

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРА ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ РФЯЦ-ВНИИЭФ ПО РАЗВИТИЮ МЕЖДУНАРОДНОЙ БИБЛИОТЕКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЯДЕРНЫХ ДАННЫХ EXFOR

Г. Н. Пикулина, С. М. Таова

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Центр ядерно-физических данных (ЦЯФД) функционирует в РФЯЦ-ВНИИЭФ с 1997 г. ЦЯФД входит в международное объединение центров данных по ядерным реакциям, действующее под эгидой МАГАТЭ (Nuclear Reaction Data Centre Network – NRDC) [1]. Основная цель международной сети заключается в распространении информации по ядерным реакциям среди мирового сообщества.

В статье приведено описание деятельности ЦЯФД в рамках NRDC по развитию международной библиотеки экспериментальных ядерных данных EXFOR.

Ключевые слова: экспериментальные данные по ядерным реакциям; взаимодействие нейтронов, заряженных частиц и гамма-квантов с ядрами; база данных; EXFOR; компиляция; программный комплекс; редактор; достоверность числовых данных; программа оцифровки.

ACTIVITIES ON DEVELOPMENT OF THE INTERNATIONAL LIBRARY OF EXPERIMENTAL NUCLEAR DATA EXFOR IN RFNC-VNIIEF CENTER OF NUCLEAR PHYSICS DATA / G. N. PIKULINA, S. M. TAOVA // The Centre of Nuclear Physics Data (CNPD) has been working in RFNC-VNIIEF since 1997. CNPD is a member of the Nuclear Reaction Data Centre Network – NRDC that functions under IAEA [1]. The main goal of NRDC is dissemination of information on nuclear reactions over the world community.

The article describes the CNPD activities on the development of the international library of experimental nuclear data EXFOR as a member of NRDC.

Key words: experimental data on nuclear reactions; interactions of neutrons, charged particles and gamma quanta with nuclei; compilation; software; editor; numerical data validity; digitizer.

Введение

Центр ядерно-физических данных функционирует в РФЯЦ-ВНИИЭФ с 1997 г. [1]. ЦЯФД входит в международное объединение центров данных по ядерным реакциям, действующее под эгидой МАГАТЭ (Nuclear Reaction Data Centre Network – NRDC). Основная цель международной сети заключается в распространении информации по ядерным реакциям среди мирового сообщества.

В обязанности ЦЯФД входят компиляция экспериментальных данных, разработка и поддержка специального программного обеспечения для компиляции ядерных данных, проведение работ по оценке сечений, создание и развитие собственной библиотеки экспериментальных и оцененных данных для термоядерных приложений SaBa [2].

Деятельность ЦЯФД по развитию библиотеки EXFOR в рамках международной сети

центров данных по ядерным реакциям включает в себя следующие направления:

- поиск фактографических данных для ввода в библиотеку EXFOR;
- компиляция экспериментальных данных по ядерным реакциям для библиотеки EXFOR;
- разработка и сопровождение программного обеспечения по вводу и редактированию экспериментальных ядерных данных в формате библиотеки EXFOR;
- распространение информации (знаний) о библиотеке EXFOR (выпуск рекламных проспектов, постеров, иллюстративных материалов о сервисе библиотеки EXFOR, программном обеспечении по вводу и редактированию экспериментальных ядерных данных в формате библиотеки EXFOR).

Компиляция экспериментальных данных

Компиляция экспериментальных данных по ядерным реакциям для международной библиотеки EXFOR – одна из приоритетных задач ЦЯФД. На сегодняшний день библиотека EXFOR является крупнейшей электронной базой экспериментальных данных по взаимодействию нейтронов, заряженных частиц и гамма-квантов с ядрами. В библиотеке EXFOR хранятся экспериментальные данные по интегральным и парциальным сечениям, дифференциальные сечения (угловые распределения, коэффициенты Лежандра, спектры вторичных частиц, дважды дифференциальные сечения и т. д.), выходы продуктов деления, выходы из толстых мишеней, резонансные параметры и т. д. [3]. Кроме того, EXFOR является удобной и эффективной поисковой системой, которая позволяет не только находить и выбирать необходимую информацию, но и проводить различную обработку экспериментальных данных. К январю 2018 г. библиотека EXFOR включала данные более чем по 22 тысячам экспериментов, более 15 миллионов точек данных. Ежегодно ее содержимое пополняется 500–700 работами (Entry) – результатами компиляций, выполняемых центрами ядерных данных [4].

Работы по компиляции экспериментальных данных о взаимодействии заряженных частиц с ядрами начали проводиться в РФЯЦ-ВНИИЭФ с 1973 г. Обработывались данные, получаемые на собственных экспериментальных установках, и данные, публикуемые в различных отечественных и зарубежных источниках. В итоге была создана крупнейшая библиотека по взаимодействию заряженных частиц с ядрами водорода, лития, бериллия и бора. В 1999 г. в результате выполнения работ по проекту Международного научно-технического центра состоялась передача сотен наборов данных из этой библиотеки в международную библиотеку EXFOR.

В то время у ЦЯФД не было своей области ответственности, и перечень работ для компиляции согласовывался с другими центрами, прежде всего, с центром Курчатовского института. Имена работ, откомпилированных в центре, начинаются с буквы «F». Более того, часть работ с буквой «A» в названии также сделана в ЦЯФД.

За годы своего существования центром выполнено большое количество компиляций по публикациям американских и европейских авторов. В течение многих лет ЦЯФД компилировал данные, производимые в странах СНГ. В общей сложности ЦЯФД передал в международную библиотеку EXFOR более 2000 работ [4].

С мая 2014 г. ЦЯФД отвечает за компиляцию всех экспериментальных данных по реакциям на заряженных частицах, производимых на территории России. Центр регулярно сканирует отечественные журналы «Известия Академии наук. Серия физическая» и «Ядерная физика».

Программный комплекс EXFOR-Editor

Компиляция экспериментальных ядерных данных в формате библиотеки EXFOR требует от специалиста знаний сути происходящих физических процессов, владения правилами кодирования информации и ориентирования в 41 словаре кодовых и ключевых слов EXFOR [5]. Необходимо сервисное программ-

ное обеспечение, которое оптимизирует процесс компиляции данных и скрывает для пользователя ограничения со стороны формата за счет интерфейсных функций [6].

С этой целью во ВНИИЭФ был создан специализированный комплекс EXFOR-Editor [7], который объединил в своем составе ранее разработанные программы ЦЯФД и наработки других центров, расширив их дополнительными функциями. Структурная схема комплекса приведена на рис. 1. В него входят программные компоненты, разработанные в ЦЯФД, библиотеки и программы, разработанные секцией ядерных данных (СЯД – NDS) и Банком данных Агентства по ядерной энергии Франции (NEA DB). Это один из первых многофункциональных редакторов для подготовки файлов в формате EXFOR, который широко используется среди других членов сообщества.

Программный комплекс EXFOR-Editor – простой в освоении и использовании инструмент, который эффективно помогает овладеть компиляцией ядерных данных начинающим специалистам. Основная задача EXFOR-Editor заключается в обеспечении целостности и достоверности формата вводимой информации.

Программа ExfData является ядром комплекса EXFOR-Editor и представляет собой

редактор, специально усовершенствованный для работы с файлами в формате EXFOR. Основное окно программы ExfData представлено на рис. 2.

В программе предусмотрено создание EXFOR-файлов при помощи шаблона или мастера. Такая возможность строго регламентирует структуру нового файла в соответствии с правилами EXFOR, что не только облегчает работу начинающим специалистам в области компиляции, но и исключает внесение дополнительных ошибок опытными пользователями. Программа ExfData содержит специальные диалоговые окна для редактирования и ввода информации по ключевым словам, которые предоставляют пользователю следующие возможности:

- вставку текстовой информации непосредственно из статьи через буфер обмена;
- автоматический ввод заранее определенных значений (значений по умолчанию);
- автоматический поиск кодовых значений в словарях EXFOR;
- замену ввода значений в определенных полях при помощи клавиатуры выбором нужной позиции из списка допустимых значений для данного поля.



Рис. 1. Структурная схема программного комплекса EXFOR-Editor

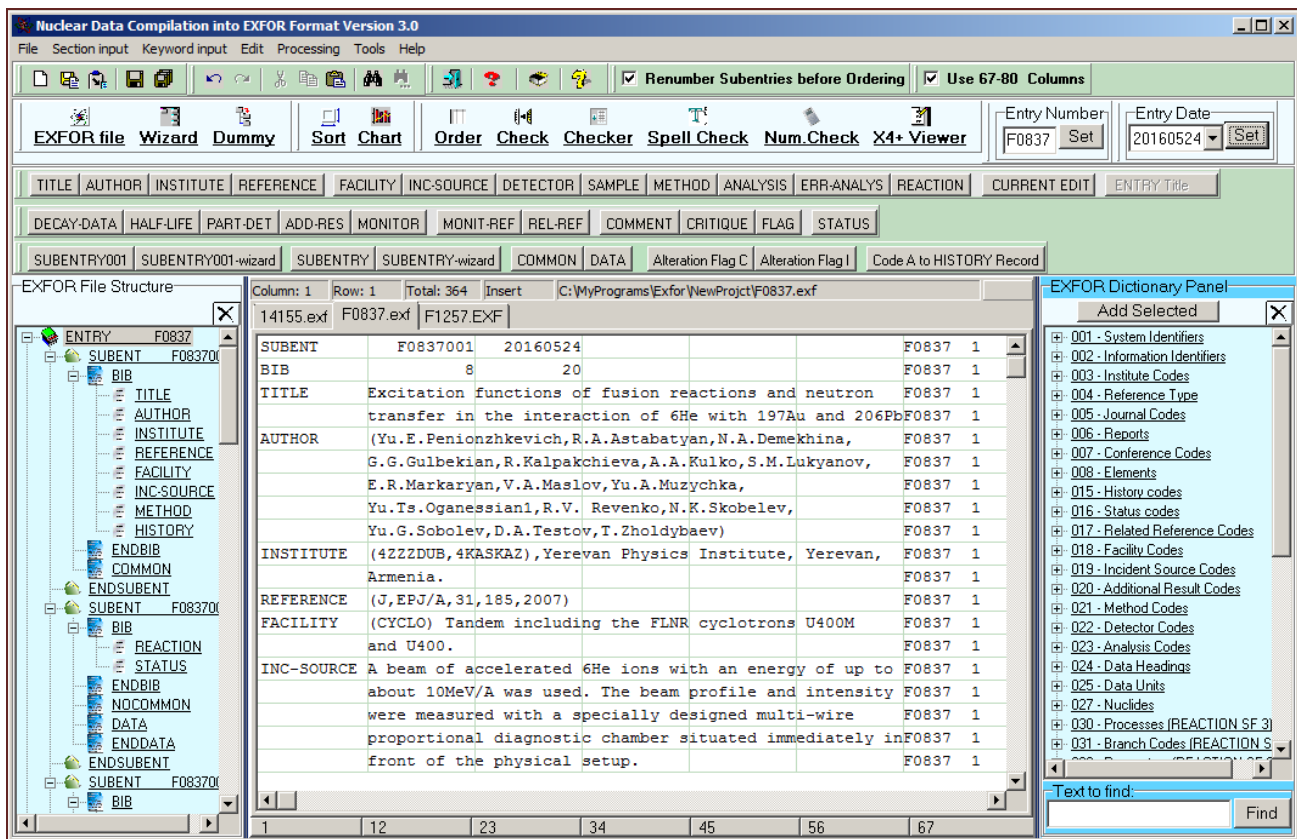


Рис. 2. Основное окно программы ExfData

Для работы с числовыми данными предусмотрен режим электронной таблицы, который осуществляет ввод и редактирование числовых данных, манипулирование со строками и столбцами, проведение расчетов, сортировку значений по трем столбцам, экспорт и импорт таблиц данных. Пример диалогового окна для работы с числовыми данными приведен на рис. 3.

Достоверность числовых данных в табличном режиме обеспечивается за счет контроля корректности ввода числовых значений, проверки на вхождение их в допустимый интервал, задания точности представления числовых значений, исключения числовых данных с совпадающими значениями по всем независимым переменным, прорисовки введенных данных в виде зависимостей на графике.

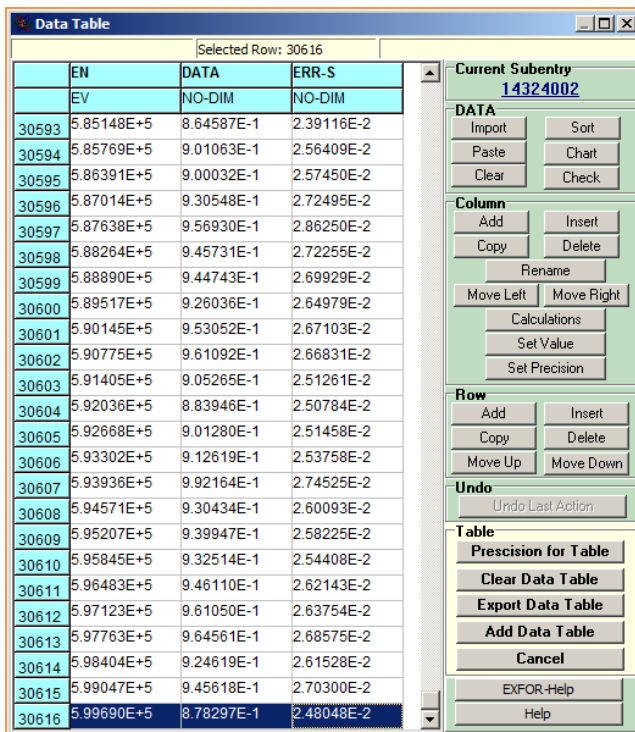


Рис. 3. Диалоговое окно для работы с числовыми данными в табличном режиме

В ходе создания программного комплекса EXFOR-Editor были решены следующие задачи:

- создание удобного, интуитивно понятного интерфейса пользователя;
- разработка специализированного редактора для файлов формата EXFOR;
- создание новых файлов с использованием шаблона или мастера;
- частичная автоматизация ввода информации при помощи специализированных диалоговых окон;
- обеспечение проверки корректности ввода числовых данных;
- защита от необдуманных и ошибочных операций пользователя (предупреждение поль-

зователя, предотвращение ввода ошибочной информации);

- автоматизированный поиск кодовых слов в словарях библиотеки EXFOR;
- разработка системы помощи (подсказки) по работе с программой и по правилам EXFOR-LEXFOR [6];
- обеспечение проверки орфографии и проверки введенных данных на соответствие формату EXFOR.

Для ввода числовых данных, получаемых при сканировании исходных документов или из файлов формата PDF, сотрудниками ЦЯФД в рамках программного комплекса EXFOR-Editor разработана программа InpGraph, основное окно которой представлено на рис. 4.

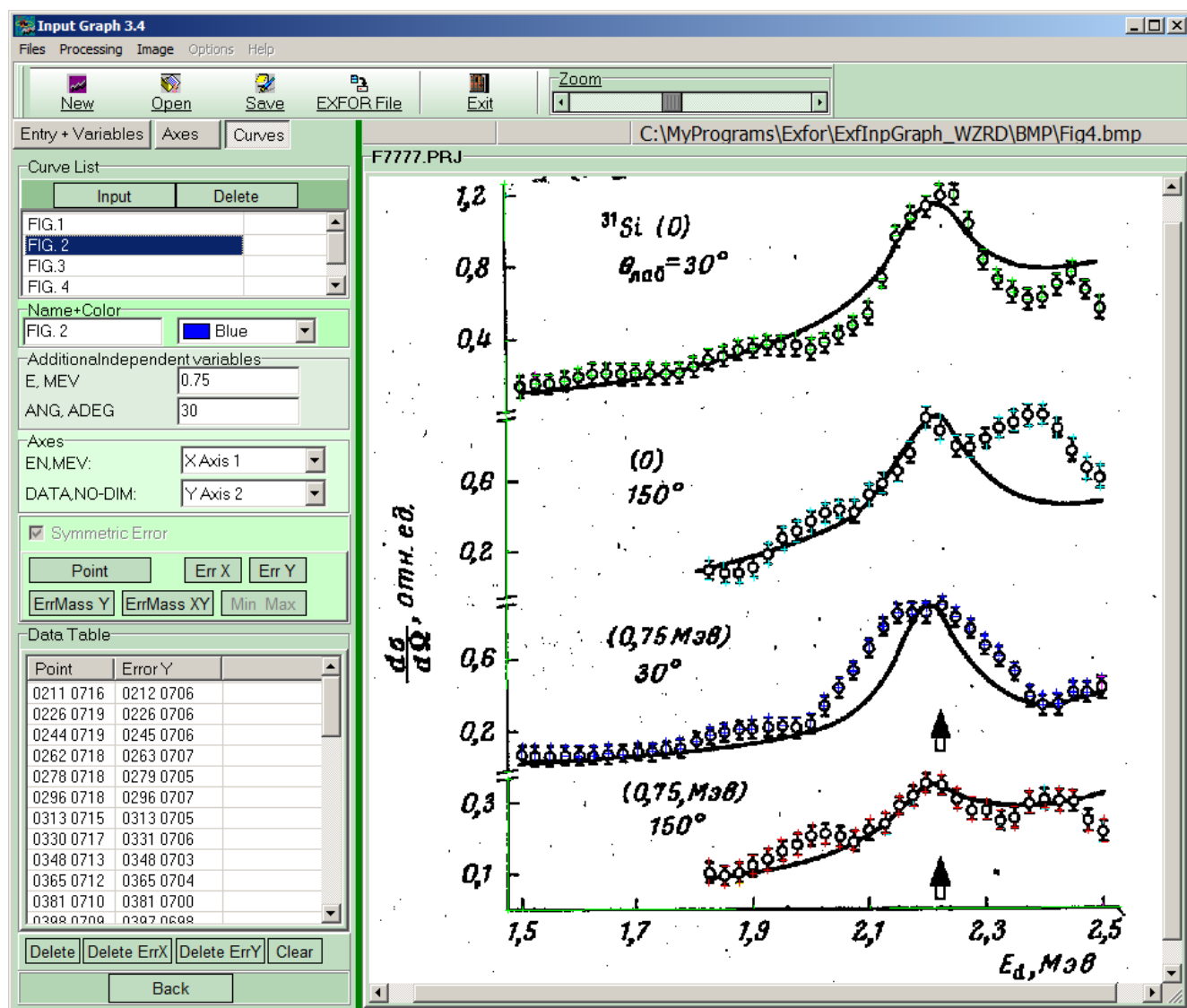


Рис. 4. Основное окно программы оцифровки InpGraph

Основные достоинства программы InpGraph заключаются в следующем:

- обработке графических изображений, получаемых из файлов различных графических форматов (BMP, JPEG, JPG), буфера обмена или копированием выделенной области на экране;

- специальной математической обработке оцифрованных данных для получения числовых значений в координатах физического эксперимента, позволяющей оцифровывать графики плохого качества;

- расчете ошибки оцифровки, которая учитывает систематическую погрешность и ошибку квантования, возникающую при дискретизации изображения;

- задании осей в автоматическом режиме;
- редактировании положений введенных точек;

- обработке графических зависимостей с несимметричными ошибками в точках.

Таким образом, разработанная и отлаженная библиотека алгоритмов по вводу и обработке данных в формате EXFOR является базой, на которой строится и развивается EXFOR-Editor. Будущее развитие программного комплекса EXFOR-Editor заключается в создании и совершенствовании его отдельных модулей при постоянном, уже хорошо зарекомендовавшем себя, базовом программном обеспечении с привычными для пользователя интерфейсом и функциональными возможностями.

Программный комплекс EXFOR-Editor – это результат многолетнего плодотворного сотрудничества между ЦЯФД, СЯД МАГАТЭ и другими центрами данных по ядерным реакциям. Впервые EXFOR-Editor был продемонстрирован на совещании представителей центров данных по ядерным реакциям, проходившем в сентябре 2006 г. в МАГАТЭ в Вене. Уже тогда разработка получила высокую оценку специалистов. Впоследствии сотрудники ЦЯФД многократно демонстрировали программный комплекс на международных школах, посвященных компиляции экспериментальных данных для библиотеки EXFOR.

Распространение информации о библиотеке EXFOR

В рамках работ по пропаганде и распространению знаний о библиотеке EXFOR ЦЯФД совместно с сотрудниками из секции ядерных данных МАГАТЭ разработал и выпустил красочные буклеты на русском и английском языках (рис. 5), содержащие краткую справочную информацию о библиотеке EXFOR. С использованием материалов, предоставленных СЯД МАГАТЭ, издан рекламный постер «From Experiments to EXFOR Users» (рис. 6). Центром выпущены краткие руководства (пошаговые инструкции) для программного комплекса EXFOR-Editor: программ ExfData и InpGraph.



Рис. 5. Буклеты о библиотеке EXFOR

From Experiments to EXFOR users



Рис. 6. Рекламный постер «From Experiments to EXFOR Users»

Список литературы

1. Таова С. М., Пикулина Г. Н. Центр ядерно-физических данных во ВНИИЭФ // Известия РАН. Сер. физическая, 2011. Т. 75. № 7. С. 1081–1083.

2. Zvenigorodskij A. G., Zherebtsov V. A., Lazarev L. M. et al. // Report IAEA-NDS-191, 1999, Vienna.

3. https://www-nds.iaea.org/public/exfor/x4compil/exfor_input.htm

4. https://www-nds.iaea.org/exfor/x4stat/exfor_stat.htm

5. Otuka N., Dupont E., Semkova V. et al. Towards a More Complete and Accurate Experimental Nuclear Reaction Data Library (EXFOR): International Collaboration between Nuclear Reaction Data Centres (NRDC) // Nuclear Data Sheets, 2014, vol. 120, p. 272–276.

6. Schwerer O. EXFOR Formats Description for Users (EXFOR Basics), 2008, IAEA NDS.

7. Пикулина Г. Н., Таова С. М., Дунае-

ва С. А. Оптимизация и обеспечение достоверности формата ввода данных в международную библиотеку EXFOR с использованием программного комплекса EXFOR-EDITOR // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2013. Т. 2, № 1, с. 125–128.

Контактная информация –

Пикулина Галина Николаевна,
старший научный сотрудник ИЯРФ,
РФЯЦ-ВНИИЭФ,
e-mail: otd4@expd.vniief.ru

Статья поступила в редакцию 20.06.18.

Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика ядерных реакторов, 2018, вып. 4, с. 158–164.