

О Т З Ы В

**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»**

Согласно Энергетической стратегии России ведётся работа по проектированию и созданию инновационных атомных электростанций с реакторными установками (РУ) с жидкометаллическими теплоносителями, работающими в замкнутом ядерном топливном цикле. ИБРАЭ РАН в этом принимает участие, создавая совместно с организациями Госкорпорации «Росатом» набор программных комплексов (далее - кодов) для разработки и обоснования безопасности ядерных реакторов на быстрых нейтронах в рамках проекта «Прорыв».

Для расчётного обоснования безопасности используют верифицированные, валидированные и аттестованные коды. Они должны быть адаптированы к российским установкам, и, желательно иметь возможность доработки.

Код HYDRA-IBRAE/LM предназначен для моделирования теплогидравлических процессов, протекающих в контурах и теплообменном оборудовании РУ на быстрых нейтронах с жидкометаллическими теплоносителями (натриевым, свинцовым, свинцово-висмутовым).

Особое внимание уделено усовершенствованной модели дисперсно-кольцевого режима течения водяного теплоносителя, при котором жидкая фаза существует в виде плёнки и капель. Высыхание плёнки может привести к кризису теплоотдачи второго рода, но корректное моделирование этого процесса в рамках прежней двухжидкостной модели затруднено. Повышена точность расчета процессов, которые могут протекать при разгерметизации трубок парогенератора (ПГ) РУ БРЕСТ-ОД-300, и при которой пароводяная смесь попадает в жидкий свинец.

Целью данной диссертационной работы является развитие моделей кода HYDRA-IBRAE/LM, предназначенных для расчётного обоснования реакторных установок типа РУ БРЕСТ-ОД-300 и БН-1200М, а также валидация кода на экспериментальных данных.

При достижении основной цели автором решены следующие научно-технические задачи:

- развитие и валидация моделей расчёта дисперсно-кольцевого режима течения водяного течения теплоносителя, в частности, коэффициента межфазного трения двухжидкостной и трехжидкостной моделей;

- реализация и валидация модели течения и теплообмена пароводяной смеси со свинцовым теплоносителем;

- разработка и валидация соотношения (модели) гидравлических потерь на трение в тепловыделяющей сборке (ТВС) РУ БРЕСТ-ОД-300;

- валидация кода на экспериментальных данных, полученных на маломасштабных интегральных стендах с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем.

В автореферате Ильясовой О.Х. достаточно полно описано содержание и необходимые характеристики работы, раскрыта актуальность, цель, научная новизна, практическая значимость работы. В автореферате представлены публикации, в которых изложены научно-технические аспекты диссертационной работы. Результаты работы заслушаны и апробированы на международных и отраслевых российских научно-технических конференциях. В автореферате хорошо и четко сформулированы положения, выносимые на защиту, отражен личный вклад Ильясовой О.Х. при выполнении работы по данной тематике. Представленная достоверность результатов подтверждает правильность выбора подходов при решении поставленных задач.

Содержание глав отражает суть проблемы и предлагаемые автором пути решения сформулированных задач.

Отдавая должное большому объему выполненной работы, научной и практической ценности полученных результатов, стоит отметить некоторые замечания и предложения по содержанию автореферата диссертации Ильясовой О.Х.:

- 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;

- 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);

- 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;

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

Высказанные замечания возможно связаны с ограниченным объемом автореферата и не уменьшают значимости, актуальности работы, ценности полученных результатов и решения научно-технических задач.

Считаю, что диссертационная работа по теме «Развитие моделей и валидация теплогидравлического программного комплекса HYDRA-IBRAE/LM для реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями» отвечает требованиям предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а соискатель Ильясова Ольга Хисамовна достойна присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Алексеев Александр Вениаминович,
Старший научный сотрудник лаборатории
отделения «Реакторный исследовательский
комплекс» АО «ГНЦ НИИАР», кандидат
технических наук,

Полное наименование организации: Акционерное общество «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов (АО «ГНЦ НИИАР»)
Почтовый адрес: 433510, Ульяновская область, г. Димитровград, Западное шоссе, д. 9.
Сайт: www.niiar.ru
e-mail: niiar@niiar.ru
Телефон: (84235) 98383

Подпись Алексеева Александра Вениаминовича заверяю:

Ученый секретарь АО «ГНЦ НИИАР»


31.08.2026

Д.А. Корнилов