

НОВЫЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В.В. Варламов, С.Ю. Комаров, Э.И. Кэбин, М.Е. Степанов

Научный сервис, это – организация для специалистов оперативного и эффективного доступа к имеющейся информации, известным данным и, в конечном счете, к накопленному знанию с целью создания максимально «комфортных» условий, в которых специалисты могут продвигаться по пути извлечения новой информации, получения новых данных, выработки нового знания. Очевидно, что успешность продвижения по этому пути в настоящее время во многом определяется уровнем развития современных информационных технологий, то есть технологий хранения и использования информации в самых различных ее видах и формах.

В серии предыдущих докладов [например, 1] нашли отражение результаты деятельности сетевого центра ядерных данных (<http://cdfe.sinp.msu.ru>) – Центра данных фотоядерных экспериментов Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В.Скобельцына МГУ имени М.В.Ломоносова - по развитию современных технологий обработки ядерно-физической информации с использованием возможностей Интернет. Одной из основных задач ЦДФЭ, функционирующего в рамках Сети центров ядерных данных [2] МАГАТЭ, является развитие и совершенствование информационного обеспечения как фундаментальных и прикладных ядерно-физических исследований, так и учебного процесса по подготовке специалистов по таким исследованиям. Эту задачу ЦДФЭ решает с помощью создания разнообразных интерактивных электронных средств, функционирующих в среде Интернет и предоставляющих специалистам различного уровня подготовки доступ к современным точным и надежным экспериментальным данным, теоретическим моделям и различным инструментам их использования. Возможности ЦДФЭ по доступу к международным массивам ядерных данных на сайте «Ядерная физика в Интернете» (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>) используются для развития новых информационных технологий в учебном процессе.

Реляционные базы ядерных данных

Объектами ядерно-физических исследований являются атомные ядра, особенности их строения и свойства, а также процессы их превращения друг в друга. Состояния ядер и процессы их взаимных превращений описываются с помощью большого количества характеристик, которые в той или иной степени требуются для решения многих проблем фундаментальных и прикладных ядерно-физических исследований, разнообразных приложений и в других областях науки и техники, прямо или косвенно связанных с ядерной физикой (радиационные разделы химии, биологии, геологии, биофизики, медицины, экологии и многие другие).

Основными инструментами не только информационного обеспечения ядерно-физических исследований, но самих научных исследований в этой области для ЦДФЭ стали реляционные базы ядерных данных. В настоящее время в ЦДФЭ созданы и постоянно доступны пользователям через Интернет несколько БД различного назначения, содержания и формы представления данных, основными из которых являются следующие [1]:

- «База данных по ядерным реакциям» (<http://cdfe.sinp.msu.ru/exfor/index.php>) содержит полную информацию об огромном количестве разнообразных характеристик ядерных реакций под действием фотонов, нейтронов, заряженных частиц и тяжелых ионов);
- «База ядерно-спектроскопических данных» (<http://cdfe.sinp.msu.ru/services/ensdfr.html>) содержит всю информацию об уровнях атомных ядер и переходах между ними для всех ~ 3500 известных в настоящее время атомных ядер;
- «Параметры основных состояний ядер» (<http://cdfe.sinp.msu.ru/services/gsp.en.html>) -самые современные массовые и другие данные основных состояний ядер, энергии первых изобар-аналогов и другие) по атомным ядрам в целом;
- БД - электронная Карта – “Карта данных о форме и размерах атомных ядер” (<http://cdfe.sinp.msu.ru/services/radchart/radmain.html>) – данные форме и размерах ядер.
- БД «Публикации по ядерной физике» (http://cdfe.sinp.msu.ru/services/nsr/Search_form.shtml) - справочно-библиографическая информация из экспериментальных и теоретических работ по ядерной физике.

В последнее время на основании опыта разработки других систем в ЦДФЭ создается новая электронная Карта [3, 4] - БД «Параметры гигантского дипольного резонанса, сечения фотоядерных реакций» (<http://cdfe.sinp.msu.ru/saladin/gdrmain.html>), содержащая огромное количество специализированных данных (~ 60000 записей (~ 130 Мбт) данных из ~ 20000 публикаций) по основным параметрам гигантских дипольных резонансов, наблюдаемых в сечениях ядерных реакций под действием γ -квантов. ГДР – мощные и отчетливо выраженные максимумы (в деформированных ядрах – двойные) проявляются в сечениях всех фотоядерных реакций на практических всех (за исключением легчайших) атомных ядрах и определяют все особенности

исследования и использования фотоядерных реакций. Основные параметры (энергетическое положение резонанса, его максимальная величина - амплитуда и ширина (полная ширина на половине амплитуды), различные интегральные характеристики) ГДР играют важную роль в разнообразных фундаментальных исследованиях электромагнитных взаимодействий ядер, представляют большой интерес с точки зрения изучения структуры и динамики атомных ядер, механизмов ядерных реакций, востребованы в практических приложениях. В этой связи в ЦДФЭ начато создание нового электронного ресурса – электронной карты (по существу – реляционной БД) основных параметров гигантского дипольного резонанса ядер.

Принципы организации и представления информации в Карте аналогичны принципам, использованным ранее при создании Карты параметров формы и размеров ядер. Основные параметры ГДР представлены для всех исследованных в фотоядерных реакциях ядер, данные рассортированы по основным каналам фоторасщепления ядер в фотоядерных реакциях определенного типа – реакциям полного фотопоглощения (γ, abs) и реакциям с образованием различных количеств нейтронов (γ, xn), (γ, n), ($\gamma, 2\text{n}$), протона (γ, p) и другие (с образованием дейтрона (γ, d), тритона (γ, t) и α -частицы (γ, α)).

Для каждого набора данных приводятся коды библиографических сведений об исходных данных, которые являются ссылками на соответствующие документы созданной ранее полной реляционной БД ЦДФЭ по публикациям (http://cdfe.sinp.msu.ru/services/nsr/Search_form.shtml). Предусмотрена также прямая ссылка на документ БД по ядерным реакциям системы EXFOR (<http://cdfe.sinp.msu.ru/exfor/index.php>), содержащий числовую информацию о соответствующем сечении реакции.

Современные репрезентативные электронные БД, представляющие собой сочетания огромных массивов информации с мощными и гибкими поисковыми системами, открывает многие возможности не только для существенного повышения эффективности информационного обеспечения научных исследований, но и для организации новых исследований, направленных на получения новых данных и, в конечном счете, новых научных знаний. Эти возможности обусловлены, в первую очередь тем, что одновременный доступ к огромным массивам данных и возможность работы одновременно с большим количеством данных, отбираемых по большому количеству признаков и их сочетаний, позволяет задавать к накопленной информации вопросы, которые без такого доступа просто «не приходили исследователю в голову». Ответы на такие вопросы, которые также «не приходили в голову», часто и представляют собой не только новые данные, но и новое знание:

- выявленные на основе совместного анализа результатов многих экспериментов неизвестные ранее систематические закономерности;
- новые данные о параметрах ядер и характеристиках ядерных реакций, оцененные на основе выявленных систематических закономерностей;
- точные и надежные новые данные, полученные на основе объединенной оценки результатов различных экспериментов с учетом их систематических погрешностей,
- оценки результатов экспериментов, которые по тем или иным причинам не были (не могут быть) проведены.

Каждая из описанных БД и созданных при их использовании новых средств научного сервиса используется как эффективное средство получения новой информации, новых данных, новых физических знаний:

- неизвестные ранее свойства ГДР атомных ядер;
- новые данные о соотношениях вероятностей распада ГДР по различным каналам с испусканием нуклонов в различных количествах;
- разнообразные новые характеристики ядерных уровней различной природы;
- неизвестные ранее зависимости характеристик ядерных реакций и радиоактивных распадов от числа нуклонов (протонов и нейтронов) в ядре;
- энергии одночастичных состояний атомных ядер и их заселенности нуклонами (количество нуклонов и наличие вакансий);
- новые (нетрадиционные) магические числа и условия их образования.

Огромный объединенный фонд данных и гибкие поисковые системы позволяют не только эффективно решать задачи, отмеченные выше, но и достаточно просто создавать новые специализированные средства научных исследований и учебного процесса. Так, с использованием данных и поисковых возможностей БД по параметрам основных состояний атомных ядер создан оригинальный инструмент научного и учебного сервиса в области физики ядерных реакций и радиоактивных распадов – «Калькулятор и графическая система для параметров атомных ядер и характеристик ядерных реакций и радиоактивных распадов» (http://cdfe.sinp.msu.ru/services/calc_thr/calc_thr_ru.html). Интерактивный калькулятор позволяющий быстро и точно рассчитывать значения важных характеристик любых ядер, ядерных реакций и радиоактивных распадов, широко используется для решения научно-образовательных задач [5].

Сайт «Ядерная физика в Интернете»

Созданные в ЦДФЭ Интернет – ресурсы активно используются для подготовки соответствующих специалистов в учебном процессе на Отделении ядерной физики Физического факультета МГУ, в частности на Кафедре Общей ядерной физики. Безусловно это имеет свою специфику. Преподаватель постоянно сталкивается с необходимостью модернизировать материал, как из методических соображений, так и в связи с

развитием науки, отслеживать эти изменения и отображать в учебных материалах. Учебное пособие должно постоянно совершенствоваться и отрабатываться. Как правило, бумажные источники издаются малыми тиражами и в лучшем случае доступны ограниченному числу студентов, аспирантов и сотрудников. Очевидно, что использование возможностей Интернет не только для простого размещения публикаций, но и для создания в нем соответствующих научно-учебных электронных ресурсов на порядки увеличивают и саму аудиторию и ее возможности по доступу к актуальной информации.

Силами кафедры Общей ядерной физики при содействии и на технической базе НИИЯФ МГУ создан Сайт "Ядерная физика в Интернете" (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>). В первую очередь он направлен на решение задач образовательного процесса в области физики ядра и элементарных частиц, материалы которого предназначены для студентов физических факультетов классических университетов, изучающих эту науку в рамках общего курса физики.

На сайте широко применены разнообразные Интернет-технологии. Некоторые из них являются простыми и давно известными - размещение необходимых для изучения материалов (лекции, спецкурсы задачи с подробными решениями, описания задач практикумов, различного рода справочные материалы, списки ссылок на ресурсы других сайтов и т.п.). Возможности Интернет в этом случае используются лишь для организации оперативного обновления и эффективного взаимодействия различных разделов. Возможности гипертекста позволяют из собрания отдельных текстов по определенной тематике (в данном случае по физике частиц и атомного ядра и ее приложений) перейти на новый уровень, связав все воедино системой ссылок как внутренних, так и внешних.

Современные информационные технологии сайта включают в себя интерактивные электронные ресурсы (виртуальный практикум, видео-лекции, автоматизированная система самопроверки знаний, так называемая "Шпаргалка для отличника", где весь учебный материал по курсу содержится в приблизительно двухстах специальным образом связанных файлах и др.). Аудио-визуальные представления лекций позволяют оперативно предоставлять обновляемую информацию.

Созданный на сайте виртуальный лабораторный практикум позволяет (хотя бы отчасти) решить проблему недоступности современных лабораторных учебных установок. Так, например, для обучения студентов современным экспериментальным методам физики высоких энергий была поставлена задача виртуального практикума "Рождение и распад Z-бозонов". В задаче используется компьютерная имитация регистрации продуктов протон-протонных столкновений в установке ATLAS на Большом адронном коллайдере (LHC).

На сайте "Ядерная физика в Интернете" опубликованы учебные пособия (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/an/> [5] и <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ndb/>) [6], задача которых - указать путь к современным способам ознакомления с массивами характеристик ядер и ядерных реакций через базы и банки ядерных данных. В пособиях подробно описаны интерфейсы баз данных, в них включены индивидуальные задания по получению целого ряда ядерных данных. Пособие используется в практических занятиях по освоению методов работы с базами данных.

Интеграция интерактивных электронных научно-образовательных ресурсов

Возможности интегрирования адекватных ресурсов Интернет широко использованы на сайте "Ядерная физика в Интернете" при организации специального раздела "Виртуального теоретического практикума" (ВТП).

С целью обучения студентами навыкам доступа к современным точным и надежным экспериментальным данным и анализа и ядерной динамики в рамках современных теоретических подходов ВТП включает в себя специальные разделы: «Центр данных фотоядерных экспериментов (Centre for Photonuclear Experiments Data)», представленный выше, и "Видео ядерных реакций (Nuclear Reactions Video)", созданный сотрудниками Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна). С помощью первого из них студенты получают доступ к различным описанным выше международным реляционным базам данных (БД) по структуре атомных ядер и ядерным реакциям под действием фотонов, нейтронов, заряженных частиц и тяжелых ионов, с помощью второго – к различным теоретическим моделям (ТМ), описывающим свойства ядерных процессов.

Для выполнения работы студент, используя возможности Интернет, выполняет следующие действия:

1. знакомится с соответствующей ТМ реакции, используя материалы лекций и литературу, в том числе и опубликованную в Интернете;
2. запрашивает для выбранной реакции данные из нужной БД ЦДФЭ (<http://cdfe.sinp.msu.ru/>);
3. вводит эти данные в интерфейс "Nuclear Reactions Video" (<http://nr.v.jinr.ru/nrv/>);
4. варьирует параметры ТМ, изучая их влияние на результаты расчетов, добивается наилучшего согласия результатов расчета с экспериментом, анализирует полученные результаты.

Работа выполнена в Лаборатории анализа ядерных данных (Центр данных фотоядерных экспериментов) Отдела электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер НИИЯФ МГУ и частично поддержана грантом РФФИ № 09-02-00368, грантом Президента РФ для научных школ № НШ-485.2008.2 и Госконтрактом № 02.740.11.0242.

ЛИТЕРАТУРА:

1. И.Н. Бобошин, В.В. Варламов, С.Ю. Комаров, Н.Н. Песков, М.Е. Степанов, В.В. Чесноков Труды Всероссийской научной конференции "Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ", Новороссийск, 24-29 сентября 2007 г., Изд-во Московского Университета, с.318-321.
2. V.G. Pronyaev , O.Schwerer «Nuclear Data Centres Network” // IAEA International Nuclear Data Committee, INDC(NDS)-401, Rev. 4, IAEA, Vienna, Austria, 2003.
3. В.В. Варламов, В.В. Вязовский, И.А. Ехлаков, С.Ю. Комаров, Н.Н. Песков, О.В. Семенов, М.Е. Степанов Труды XI Всероссийской научной конференции RCDL;2009, Петрозаводск, 17-21 сентября 2009 г., Изд-во Московского Университета, с.386-392.
4. В.В. Варламов, В.В. Вязовский, С.Ю. Комаров, Н.Н. Песков, М.Е. Степанов Труды Всероссийской научной конференции "Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность", Новороссийск, 21-26 сентября 2009 г., Изд-во Московского Университета, с.445-447.
5. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, С.Ю. Комаров "Атомные ядра" // Учебное пособие. -М, «Университетская книга», 2010, 301с.
6. В.В. Варламов, Н.Г. Гончарова, Б.С. Ишханов "Физика ядра и банки ядерных данных" // Учебное пособие. -М, «Университетская книга», 2010, 245с.