

## СЕТЕВАЯ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКАЯ БАЗА ЗНАНИЙ

А.С. Деникин, А.В. Карпов, А.П. Алексеев, В.И. Загребаев, М.А. Науменко, В.В. Самарин

В настоящем докладе представлена разрабатываемая нами «ядерно-физическая база знаний» [1], ориентированная на работу в сети Интернет. Сетевая «база знаний» представляет собой совокупность экспериментальных данных, специальных программ их обработки и фундаментальных моделей атомного ядра и ядерной динамики. Она опирается на общую периодически обновляемую информационную базу экспериментальных данных (свойства отдельных нуклидов, а также дифференциальные сечения различных ядерных процессов), имеет единый дружественный графический интерфейс и включает большое число легко используемых моделей и алгоритмов, описывающих процессы ядерной динамики при низких и промежуточных энергиях. Система доступна через локальные и глобальные компьютерные сети для любого удаленного пользователя и функционирует в многопользовательском режиме. Информационно-поисковая часть «базы знаний» и все модели ядерной динамики отображаются стандартными Web-браузерами, в рамках которых генерируются запросы на запуск расположенных на сервере вычислительных программ и веб-приложений, пересылающих пользователю полученные результаты в виде гипертекстовых страниц с Java-апплетами для визуального отображения данных с использованием всех графических возможностей современных ПК.

Проект создания ядерной базы знаний направлен на решение двух основных задач:

1. Быстрое и наглядное получение экспериментальных данных по свойствам ядер и ядерным реакциям.
2. Возможность анализа экспериментальных данных в рамках общепринятых и надежных моделей ядерной динамики.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью решения этих задач каждым физиком в его повседневной работе. Первая задача сегодня решается, в лучшем случае, следующим образом. Пользователь определяет требуемую текстовую базу, находит нужное ядро и выписывает значение интересующего его параметра. Таким образом, если ему необходимо получить какую-либо систематику по группе ядер (например, энергию отделения 2-х нейтронов от изотопов данного элемента), то при этом необходимо выписать несколько десятков чисел, произвести необходимые вычисления, построить таблицу и, после этого, воспользоваться каким-то графическим пакетом, чтобы получить окончательный график. В разрабатываемой нами базе знаний вся имеющаяся информация о данном ядре отображается на одном экране в графическом и текстовом виде, а систематики ядерных свойств (по группе ядер или по всей карте ядер) получаются мгновенно выбором одного из пунктов меню и воспроизводятся как в графическом (2-х и 3-х мерном), так и в табличном виде.

Более сложные проблемы возникают у физиков при решении 2-ой задачи – анализе полученных данных или планировании нового эксперимента с использованием тех или иных теоретических моделей ядерной динамики. Сегодня существуют весьма эффективные и проверенные алгоритмы обработки низкоэнергетических ядерных реакций и ядерной структуры (оптическая модель упругого рассеяния, метод искаженных волн, метод связанных каналов, статистическая модель распада ядер, оболочечная модель ядра и многие другие). Однако компьютерные программы, реализующие эти алгоритмы, написаны, как правило, на языке Фортран, имеют длинный список инструкций по подготовке вводимых параметров, производят вычисления «вслепую» без возможности наблюдения за динамикой процесса с целью более глубокого ее понимания, а получаемые результаты представляются в табличном виде, требующем их дальнейшей (нередко, длительной) обработки с помощью графических пакетов. Эти программы сложны в эксплуатации и, как правило, используются либо самими разработчиками, либо специально подготовленными специалистами, которых требуется привлекать (иногда со стороны) для обработки и анализа полученных данных. Заметим, что даже теоретикам, хорошо понимающим сами модели, бывает сложно использовать «чужие» алгоритмы для всестороннего анализа, исследуемого ими процесса. Мы создали и теперь развиваем общедоступную систему программ низкоэнергетической ядерной динамики, основанную на принципиально ином подходе.

Общепризнанные и широко применяемые алгоритмы ядерной динамики (такие как оптическая модель упругого рассеяния, метод искаженных волн в применении к реакциям неупругого рассеяния, передач и развала, метод связанных каналов, транспортные уравнения для описания глубоко неупругих реакций и процессов слияния, статистическая модель распада возбужденных ядер, оболочечная модель ядра и т.д.) мы стараемся оформить в таком виде, чтобы они стали доступными и легко используемыми любым неподготовленным (в программном смысле) ученым, работающим в области низкоэнергетической ядерной физики. Совокупность взаимодействующих между собой алгоритмов ядерной динамики опирается на базу экспериментальных данных и управляется единым графическим интерфейсом, образуя все вместе то, что принято называть «базой знаний». Для того чтобы сделать развива-

емую базу знаний независимой от операционной системы и легко доступной для большого числа удаленных пользователей, мы разместили ее на WWW-сервере <http://nrv.jinr.ru/nrv/> и выбрали для ее отображения стандартные Web-браузеры. Сетевая связь нашей базы данных с уже существующими и постоянно обновляемыми ядерными базами [2-4] данных решает проблему ее заполнения. Основное программное обеспечение разрабатываемой базы знаний создается на основе PHP, Java и C++.

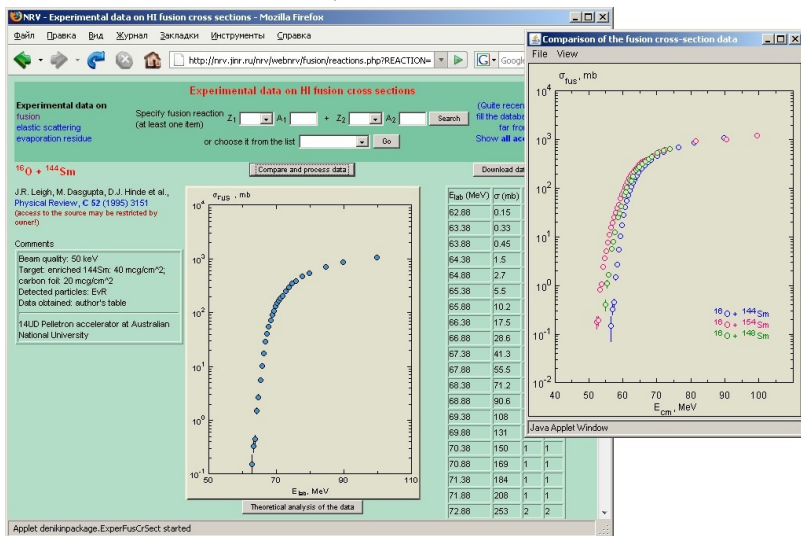


Рис. 1.

Уникальная база данных по сечениям реакций полного слияния и образования испарительных остатков содержит большой объем информации доступной пользователю в графическом и текстовом виде, с возможностью их дополнительной обработки и анализа в рамках теоретических моделей (см. Рис. 1).

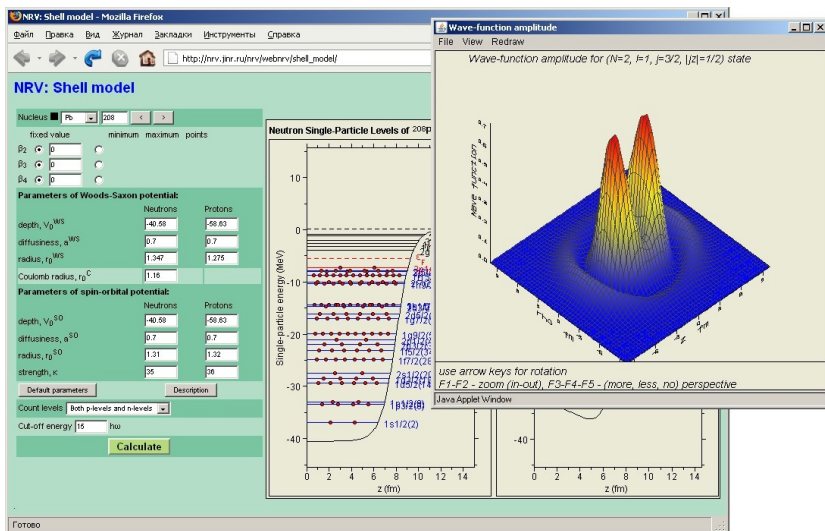


Рис. 2.

ной реакции через Java Script диалог, где он может выбрать массы и заряды сталкивающихся ядер, энергию столкновения, форму потенциальной энергии взаимодействия, индивидуальные характеристики каждого ядра и т.д. Подготовленные данные передаются CGI-приложению, которое запускает расчетную программу, а затем пересылает результаты счета клиенту в виде html-ответа со встроенными интерактивными Java-апплетами. Меню Java-апплетов, отображающих насчитанные данные в графической форме, предоставляет пользователю широкий круг возможностей дальнейшей работы с полученными результатами. Например, при работе с систематиками по группе ядер пользователь может сравнить одновременно данные для разных групп ядер или для всей карты ядер. Нарботанные варианты и полученные данные по желанию пользователя могут быть сохранены на его локальном диске в текстовом и графическом формате для дальнейшего использования.

Пользователю сетевой базы знаний на данный момент доступна интерактивная карта ядер, с помощью которой он может легко и быстро получить на одном экране имеющуюся экспериментальную и теоретическую информацию о данном ядре: спин-четность, энергию связи, время жизни, основные моды распада, радиус и деформации, свойства метастабильных состояний, все известные уровни энергий вместе с их спинами и периодами полураспада. Информация о разных ядрах (текстовая и графическая) выводится в независимые окна, что значительно облегчает ее сравнение и сопоставление. Использование Java-апплетов позволяет непосредственно в окне веб-браузера получать графики различных систематик по изотопам данного элемента, по группе ядер или по всей карте

К настоящему моменту в базе знаний реализованы сетевые версии (1) Классической и Оптической Моделей упругого рассеяния ядерных частиц, (2) метод искаженных волн для реакций неупругого рассеяния ядер, (3) полуэмпирическая модель полного слияния ядер, (4) метод сильной связи каналов для анализа процессов полного слияния, (5) расчет «драйвинг» потенциалов ядро-ядерного взаимодействия, (6) расчет кинематики двух- и трех-тельных каналов реакции, (7) Q-калькулятор для расчета энергетического баланса ядерных реакций, (8) расчет ширин ядерных распадов, (9) оболочечная модель ядра. Работа с ними организована по использованной ранее схеме. Удаленный пользователь формирует входные данные для расчета определен-

Отображение драйвинг-потенциалов и волновых функций оболочечной модели (см. Рис. 2) потребовало реализации на языке Ява специальных алгоритмов и создания утилит для прорисовки топографий и трехмерных графиков многопараметрических функций в рамках встроенного в html-страницу Java-апплета.

Значительные компьютерные ресурсы, затрачиваемые при микроскопических расчетах процессов слияния ядер (длительность такого счета, в частности, может составлять от несколько минут до нескольких часов), требуют особой организации взаимодействия удаленного клиента с вычислительным сервером. Для этого была создана резидентная сервисная служба, запускающая счетные задачи и контролирующая их выполнение. При поступлении клиентского запроса на расчет, он обрабатывается CGI-приложением, которое передает команду резидентной программе на запуск счетного кода с параметрами, полученными от клиента. При этом пользователь получает сообщение о начале вычислительного процесса и по мере его выполнения может отслеживать поступающую ему промежуточную информацию. Данный подход позволяет запускать через web-браузер самые сложные алгоритмы расчета с гарантированным получением конечного результата даже после выполнения многочасового счета.

Таким образом, база знаний является мощным исследовательским инструментом, а, кроме того, может использоваться (и уже используется) в методических целях в учебном процессе при обучении студентов соответствующих физических специальностей. Реализация базы знаний на основе веб-технологий обеспечивает гибкость и многопользовательский режим ее работы. Отработанная структура базы знаний позволяет нам сконцентрироваться в настоящий момент, во-первых, на заполнении баз новыми экспериментальными данными и, во-вторых, на включении в блок научно-физических программ кодов новых теоретических моделей.

Работа поддержана грантом РФФИ № 06-07-89048-а.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. А.С. Деникин, А.П. Алексеев, В.И. Загребав, М.А. Науменко, В.В. Самарин, Материалы Всероссийской научной конференции "Научный сервис в сети ИНТЕРНЕТ", Новороссийск, 18-23 сентября 2006 г., Изд-во Московского Университета, с.211-212
2. National Nuclear Data Center. Brookhaven National Laboratory, <http://www.nndc.bnl.gov/>
3. Atomic Mass Data Center (Orsay), [http://csnwww.in2p3.fr/amdc/amdc\\_en.html](http://csnwww.in2p3.fr/amdc/amdc_en.html)
4. Lund Nuclear Data WWW Service, <http://nucleardata.nuclear.lu.se/nucleardata/>