погрешности расчета отдельных параметров использованы АО «НИКИЭТ» для расчетных обоснований безопасности РУ БРЕСТ-ОД-300, который сооружается в районе г. Северск;

- полученные автором результаты валидации кода HYDRA-IBRAE/LM прошли экспертизу Ростехнадзора (получен аттестационный паспорт программы для ЭВМ регистрационный № 577 от 15 июня 2023 г.);

- реализованные модели и обоснованные погрешности могут использоваться как в автономном программном комплексе HYDRA-IBRAE/LM, так и при расчетах в составе интегральных кодов ЕВКЛИД/V1 и ЕВКЛИД/V2.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- применены научно-обоснованные расчётные методики и физические модели теплогидравлических процессов;

- установлено качественное и количественное согласие результатов расчетов с результатами экспериментальных исследований;
- проведенные валидационные расчеты подтверждены аттестационным паспортом кода HYDRA-IBRAE/LM Ростехнадзора.

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке задач исследования; разработке, адаптации и реализации моделей в расчетном коде; проведении валидационных расчетов, анализе полученных результатов. Соискателем выполнено развитие моделей теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM: моделей для расчета дисперсно-кольцевого режима течения водяного теплоносителя, модели течения и теплообмена пароводяной смеси со свинцовым теплоносителем, соотношения для описания гидравлических потерь на трение в тепловыделяющей сборке реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. Также выполнена валидация кода на экспериментальных данных, полученных на маломасштабных интегральных стендах с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Для всех расчетов автором был выполнен анализ неопределенностей и чувствительности, погрешность оценена на современном методическом уровне.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы, касающиеся защищаемых положений, а именно уточнения методики вычисления диаметра капли в модели расчета коэффициента межфазного трения для дисперсно-кольцевого режима течения, вопросов потери на трение в результате обтекания дистанционирующих решеток ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300, влияния соотношения паровой и жидкостной фаз на теплоотвод при сопоставлении результатов, полученных с помощью разработанной модели динамики пароводяной смеси в свинце.

Соискатель Ильясова Ольга Хисамовна в ходе заседания аргументировано ответила на все заданные ей вопросы.

На заседании 10 сентября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Ильясовой Ольге Хисамовне ученую степень кандидата

технических наук за решение важных для развития атомной энергетики задач по повышению достоверности расчётных обоснований безопасности реакторных установок БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200М, а именно развития моделей и валидации теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями,.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 15 докторов наук по специальности 2.4.9. – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность», участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета

академик РАН

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор технических наук



Большов Леонид Александрович

Линге Игорь Иннокентьевич

10 сентября 2026 года