

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИСИДА ДЛЯ КОНСТАНТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТОВ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Панова Д.В., Дьяченко Я.В., Забродская С.В., Мантуров Г.Н., Перегудов А.А.,
Семенов М.Ю., Сокол Т.П.*

АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»

249033, Калужская обл., г. Обнинск, пл. Бондаренко, 1



В АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» с 60-х годов прошлого века и по настоящее время ведется работа по константному обеспечению расчетного обоснования безопасности реакторных установок различного назначения. На сегодняшний день актуальной задачей становится внедрение баз реакторных констант РОСФОНД-2020.2 и БНАБ-РФ22, а также инструментов для их подготовки, верификации и валидации. В статье описан программный комплекс ИСИДА, который позволяет обеспечить быстрый доступ к базам ядерных данных и числовым значениям, графическому представлению данных как непосредственно в процессе их формирования, так и при сравнении с имеющимися аналогичными данными современных версий мировых библиотек оцененных ядерных данных (ENDF/B, JENDL, JEFF, TENDL, CENDL и др.). Создание нового программного комплекса для константного обеспечения расчетов нейтронно-физических характеристик реакторов и замкнутого ядерного топливного цикла решает ряд важных задач по сохранению накопленных за долгие годы оцененных и экспериментальных данных о ядерных сечениях и методиках их обработки. В программном комплексе ИСИДА реализован функционал по графическому анализу данных, необходимый для исследования применимости файлов нейтронных данных для подготовки систем констант под конкретные задачи пользователя. С помощью описанного программного комплекса ИСИДА пользователю доступны формирование (с помощью процессинговых кодов NJOY и (или) GRUCON) и оценка новых систем реакторных констант на основе встроенного алгоритма «Тестирование библиотеки». Основным результатом разработки программного комплекса ИСИДА является создание новых систем реакторных констант для расчета реакторов на быстрых нейтронах и, как следствие, повышение точности предсказания реакторных характеристик за счет уменьшения константной составляющей погрешности.

© *Панова Д.В., Дьяченко Я.В., Забродская С.В., Мантуров Г.Н., Перегудов А.А.,
Семенов М.Ю., Сокол Т.П., 2024*

Ключевые слова: БНАБ, ИСИДА, РОСФОНД, программный комплекс, реакторные константы, поточечные данные, групповые константы.

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

ВВЕДЕНИЕ

Актуально направление развития тематики константного обеспечения – уменьшение константной составляющей погрешности при расчете проектируемых и действующих реакторов на быстрых нейтронах с новыми топливными составами (в том числе с МОКС-топливом и (или) минорными актиноидами). Решением задачи по повышению точности предсказания нейтронно-физических характеристик реактора стало формирование новых систем констант и создание более совершенных программных средств для работы с базами ядерных данных.

Создание нового программного комплекса для константного обеспечения расчетов нейтронно-физических характеристик реакторов на быстрых нейтронах и замыкания ядерного топливного цикла решило ряд важных задач, таких как

- организация надежного хранения архива отечественных баз реакторных констант;
- объединение и хранение алгоритмов управления библиотеками оцененных ядерных данных;
- поддержка графического анализа данных с целью исследования применимости и оптимального выбора файлов нейтронных данных для подготовки систем констант конкретного назначения;
- формирование и оценка новых систем реакторных констант, потребляемых как прецизионными, так и диффузионными кодами.

Некоторые из перечисленных задач решены в рамках информационно-справочных систем (ИСС), представляющих собой структурированные базы данных в виде веб-интерфейсов¹ или десктоп-приложений². Они предоставляют пользователю доступ к справочной информации, охватывают широкий набор классов данных для реализации аналитических методов работы с файлами ядерных данных. Наиболее распространенным подходом является доступ к удаленным базам данных посредством размещения в глобальной сети Интернет веб-интерфейсов. Такой подход является общепринятым способом прямого представления оцененных и экспериментальных данных от «первоисточника». Примером таких данных могут быть публикации обновленных версий библиотек оцененных ядерных данных (ОЯД) на сайте МАГАТЭ [1].

Однако системы, имеющие значительный объем данных, традиционно являются десктоп-приложениями с локальным архивом данных. Примерами ИСС локального типа являются JANIS [2] и NDX [3]. В них содержатся не только библиотеки оцененных ядерных данных, но и специализированные базы данных с информацией о структуре ядра, энергиях реакций, состояниях ядер и так далее. Обе системы охватывают примерно одинаковый

¹ Веб-интерфейс – это интерфейс пользователя, доступный через веб-браузер, который позволяет взаимодействовать с веб-приложениями или веб-сайтами.

² Десктоп-приложение – это программа, предназначенная для установки и работы на настольных или портативных компьютерах, работающая в режиме локального доступа и использующая ресурсы компьютера.

перечень классов данных и имеют похожий функционал, в том числе ряд функций вычислительной обработки данных, например, восстановление поточечных сечений в резонансной области и расчет резонансных интегралов. Важным преимуществом JANIS является кросс-платформенность, достигнутая за счет реализации на языке программирования Java [4].

В отличие от представленных выше ИСС программный комплекс ИСИДА (ПК ИСИДА) не только объединяет функции для работы со справочными данными, но и дает пользователю возможность формировать новые системы констант в непрерывном и групповом энергетических приближениях и проводить их верификацию внутри одной программной оболочки.

В настоящее время в ПК ИСИДА

- реализован графический интерфейс на базе файлов РОСФОНД [5] для визуализации сечений и сравнения с аналогичными данными;
- интегрированы программные элементы подготовки групповых констант БНАБ-РФ [6], БНАБ-РФ22 [7] (с плавающей точкой), MATXS [8];
- интегрирован программный элемент подготовки констант в формате ACE [9] для расчетов по прецизионным кодам;
- интегрирован программный элемент верификации библиотек ядерных данных на наборе бенчмарк-экспериментов из международного справочника ICSBER Handbook [10].

Работа пользователя с ПК ИСИДА реализуется через программную оболочку – объект типа WPF-приложение. Программа разработана на языке C# и функционирует как на операционной системе (ОС) Windows, так и на ОС Astra Linux.

В результате разработанный программный комплекс представляет собой универсальный инструмент для анализа и обработки файлов библиотек ядерных данных от стандартного представления данных (формат ENDF-6 [11]) до формирования на их основе новых систем реакторных констант для расчета нейтронно-физических характеристик действующих и проектируемых реакторов и замкнутого ядерного топливного цикла.

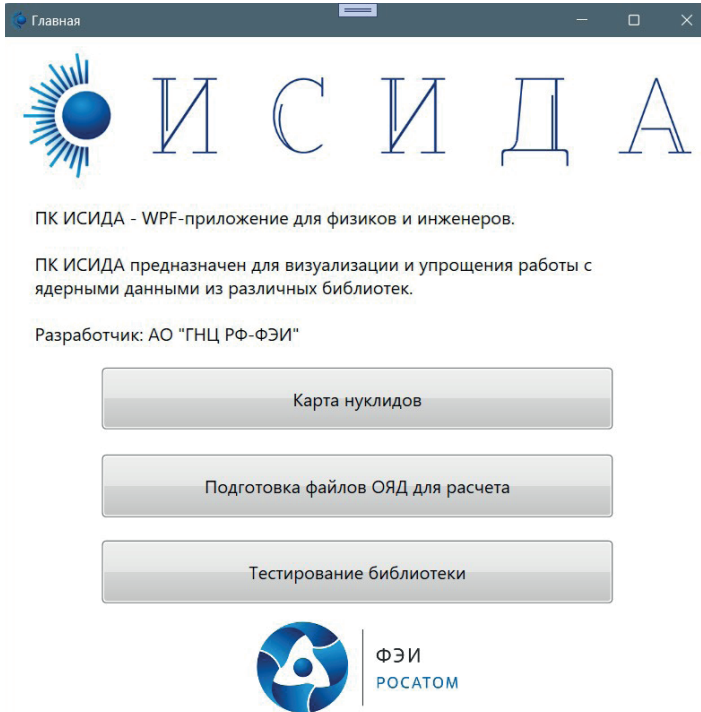
ОБЩАЯ СХЕМА И ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИСИДА

Разработка концепции ПК ИСИДА определялась необходимостью создания единого многофункционального инструмента для работы с файлами оцененных ядерных данных. Его основная задача – сочетание возможностей информационно-справочной системы, гибкого графического интерфейса и набора алгоритмов получения реакторных констант. Таким образом, была определена программная архитектура ПК ИСИДА, включившая в себя набор независимых системных элементов.

Концепция архитектуры ПК ИСИДА объединяет функционалы трех независимых модулей: работа с информационно-справочными данными во вкладке «Карта нуклидов»; обработка оцененных ядерных данных во вкладке «Подготовка файлов ОЯД для расчета»; верификация библиотеки пользователя во вкладке «Тестирование библиотеки».

На рисунке 1 показано рабочее окно «MainForm» (Основное меню). В нем пользователь может выбрать один из предложенных основных модулей программы, которые были описаны выше.

Далее подробно рассмотрены все функциональные модули и описаны алгоритмы работы в них.



ПК ИСИДА - WPF-приложение для физиков и инженеров.

ПК ИСИДА предназначен для визуализации и упрощения работы с ядерными данными из различных библиотек.

Разработчик: АО "ГНЦ РФ-ФЭИ"

Рис. 1. Интерфейс основного меню

Описание функционала интерфейса «Карта нуклидов»

Первая вкладка основного меню – «Карта нуклидов» – имеет функции информационно-справочной системы. Интерфейс представляет собой интерактивную карту нуклидов (поле 2 на рис. 2), на которой пользователь может выбрать любой нуклид для просмотра справочной информации и основных зависимостей сечений для наборов ядерных реак-

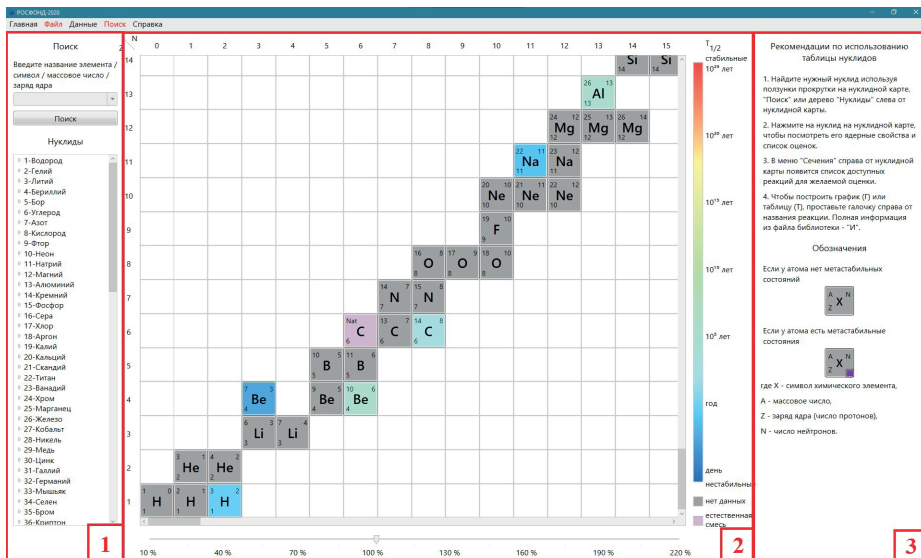


Рис. 2. Интерфейс рабочего окна «Карта нуклидов»: поле 1 – меню поиска; поле 2 – интерактивная карта нуклидов; поле 3 – окно представления справочной информации

ций. Меню рабочего окна имеет несколько поисковых селекторов (см. поле 1 рис. 2) и поле вывода краткой справки об основных характеристиках выбранного нуклида (см. поле 2 рис. 2).

В поле 3 при запуске работы графического модуля отображается справочная информация – рекомендации по использованию таблицы нуклидов. После того, как пользователь выберет интересующий его нуклид, в поле 3 появятся данные об этом нуклиде: ядерные свойства; имеющиеся данные о сечениях различных ядерных реакций (можно выбрать вид представления – таблица или график).

Программный комплекс ИСИДА содержит следующие классы ядерных данных:

- оцененные ядерные данные библиотеки РОСФОНД;
- оцененные ядерные данные в международном формате ENDF-6 (в том числе ENDF/B-VIII.0, JEFF-3.3, JENDL-4.0);
- групповые ядерные данные библиотеки БНАБ-РФ;
- справочные данные из таблицы ядерных масс и энергий реакций;
- справочные данные о стабильности ядер и периодах полураспада;
- слот для подключения любой пользовательской библиотеки в формате ENDF-6.

На рисунке 3 показан пример представления ядерных данных для U-235.

Как видно по рис. 3, окно представления графика (см. поле 1 рис. 3) имеет собственное меню, которое позволяет настроить представление графика под потребности пользователя. Меню настройки включает в себя различные вкладки: шкала, названия графика и осей, данные осей, сетка, ряд, легенда. Настройки графика пользователь может сбросить к настройкам по умолчанию, а итоговый график – экспортировать в png-файл.

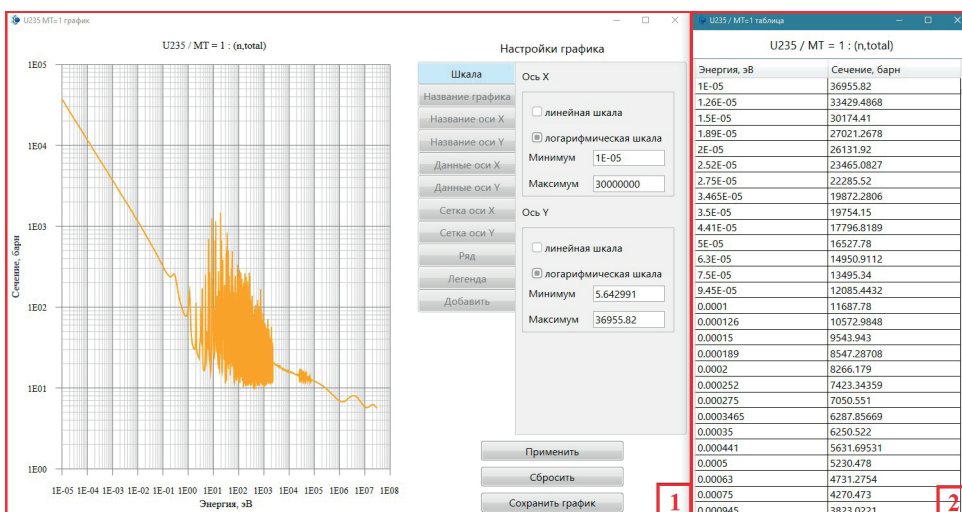


Рис. 3. Представление зависимости полного сечения от энергии для U-235: поле 1 – графическое представление; поле 2 – табличное представление

Табличное представление данных предоставляет пользователю возможность сохранить числовые зависимости для дальнейшего их использования во внешних программах или для других потребностей.

В целях апробации программного комплекса ИСИДА была проведена кросс-верификация справочных данных библиотеки РОСФОНД из архивов данных JANIS и ИСИДА. На рисунке 4 показано сравнение графиков зависимости полного сечения реакции от энергии для U-235.

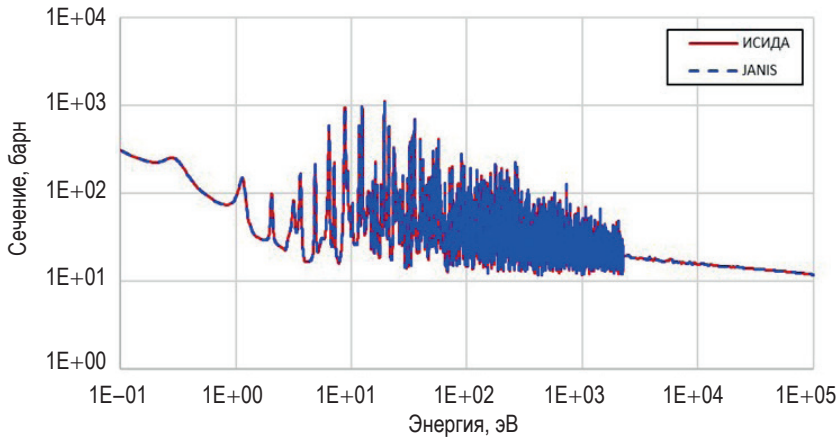


Рис. 4. Сравнение справочных данных ИСИДА и JANIS

Описание функционала интерфейса «Подготовка файлов ОЯД для расчета»

Вторая вкладка основного меню – «Подготовка файлов ОЯД для расчета» переводит пользователя в рабочее окно «Обработка файлов с помощью программ переработки». Функционально работа этого элемента программы разделена на два основных блока – это программы переработки файлов оцененных ядерных данных NJOY [12] или ГРУКОН [13]. Рассмотрим функционал этого модуля на примере интерфейса обработки ОЯД с помощью процессингового кода NJOY.

На рисунке 5 показано основное меню интерфейса «Обработка файлов с помощью программ переработки». Здесь пользователь может выбрать формат, в котором будет подготовлена новая пользовательская система констант (библиотека) или отдельные ну-

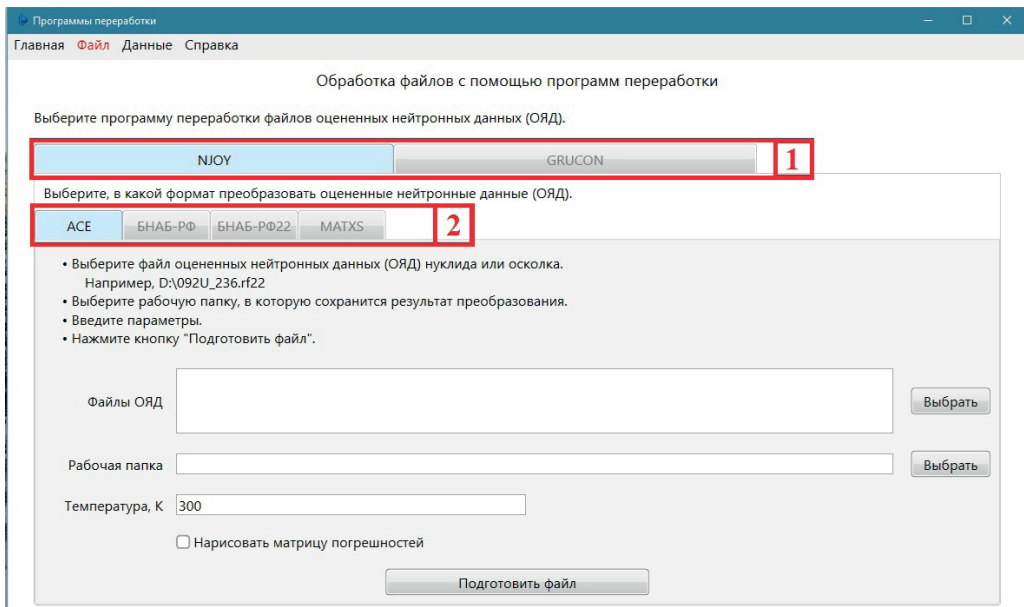


Рис. 5. Интерфейс «Обработка файлов с помощью программ переработки»: поле 1 – вкладки программ переработки констант; поле 2 – вкладки основного меню

клиды. С помощью выбранного процессингового кода пользователь может подготовить данные в следующих форматах:

- ACE – нейтронные данные в непрерывно-энергетическом приближении для расчета по прецизионным кодам, использующим метод Монте-Карло;
- БНАБ-РФ – ядерные данные в групповом энергетическом приближении для использования в расчетах по диффузионным кодам и кодам метода Монте-Карло;
- БНАБ-РФ22 – ядерные данные в групповом энергетическом приближении «с плавающей точкой» (в формате БНАБ-93 [14]) для использования в расчетах по проектным диффузионным кодам и кодам метода Монте-Карло;
- MATXS – ядерные данные в групповом энергетическом приближении для расчетного обоснования ядерной радиационной безопасности реакторных установок со свинцово-висмутовым теплоносителем.

Интерфейс, показанный на рис. 5, для всех вкладок выбора формата (поле 2) имеет примерно одинаковую структуру, т.е. в меню каждой вкладки есть поле для задания директории, где хранятся исходные файлы ОЯД, поле для задания директории «рабочей» папки, поля настройки входных параметров (в данном случае, температура) и кнопка «Подготовить файл», которая запустит автоматическое формирование входного задания для выбранной пользователем программы переработки ОЯД.

После завершения работы модуля пользователь в рабочей папке получает доступ к подготовленным данным, входному и выходному файлам, содержащим описание обработки исходного файла процессинговым кодом NJOY / GRUCON и возможные ошибки.

В целях апробации ПК ИСИДА на основе национальной Российской библиотеки файлов Оцененных Нейтронных Данных (РОСФОНД) была сформирована новая система групповых констант БНАБ-РФ22 для расчетного сопровождения реакторов БН-600, БН-800 Белоярской АЭС. Система констант способна с одинаковой точностью описывать как урановую, так и МОКС-загрузки активной зоны. Детально этот процесс описан в статье [7].

Кроме того с помощью программного комплекса ИСИДА сформирована библиотека констант в формате MATXS с учетом процессов термализации для проведения расчетов по обоснованию ядерной безопасности реакторных установок со свинцово-висмутовым теплоносителем.

Описание функционала интерфейса «Тестирование библиотеки»

С помощью функции «Тестирование библиотеки», встроенной в ПК ИСИДА, пользователь может проверить достоверность данных, полученных при расчете по готовой библиотеке реакторных констант.

В архив программы загружены серии бенчмарк-экспериментов из международного справочника ICSBEP Handbook, которые разделены на группы в зависимости от спектра (тепловой или быстрый спектр энергий) и состава моделей:

- с урановым составом;
- с плутониевым составом;
- со смешанным уран-плутониевым составом;
- модели критических растворов.

Кроме бенчмарк-экспериментов из ICSBEP Handbook архив программы содержит тестовые модели реакторных установок на быстрых нейтронах (реакторы БН-600, БН-800 и другие), а также накопленные за последние годы результаты экспериментов на сборках БФС.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ОБЪЕКТАХ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

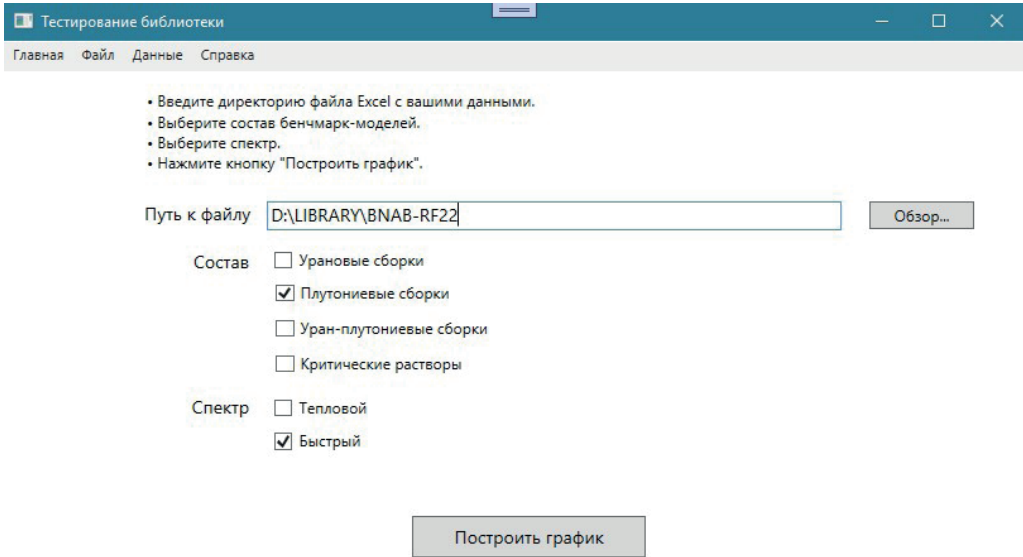


Рис. 6. Интерфейс «Тестирование библиотеки»

На рисунке 6 показан интерфейс модуля «Тестирование библиотеки», в котором пользователь может настроить параметры подбора серии бенчмарк-экспериментов для тестирования библиотеки.

После обработки задания пользователя откроется специальное рабочее окно с графиком и диалоговое окно «MessageBox» с предложением сохранить график в формате изображения на устройстве, как показано на рис. 7.

Этот инструмент будет полезен для проведения верификации новых файлов реакторных констант, анализа переоцененных и вновь подготовленных библиотек.

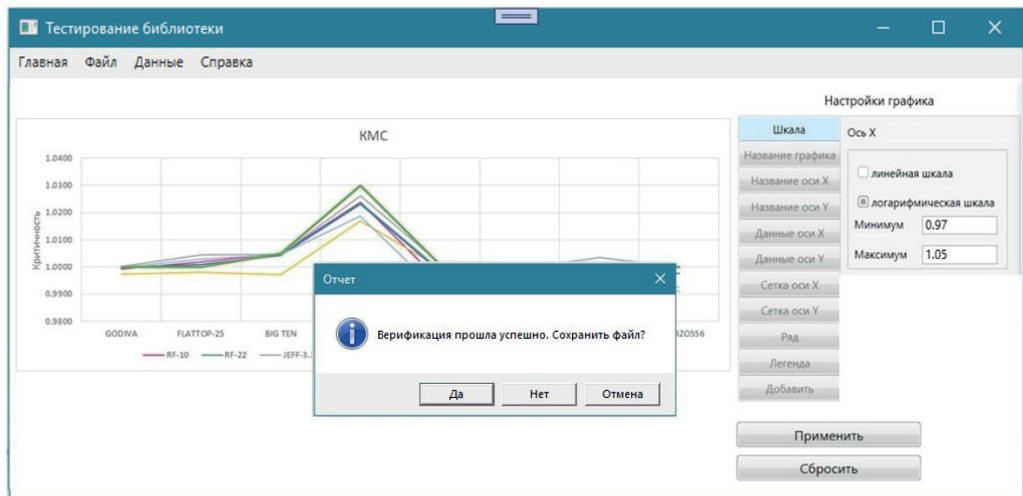


Рис. 7. Результат обработки данных в окне «Тестирование библиотеки»

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Важно отметить, что сформированные с помощью программного комплекса ИСИДА системы констант уже нашли свое применение в практике расчетов нейтронно-физических характеристик реакторных установок БН-600 и БН-800, расчетов ядерной безопасности реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем. Однако возможности и гибкость настройки программного комплекса ИСИДА позволяют готовить файлы или системы констант под запрос пользователя, например:

- подготовка констант для расчета тепловых реакторов;
- подключение программных элементов для подготовки проблемно-ориентированных констант;
- подготовка ядерных данных для расчета радиационных характеристик топлива, расчета защиты реакторных установок;
- библиотеки для расчетного обоснования ядерной безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создан и апробирован новый программный комплекс ИСИДА для константного обеспечения нейтронно-физических расчетов реакторных установок и замкнутого ядерного топливного цикла, способный конкурировать с зарубежными программами-аналогами.

Единый интерфейс ПК ИСИДА обеспечивает работу независимых функционалов, предназначенных для управления библиотеками оцененных ядерных данных, графического сравнительного анализа данных с целью исследования применимости и оптимального выбора файлов нейтронных данных для подготовки систем констант конкретного назначения; формирования новых систем реакторных констант в форматах ACE, БНАБ и MATXS; верификации библиотек оцененных ядерных данных на наборе бенчмарк-экспериментов.

Программный комплекс обеспечивает возможность подключения библиотек ядерных данных в формате ENDF; возможность подключения процессинговых кодов, которые обеспечивают совместное использование исходных данных и реализуют алгоритмы автоматического создания входных и расчетных заданий, а также управление элементами графического анализа данных.

Программный комплекс включает в себя пре- и постпроцессоры для обеспечения работы встроенных функциональных алгоритмов и предоставления пользователю справок и комментариев по работе со всеми элементами интерфейса.

Универсальность методик, заложенных в программный комплекс ИСИДА, позволяет использовать его для подготовки нейтронных данных не только для расчетных задач быстрых реакторов, но и для расчета тепловых систем, реакторов малой мощности и других ядерных установок.

Литература

1. База оцененных ядерных данных МАГАТЭ. Электронный ресурс: <https://www-nds.iaea.org/> (дата доступа 07.10.2024).
2. Приложение для работы с базами ядерных данных JANIS. Электронный ресурс: https://oecd-nea.org/jcms/pl_39910/janis (дата доступа 07.10.2024).

3. *Grebennikov A.N., Krut'ko N.A., Farafontov G.G.* Nuclear Data Information-Reference System NDX. *Journal of Nuclear Science and Technology*. – 2002. – 39. – PP. 1462–1467.
DOI: 10.1080/00223131.2002.10875381
4. Язык программирования Java. Электронный ресурс: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Java> (дата доступа 07.10.2024).
5. *Забродская С.В., Игнатюк А.В., Кощеев В.Н., Манохин В.Н., Николаев М.Н., Проняев В.Г.* РОСФОНД – Российская национальная библиотека оцененных нейтронных данных. // ВАНТ. Сер.: Ядерные константы. – 2007, № 1–2. – С. 3–21. Электронный ресурс: <https://vant.ippe.ru/images/pdf/2007/1.pdf> (дата доступа 07.10.2024).
6. *Мантуров Г.Н., Забродская С.В., Зуйков А.А., Левченко Ю.В., Мелега Н.А., Мишин В.А., Панова Д.В., Перегудов А.А., Перегудова О.О., Семенов М.Ю., Слюняев М.Н., Тьклеева К.В.* Состояние разработки баз данных ядерных констант для расчетов быстрых реакторов на основе РОСФОНД и БНАБ-РФ // ВАНТ. Сер.: Ядерно-реакторные константы. – 2022. – № 3. – С. 19–26. Электронный ресурс: <https://vant.ippe.ru/images/pdf/2022/issue2022-3-19-26.pdf> (дата доступа 08.10.2024).
7. *Аверченкова Е.П., Дьяченко Я.В., Забродская С.В., Мантуров Г.Н., Мишин В.А., Панова Д.В., Перегудов А.А., Семенов М.Ю., Тормышев И.В., Ляпин Е.П.* Формирование системы групповых констант для нейтронно-физических расчетов реакторов на быстрых нейтронах на основе файлов библиотеки РОСФОНД-2020.2. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2024. – № 2. – С. 155–169. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2024.2.13>
8. Описание формата MATXS. Электронный ресурс: <https://t2.lanl.gov/nis/codes/transx-hyper/matxs.html> (дата доступа 08.10.2024).
9. *Conlin J.L.* A Compact ENDF (ACE) Format Specification. Los Alamos National Laboratory. LA-UR-19-29016. – 2022. Электронный ресурс: <https://github.com/NuclearData/ACEFormat/blob/master/ACEFormat.pdf> (дата доступа 08.10.2024).
10. ICSBER Handbook. Электронный ресурс: https://oecd-nea.org/jcms/pl_20291/international-criticality-safety-benchmark-evaluation-project-icsber-handbook (дата доступа 17.09.2024).
11. *Herman M., Trkov A.* ENDF-6 Formats Manual. Report BNL-90365-2009 (ENDF-102) Rev. 1, National Nuclear Data Center Brookhaven National Laboratory, 2010. Электронный ресурс: <https://www.oecd-nea.org/dbdata/data/manual-endf/endl102.pdf> (дата доступа 08.10.2024).
12. *MacFarlane R.E., Muir D.W., Boicourt R.M., Kahler A.C., Conlin J.L., Haack W.* The NJOY Nuclear Data Processing System. Version 2016. Volume I: User's Manual, LA.-UR-17-20093, Los Alamos National Laboratory, 2019. Электронный ресурс: <https://www.njoy21.io/> (дата доступа 08.10.2024).
13. *Синица В.В.* Пакет программ ГРУКОН для переработки оцененных ядерных данных. / Руководство пользователя. // Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский Институт». – 2020, 196 с. Электронный ресурс: https://www-nds.iaea.org/grucon/docs/GRUCON_Manual_Rus_2020_12_09.pdf (дата доступа 08.10.2024).
14. *Мантуров Г.Н., Николаев М.Н., Цибуля А.М.* Система групповых констант БНАБ-93. Часть 1. Ядерные константы для расчета нейтронных и фотонных полей излучений. // ВАНТ. Сер.: Ядерные константы. – 1996. – № 1. – С. 59–98.

Поступила в редакцию 23.10.2024

Авторы

Панова Дарья Владимировна, инженер-исследователь,
E-mail: dvrapanova@ippe.ru

Дьяченко Яна Викторовна, инженер-исследователь 1 категории,
E-mail: yavdyachenko@ippe.ru

Забродская Светлана Васильевна, ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н.,
E-mail: szabrodskaya@ippe.ru

Мантуров Геннадий Николаевич, главный научный сотрудник, д.т.н.,

E-mail: gnmanturov@ippe.ru

Перегудов Антон Александрович, начальник департамента расчетных исследований безопасности, к.т.н.,

E-mail: aperegudov@ippe.ru

Семенов Михаил Юрьевич, ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н.,

E-mail: msemenov@ippe.ru

Сокол Тарас Павлович, инженер-программист 1 категории,

E-mail: tsokol@ippe.ru

UDC 539.172.4

ISIDA Software System for Providing a Constants Base for the Nuclear Facility Calculations

Panova D.V., Dyachenko Y.V., Zabrodskaya S.V., Manturov G.N., Peregudov A.A., Semenov M.Yu., Sokol T.P.

IPPE JSC,

1 Bondarenko Sq., 249033 Obninsk, Kaluga reg., Russia

Abstract

Since the 1960s, activities have been under way at IPPE JSC to provide a constants base for the calculated safety justification of reactor plants for different applications.

A topical issue nowadays is introduction of the ROSFOND-2020.2 and ABBN-RF22 reactor constants bases, as well as of tools for their preparation, verification and validation.

The paper describes the ISIDA software system, which allows one to provide quick access to nuclear data bases and numerical values, and graphic representations of information available in data bases, both directly in the process of their generation and when comparing these with the existing similar data on current versions of global evaluated nuclear data libraries (ENDF/B, JENDL, JEFF, TENDL, CENDL, and others).

Building a new software system for providing constants for calculating the neutronic performance of reactors and the closed nuclear fuel cycle allows resolving a number of essential issues involved in preserving the estimated and experimental data on nuclear cross-sections and their processing methods accumulated in the course of many years.

The ISIDA software system supports the functionality for the graphic data analysis, which is required to investigate the applicability of neutron data files for preparing systems of constants for specific user applications.

With the aid of the software system described in the paper, the user can form (using the NJOY and/or GRUCON processing codes) and evaluate the systems of new reactor constants based on the built-in "Library Testing" algorithm.

The key result of the ISIDA software system development is the establishment of new reactor constant systems for fast reactor calculations and, as a consequence, a better accuracy of reactor performance predictions thanks to a smaller constant component of error.

Keyword: ABBN, ISIDA, ROSFOND, software system, reactor constants, point wise data, group constants.

For citation: Panova D.V., Dyachenko Y.V., Zabrodskaya S.V., Manturov G.N., Peregudov A.A., Semenov M.Yu., Sokol T.P. ISIDA Software System for Providing a Constants Base for the Nuclear Facility

Calculations. *Izvestiya vuzov. Yadernaya Energetika*. 2024, no. 4, pp. 155–167. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2024.4.13> (in Russian).

References

1. IAEA database of evaluated nuclear data. Available at: <https://www-nds.iaea.org/> (accessed Oct. 7, 2024).
2. JANIS nuclear database application. Available at: https://oecd-nea.org/jcms/pl_39910/janis (accessed Oct. 7, 2024).
3. Grebennikov A.N., Krut'ko N.A., Farafontov G.G. Nuclear Data Information-Reference System NDX. *Journal of Nuclear Science and Technology*. 2002, 39, pp. 1462–1467. DOI: 10.1080/00223131.2002.10875381
4. Java programming language. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Java> (accessed Oct. 7, 2024).
5. Zabrodskaya S.V., Ignatyuk A.V., Koscheev V.N., Manokhin V.N., Nikolaev M.N., Pronyaev V.G. ROSFOND – Russian National Library of Evaluated Neutron Data. *Problems of Atomic Science and Technology. Series: Nuclear Reactor Constants*. 2007, no. 1–2, pp. 3–21. Available at: <https://vant.ippe.ru/images/pdf/2007/1.pdf> (accessed Oct. 7, 2024) (in Russian).
6. Manturov G.N., Zabrodskaya S.V., Zuikov A.A., Levchenko Y.V., Melega N.A., Mishin V.A., Panova D.V., Peregudov A.A., Peregudova O.O., Semyonov M.Yu. Development status of the nuclear constants databases for fast reactor calculations on the basis of ROSFOND and ABBN-RF. *Problems of Atomic Science and Technology. Series: Nuclear Reactor Constants*. 2022, no. 3, pp. 19–26. Available at: <https://vant.ippe.ru/images/pdf/2022/issue2022-3-19-26.pdf> (accessed Oct. 8, 2024) (in Russian).
7. Averchenkova E.P., Dyachenko Y.V., Zabrodskaya S.V., Manturov G.N., Mishin V.A., Panova D.V., Peregudov A.A., Semyonov M.Y., Tormyshev I.V., Lyapin E.P. Generating a System of Group Constants for Neutron-Physical Calculations of Fast Reactors Based on ROSFOND-2020.2 Library files. *Izvestiya vuzov. Yadernaya Energetika*. 2024, no. 2, pp. 155–169. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2024.2.13> (in Russian).
8. MATXS format description. Available at: <https://t2.lanl.gov/nis/codes/transx-hyper/matxs.html> (accessed Oct. 8, 2024).
9. Conlin J.L. *A Compact ENDF (ACE) Format Specification*. Los Alamos National Laboratory. LA-UR-19-29016. 2022. Available at: <https://github.com/NuclearData/ACEFormat/blob/master/ACEFormat.pdf> (accessed Oct. 8, 2024).
10. ICSBEP Handbook. Available at: https://oecd-nea.org/jcms/pl_20291/international-criticality-safety-benchmark-evaluation-project-icsbep-handbook (accessed Aug. 17, 2024).
11. Herman M., Trkov A. *ENDF-6 Formats Manual. Report BNL-90365-2009 (ENDF-102) Rev. 1*. National Nuclear Data Center Brookhaven National Laboratory, 2010. Available at: <https://www.oecd-nea.org/dbdata/data/manual-endf/endf102.pdf> (accessed Oct. 7, 2024).
12. MacFarlane R.E., Muir D.W., Boicourt R.M., Kahler A.C., Conlin J.L., Haack W. *The NJOY Nuclear Data Processing System. Version 2016. Volume I: User's Manual*. LA-UR-17-20093, Los Alamos National Laboratory, 2019. Available at: <https://www.njoy21.io/> (accessed Oct. 8, 2024).
13. Sinitisa V.V. *GRUCON program package for processing of evaluated nuclear data. User Manual*. National Research Center “Kurchatov Institute”. 2020, 196 p. Available at: https://www-nds.iaea.org/grucon/docs/GRUCON_Manual_Rus_2020_12_09.pdf (accessed Oct. 8, 2024) (in Russian).
14. Manturov G.N., Nikolaev M.N., Tsubulya A.M. System of group constants of BNAB-93. Part 1. Nuclear constants for calculation of neutron and photon radiation fields. *Problems of Atomic Science and Technology. Series: Nuclear Constants*. 1996, no. 1, pp. 59–98 (in Russian).

Authors

Daria V. Panova, research engineer,

E-mail: dvpanova@ippe.ru

Yana V. Dyachenko, research engineer, 1st category,

E-mail: yavdyachenko@ippe.ru

Svetlana V. Zabrodsкая, leading researcher, Cand. Sci. (Phys.-Math.),

E-mail: szabrodsкая@ippe.ru

Gennady N. Manturov, Chief Researcher, Dr. Sci. (Engineering),

E-mail: gnmanturov@ippe.ru

Anton A. Peregudov, head of department of calculated safety research, Cand. Sci. (Engineering),

E-mail: aperegudov@ippe.ru

Mikhail Yu. Semenov, leading researcher, Cand. Sci. (Phys.-Math.),

E-mail: msemenov@ippe.ru

Taras P. Sokol, software engineer, 1st category,

E-mail: tsokol@ippe.ru