

Научный руководитель – Перегудов Антон Александрович, кандидат технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», начальник департамента расчетных исследований безопасности АЭС АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация Пановой Д.В. посвящена актуальной проблеме – обеспечение согласованности оцененных ядерных данных и групповых констант для решения задач сопровождения реакторов БН-600 и БН-800 по прецизионным и диффузионным кодам с учетом современных требований.

Цели и задачи исследования.

Целью диссертационной работы является формирование новой библиотеки групповых констант БНАБ-РФ22 с учетом следующих критериев:

1) учет данных для изотопов и естественных смесей в формате БНАБ-93 в групповом (28 групп) и мультигрупповом (299 групп) приближениях;

2) использование апробированных оценок нейтронных сечений топливных и конструкционных материалов;

3) обеспечение точности на уровне проектной библиотеки БНАБ-93.01a при переходе от урановой на полную загрузку уран-плутониевым топливом;

4) обеспечение преемственности файлов оцененных данных и новой библиотеки констант. Непротиворечивость результатов расчета НФХ с результатами, полученными при использовании БНАБ-93.01a;

5) возможность оценки методической составляющей погрешности, связанной с групповым представлением нейтронных сечений, при расчете основных функционалов БН-600 и БН-800;

Выполнение цели работы позволит перейти от библиотеки констант БНАБ-93.01a к более современной версии (БНАБ-РФ22) при расчетном сопровождении эксплуатации реакторов БН-600 и БН-800.

Для достижения поставленной цели были решены следующие научно-технические задачи:

1) создание ПК ИСИДА, реализующего цикл работ с ядерными данными – от их подбора до создания групповых констант (формат БНАБ) и констант с поточечным слежением за энергией нейтрона (формат АСЕ) для применения при расчете НФХ реакторов на быстрых нейтронах;

2) обеспечение автоматизации процесса формирования групповых констант для уменьшения затраченного времени и устранения ошибок, связанных с человеческим фактором;

3) подготовка наборов библиотек по различным современным оцененным ядерным данным в формате АСЕ для проведения кросс-верификационных расчетов;

4) создание системного архива результатов расчета бенчмарк-экспериментов и тестовых моделей для проведения верификационных тестов в обоснование точности предсказания реакторных характеристик на основе отобранных или вновь созданных файлов нейтронных данных;

5) формирование новой версии библиотеки групповых констант БНАБ-РФ22;

6) оценка методической составляющей погрешности величины критичности, эффективности стержней СУЗ и энерговыделения при расчете по новой библиотеке групповых констант для РУ БН-600 и РУ БН-800;

7) внедрение новой версии библиотеки групповых констант в практику расчетов активных зон реакторов БН-600 и БН-800 при расчетном сопровождении эксплуатации для решения задачи согласованности констант, используемых при расчете по инженерным и прецизионным кодам.

Научная новизна работы.

Впервые для сопровождения реакторов БН-600 и БН-800 создана групповая версия библиотеки констант, с помощью которой удалось решить задачу согласованности констант, используемых при расчете по инженерным и прецизионным кодам.

Создан программный комплекс, объединяющий цикл работ по константному обеспечению расчетов реакторов на быстрых нейтронах: включая отбор библиотеки исходных файлов ОЯД, их переработку в различные форматы для практического использования, проведение верификационных расчетов для определения расчетных погрешностей. Создание программного комплекса позволяет сохранить накопленный за долгие годы опыт формирования групповых констант, ускоряет процедуру их подготовки, снижает ошибку, связанную с человеческим фактором.

С использованием новой библиотеки групповых констант БНАБ-РФ22, проведены верификационные расчеты и обоснованы методические расчетные погрешности для величины критичности, эффективности стержней СУЗ и энерговыделения.

Практическая значимость работы.

1. С использованием программного комплекса ИСИДА сформирована и верифицирована библиотека групповых констант БНАБ-РФ22 для расчета нейтронно-физических характеристик активных зон реакторов БН-600, БН-800.

2. Библиотека групповых констант БНАБ-РФ22 включила в себя проверенные современные оценки нейтронных сечений для топливных и конструкционных материалов, а также мультигрупповые зависимости для всех материалов.

3. С использованием подготовленных групповых констант БНАБ-РФ22 оценена методическая составляющая погрешности, связанная с групповым представлением нейтронных сечений.

4. Библиотека констант БНАБ-РФ22 прошла кросс-верификацию с проектной библиотекой БНАБ-93.01а.

5. Новая версия групповых констант БНАБ-РФ22 внедрена в практику расчетов реакторов БН-600 и БН-800 с использованием расчетных кодов TRIGEX, ММККЕНО и коду Белоярской АЭС ГЕФЕСТ-М. Получен Акт внедрения от 23.12.2024 № 224/2.2-34/365.

Степень достоверности.

Файлы констант для расчетов подготавливались с использованием процессингового кода NJOY. Для проверки достоверности полученных данных при подготовке констант применялся пакет программ GRUCON.

Результаты нейтронно-физических расчетов получены с помощью аттестованных Ростехнадзором программ TRIGEX (аттестационный паспорт № 313 от 09.10.2012), ММКК (аттестационный паспорт № 314 от 09.10.2012), ММКС (аттестационный паспорт № 474 от 20.11.2019).

Личный вклад автора.

1. Создание программного комплекса ИСИДА для подготовки и внедрения библиотеки групповых констант в практику расчетов реакторов БН-600 и БН-800.

2. Сбор и анализ информационно-справочных данных о нейтронных сечениях для формирования системного архива и организации работы графического модуля программы.

3. Обновление и объединение алгоритмов работы с файлами ядерных данных.

4. Формирование с помощью программного комплекса ИСИДА библиотеки групповых констант БНАБ-РФ22.

5. Формирование системного архива результатов расчета бенчмарк-экспериментов и тестовых моделей реакторов на быстрых нейтронах для обеспечения верификации библиотек констант в энергетически непрерывном и групповом представлении.

6. Верификация подготовленных в программном комплексе ИСИДА констант на наборе бенчмарк-экспериментов из системного архива программы.

7. Проведение расчетного анализа нейтронно-физических характеристик реакторов БН-600 и БН-800 с использованием библиотеки групповых констант БНАБ-РФ22.

Основные публикации по теме диссертации изложены в четырех статьях в журналах, входящих в перечень ВАК:

1. Панова, Д.В. Разработка Интерактивной Системы Использования ядерных Данных (ИСИДА) / Д.В. Панова, А.А. Перегудов, М.Ю. Семенов, Я.В. Дьяченко, М.Н. Слюняев, С.В. Забродская, Т.П. Сокол, О.В. Супотницкая, Г.Н. Мантуров, Д.В. Дмитриев, К.В. Тыклеева // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. — № 3. — 2022. С. 27-38 (авторство не разделено).

2. Панова, Д.В. Состояние разработки баз данных ядерных констант для расчетов быстрых реакторов на основе РОСФОНД и БНАБ-РФ / Г.Н. Мантуров, С.В. Забродская, А.А. Зуйков, Ю.В. Левченко, Н.А. Мелега, В.А. Мишин, Д.В. Панова, А.А. Перегудов, О.О. Перегудова, М.Ю. Семенов, М.Н. Слюняев, К.В. Тыклеева // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. — № 3. — 2022. — С. 19-26 (авторство не разделено).

3. Панова, Д.В. Формирование системы групповых констант для нейтронно-физических расчетов реакторов на быстрых нейтронах на основе файлов библиотеки РОСФОНД-2020.2 / Д.В. Панова, Е.П. Аверченкова, Я.В. Дьяченко, С.В. Забродская, Г.Н. Мантуров, В.А. Мишин, А.А. Перегудов, М.Ю. Семенов, И.В. Тормышев, Е.П. Ляпин // Известия вузов. Ядерная энергетика. — № 2. — 2024. — С. 155-169 DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2024.2.13> (авторство не разделено).

4. Панова, Д.В. Программный комплекс ИСИДА для константного обеспечения расчетов объектов использования атомной энергетики / Д.В. Панова, Я.В. Дьяченко, С.В. Забродская, Г.Н. Мантуров, А.А. Перегудов, М.Ю. Семенов, Т.П. Сокол // Известия вузов. Ядерная энергетика. — № 4. — 2024. — С. 155–167. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2024.4.13> (авторство не разделено).

Указанные научные публикации достаточно полно отражают содержание диссертации Пановой Дарьи Владимировны.

Работа Пановой Дарьи Владимировны является законченным цельным исследованием, выполненным по актуальной тематике на высоком научном уровне, соответствует паспорту научной специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл и радиационная безопасность» и отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Программный комплекс ИСИДА для подготовки и внедрения групповых констант БНАБ-РФ22 в практику расчетов реакторов БН-600 и БН-800» Пановой Дарьи Владимировны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9 – «Ядерные энергетические установки, топливный цикл и радиационная безопасность».

Заключение принято на открытом заседании НТС АО «ГНЦ РФ – ФЭИ». Присутствовало на заседании 18 членов НТС из 28. Результаты голосования: «за» – 18 человек, «против» – 0 человек, воздержалось – 0 человек, протокол № 224/5-06/3 от «10» февраля 2026 г.

Председатель НТС,
научный руководитель
АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»,
доктор технических наук



Троянов В.М.

подпись, дата 10.02.2026

Ученый секретарь НТС,
кандидат экономических наук, доцент



Айрапетова Н.Г.

подпись, дата