

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мишина Вячеслава Александровича «Вычислительный комплекс для расчетного сопровождения измерений, выполненных на энергетических быстрых реакторах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность

Актуальность выполненной диссертационной работы определяется необходимостью создания вычислительного комплекса нового поколения для расчетного сопровождения реакторов БН, который может использоваться в качестве независимого расчетного инструмента повышенной точности для подтверждения и, при необходимости, корректировки результатов оперативного сопровождения, получаемых на станции, а также для анализа нестандартных расчетных ситуаций повышенной сложности.

Работа посвящена созданию нового расчетного вычислительного комплекса BNcode для научного сопровождения действующих реакторов БН, включающего интегрированную платформу, имеющую развитые возможности расчетного моделирования, гибкий, удобный и современный интерфейс, позволяющий легко менять расчетные модули и проводить адаптацию входных и выходных данных. Разработка базируется на положительном опыте использования отечественных программных комплексов (КАР, SHiPR, ГЕФЕСТ/ГЕФЕСТ800, ModExSys), с максимальным использованием существующих вычислительных возможностей, применением современных расчетных программ, методов моделирования и систем констант, с учетом новых экспериментальных данных, полученных на реакторе БН-800.

Практическая значимость работы состоит в возможности проведения независимого контроля ядерной безопасности активной зоны РУ БН-800. Созданный расчетно-вычислительный комплекс внедрен в подразделения АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» для сопровождения реактора БН-800 с возможностью последующего применения для реакторных установок на быстрых нейтронах МБИР и БН-1200М.

В ходе проведенных исследований диссертантом разработаны бенчмарк-модели реальных состояний активной зоны, с применением которых удалось завершить верификацию программ TRIGEX, JARFR, MMKKENO и ММКС для реактора БН-800 с МОКС-топливом и перейти к процедуре их аттестации в Ростехнадзоре. Использование максимально точных методов расчетного моделирования при анализе измеренных данных в реакторе БН-800 позволили снизить погрешности прогнозирования нейтронно-физических характеристик его активной зоны, особенно при переходе на полную загрузку МОКС-топливом (не превышают 0,1 %  $\Delta k/k$  по параметрам критичности и запаса реактивности). Полученные результаты обладают большой ценностью для лицензирования



реактора БН-800 с активной зоной с энергетическим плутонием, а также перспективного коммерческого реактора БН-1200М.

Достоверность научных положений, выводов и практических результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается проведением расчетных исследований с помощью аттестованных Ростехнадзором программ TRIGEX, ММКК, ММКС, MIF-2, CARE, CONSYST, интегрированных в BNcode, с использованием систем констант БНАБ-93, БНАБ-РФ и РОСФОНД; полученные результаты расчетов сопоставлялись с экспериментальными данными.

Материалы диссертации представлялись на научно-технических конференциях и семинарах, основные результаты диссертационной работы изложены в 5 публикациях в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК.

Положительно оценивая содержательную часть автореферата диссертационной работы, необходимо сделать следующие замечания:

1. Автор отмечает, что база данных БД-800 включает в себя результаты измерений нейтронно-физических характеристик реактора БН-800. Из представленного в автореферате описания не ясно, каким образом осуществляется наполнение БД-800 новой экспериментальной информацией: база данных ведется только пользователем или реализуется автоматизированная передача информации от АЭС.

2. При разработке системы BNcode автором было принято решение не использовать специализированную систему управления базами данных (СУБД), а разработать собственную базу данных, представляющую структурированный набор директорий и файлов. В настоящее время объем сформированной базы данных из 11 микрокампаний составляет 500 Гб. Хотелось бы обратить внимание на то, что по мере дальнейшего развития системы BNcode объем накопленной информации может увеличиться в разы. Выполнение поисковых запросов, управление информацией на гигантских объемах данных станет длительной и трудоемкой задачей без применения специализированной СУБД.

3. В третьей главе диссертационной работы приведены результаты расчетного анализа эффективности РО СУЗ с использованием прецизионных программ ММКК и ММКС в условно-критической постановке и сравнение с программами ГЕФЕСТ и JARFR. В представленном в автореферате описании не отмечено, учитывались ли пространственные эффекты в местах расположения детекторов, где определяется реактивность, при сопоставлении результатов расчета с экспериментальными данными.

4. В четвертой главе приводится сравнение результатов расчетов поля энерговыделения с экспериментальными значениями, полученными методом гамма-сканирования. Следовало бы уточнить, проводилось ли сравнение аксиальной неравномерности в ТВС для верификации расчета трехмерного распределения энерговыделения.

5. В заключительной части автореферата приведены результаты оценок методических поправок для инженерных кодов. Из текста следует, что указанные значения больше похожи на оцененные погрешности, которые получаются путем сравнения с экспериментами или кросс-верификацией с прецизионным кодом. Из представленного описания не ясно, как предлагается использовать данные поправки в расчетах инженерной программой.

Сделанные замечания не снижают научную ценность, практическую значимость и общее положительное впечатление о работе.

Автореферат диссертации Мишина В.А. позволяет сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, а её автор, Мишин Вячеслав Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность.

Я, Моисеев Андрей Владимирович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Мишина Вячеслава Александровича, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель  
проекта БРЕСТ-ОД-300 АО «НИКИЭТ»,  
кандидат физико-математических наук

  
05.02.2025

Моисеев  
Андрей Владимирович  
(499)763-01-82  
[a.moiseev@nikiet.ru](mailto:a.moiseev@nikiet.ru)

Акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала» (АО «НИКИЭТ»), а/я 788, Москва, 101000, тел. +7 (499) 263-73-37, e-mail: [nikiet@nikiet.ru](mailto:nikiet@nikiet.ru)

Подпись Моисеева А.В. заверяю

Ученый секретарь АО «НИКИЭТ»



А.В. Джалавян