

Новая полная электронная карта данных о форме и размерах атомных ядер*

© И.Н. Бобошин¹, В.В. Варламов¹, Ю. П. Гангрский², С.Ю. Комаров¹, К.П. Маринова²,
Р.И. Султанов¹

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва,

² Объединенный институт ядерных исследований, Дубна Московской области
Komarov@depni.sinp.msu.ru

Аннотация

В Центре данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) НИИЯФ МГУ в рамках программы обеспечения российских пользователей точной и надежной ядерно-физической информации в течение ряда лет созданы несколько полных реляционных баз ядерных данных (БД) [1]. Источниками информации для них служат большие фонды числовых данных, создаваемые и поддерживаемые международной сетью Центров ядерных данных МАГАТЭ [2], участником которой является ЦДФЭ, а также и фонды данных, подготовленных в ЦДФЭ.

Доступ удаленных пользователей ко всем БД осуществляется через специально разработанный Web-интерфейс. Мощные и гибкие поисковые системы этих БД позволяют быстро находить данные, соответствующие огромному количеству признаков и их сочетаний и обрабатывать очень сложные, а иногда уникальные запросы. Вместе с тем они дают возможность решать задачи физики атомного ядра и ядерных реакций, многие из которых без них не могли быть не только решены, но и сформулированы. Это делает их и не только инструментами информационного обеспечения исследований, но и средствами самих исследований. С использованием возможностей расположенных на Web-сервере ЦДФЭ (<http://cdfe.sinp.msu.ru>) БД выполнен целый ряд оригинальных исследований и получена [1, 3] новая интересная информация о свойствах ядер и характеристиках ядерных реакций.

Одной из последних разработкой ЦДФЭ подобного типа является созданная ранее

электронная «Карта квадрупольных ядерных деформаций» [4], впоследствии дополненная современными данными о среднеквадратичных зарядовых радиусах (СКЗР) большого числа ядер и таким образом преобразованная в «Карту параметров формы и размеров ядер» (<http://cdfe.sinp.msu.ru/services/radchart/radmain.html>) – полную коллекцию обсуждаемых данных.

Доклад посвящен краткому описанию новой БД и примеров ее использования для получения новой информации об атомных ядрах.

1 Введение

Как отмечалось в докладе на Конференции по электронным библиотекам в 2006 году [4] широкое применение как в фундаментальных, так и прикладных ядерно-физических исследованиях находит полная реляционная «База ядерно-спектроскопических данных ЦДФЭ» (<http://cdfe.sinp.msu.ru/services/ensdfr.html>). Она основана на информационном фонде Национального центра ядерных данных США, который создается и поддерживается в рамках широкого международного сотрудничества МАГАТЭ и предоставляется всем сотрудничающим центрам. Массив экспериментальных и оцененных данных по структуре ядер ENSDF включает в себя всю опубликованную к настоящему времени информацию (~500 Мб) об уровнях и переходах между ними для всех (~3500) известных в настоящее время атомных ядер – энергии, спины, четности, времена жизни, мультипольности, коэффициенты ветвления и смешивания, вероятности переходов, значения параметра $\log ft$ распадов и многие другие). В результате специально проведенных в ЦДФЭ работ созданная на основе этого массива реляционная БД “Relational ENSDF” была дополнена абсолютно уникальными данными об изоспинах ядерных состояний, квадрупольных моментах Q и параметрах β_2 квадрупольной деформации ядер. Их уникальность заключается в том, что хотя эти данные и содержатся в исходном массиве

ENSDF, однако лишь в его неформализованных разделах, вследствие чего другими информационными системами аналогичного назначения пользователям эта информация не предоставляется.

Особый интерес в последнее время наряду с систематиками характеристик ядерных уровней и оболочек приобрели полные систематики данных о квадрупольных моментах Q ядер и параметрах β_2 их квадрупольной деформации, описывающих форму ядра. Повышенный интерес к общим сведениям о форме атомного ядра, а также к информации о том, как эта форма изменяется при переходе ядра из основного состояния в различные возбужденные состояния, прежде всего, связан с развитием исследований новых видов взаимодействий между нуклонами (протонами и нейтронами) ядра, находящимися на оболочках с различными квантовыми характеристиками. Обнаружено, что некоторые виды такого взаимодействия оказывают влияние не только на форму ядра, но и на формирование целого ряда его свойств и признаков, которые ранее считались принадлежащими лишь некоторым особо выделенным ядрам. В силу этой особенности такие выделенные ядра, у которых число протонов и/или число нейтронов равняется одному из 7 следующих – 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 – были названы магическими. Новые виды протон-нейтронного взаимодействия приводят, в конечном счете, к тому, что вполне определенные свойства магичности [5, 6] обнаруживаются у существенно большего, чем считалось ранее, числа ядер.

В связи с повышенным интересом к информации такого рода, данные о квадрупольных моментах Q атомных ядер и параметрах их квадрупольной деформации β_2 были систематизированы в особую электронную коллекцию. На ее основе была создана принципиально новая база данных – «Карта квадрупольных ядерных деформаций» (<http://cdfc.sinp.msu.ru/services/nsr/defchart/defmain.html>) [4], в которую вошли систематизированные данные обсуждаемого типа из трех авторитетных международных источников [7–9] (~2000 наборов данных для ~1500 ядер). В последнее время эта БД была дополнена данными о зарядовых радиусах ядер и фактически реорганизована в Карту параметров формы и размеров ядер (<http://cdfc.sinp.msu.ru/services/radchart/radmain.html>), которая и представляется в настоящем докладе.

2 Основные принципы представления данных в Карте квадрупольных ядерных деформаций, сохраненные в Карте параметров формы и размеров ядер

Поскольку новые данные о среднеквадратичных радиусах ядер были встроены в Карту квадрупольных ядерных деформаций [4], в настоящем докладе кратко представлены принципы представления данных:

- данные представлены в удобной графической форме, аналогичной форме представления ин-

формации на хорошо известных специалистам так называемых Картах нуклидов – блоки информации, описывающие многообразные спектроскопические свойства (параметры уровней, гамма-линии их распада, моды распада, времена жизни и др.) отдельных ядер, располагаются в пространстве координат «число протонов Z » – «число нейтронов N », при этом каждому ядру соответствует специальным образом окрашенный квадрат – блок информации для конкретного ядра (Z, N);

- используются 4 уровня масштаба, существенно облегчающие выбор интересующей пользователя области значений Z и N . Кроме того, предусмотрены панели быстрого поиска “Fast Search” и (при других масштабах) “Nucleus Search” для задания значений заряда Z и числа нейтронов N (или массового числа $A = Z + N$) конкретного, искомого пользователем, ядра;
- применена специальная расцветка элементов системы по типу традиционной расцветки географических карт. Так, коричневым цветом («горы») обозначены ядра с положительной деформацией ($Q > 0$), то есть вытянутые, синим («морья») – ядра с отрицательной деформацией ($Q < 0$), то есть сплюснутые, зеленым («равнины») – ядра с деформацией нулевой ($Q = 0$) или неизвестного знака;

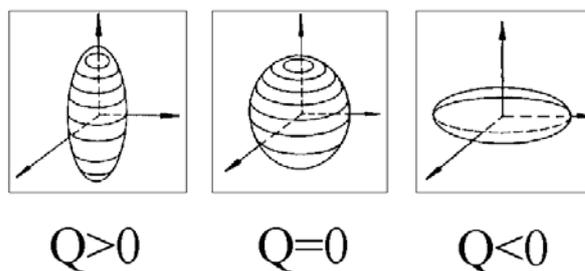


Рис. 1. Возможные варианты формы атомных ядер

- использованные 5 градаций каждого цвета идентифицируют параметры деформации по абсолютной величине – наибольшему значению соответствует более интенсивный цвет;
- предусмотрена панель “Deformation value search”. В данной панели возможно задание знака и диапазона значений параметра деформации β_2 . При нажатии кнопки “Go!” на Карте остаются окрашенными только ядра, имеющие деформацию, параметры которой находятся в заданном диапазоне;
- по умолчанию представление данных из трех указанных выше источников информации с возможностью отключения любого из них;
- по приводимым библиографическим ссылкам в виде уникальных идентификаторов БД ЦДФЭ по публикациям – NSR [10] возможен прямой выход на документы этой справочно-библиографической БД.

3 Данные о зарядовых радиусах в новой Карте

3.1 Источники информации

Среднеквадратичный зарядовый радиус (СКЗР) $R = \langle r^2 \rangle^{1/2}$ является фундаментальной характеристикой атомного ядра, изменение которой в зависимости от числа нуклонов (протонов и нейтронов) ядра часто является индикатором изменения фундаментальных свойств ядерной материи. Для его определения с достаточной точностью применяются различные методы, использующие особенности электромагнитных взаимодействий между ядром и его электронными оболочками. Основными из них являются эксперименты по определению энергий переходов в мюонных (M) атомах, упруго рассеянных электронов (e^-), в которых возможно определение значений именно радиусов $R = \langle r^2 \rangle^{1/2}$, а также эксперименты по измерению энергий рентгеновских КХ-лучей и оптических изотопических сдвигов, в которых определяются разности радиусов $\delta \langle r^2 \rangle^{1/2}$ некоторых сравниваемых ядер.

В связи с этим в электронную карту были включены данные о СКЗР ядер, охватывающие более 700 изотопов ядер 60 элементов ($Z = 2 - 95$, $N = 3 - 148$). Представлены значения СКЗР, полученные тремя разными методами [11–13].

3.2 Организация доступа к данным

Для представления данных Карты оставлена та же [4] удобная графическая форма – расположение наборов данных в координатах «число протонов Z » – «число нейтронов N ».

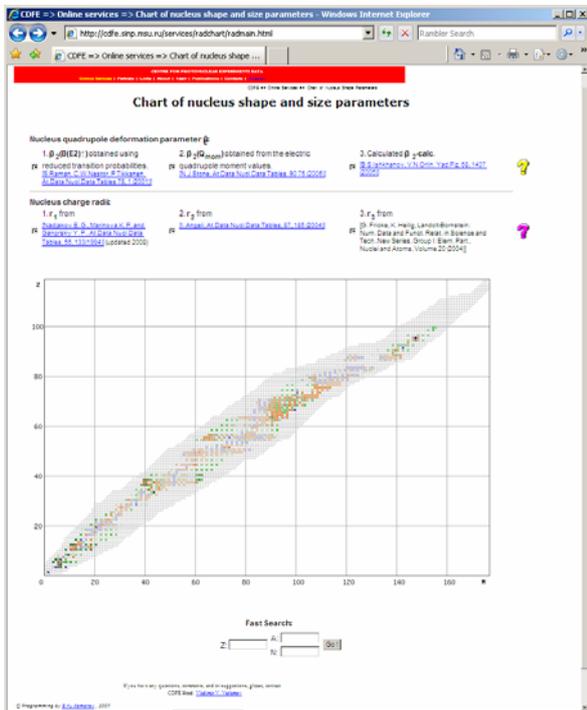


Рис. 2. Главная страница Карты данных о форме и размерах атомных ядер

Была использована та же специальная расцветка элементов Карты, выполненная по аналогии с той, что используется на традиционных географических картах.

Предусмотрены 4 уровня масштаба карты и панель быстрого поиска “Fast Search” для задания значений заряда Z и числа нейтронов N , конкретного ядра.

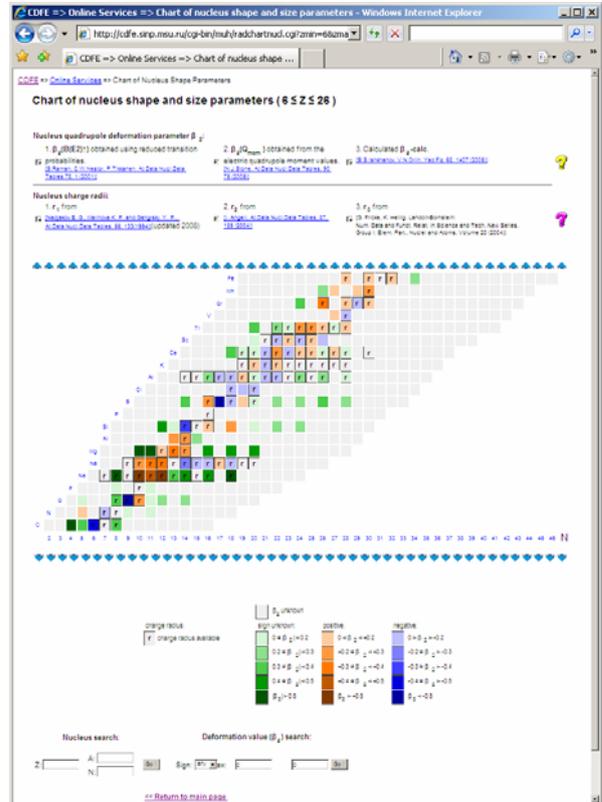


Рис. 3. Третий уровень масштаба Карты

Наличие данных о зарядовых радиусах обозначается следующим способом: в мелком масштабе – дополнительной наклонной чертой (диагональ), в промежуточном масштабе – буквой «r» (рис. 3), в крупном масштабе – подчеркнутым курсивом для названия химического элемента.

3.3 Принципы организации программного обеспечения

Программные средства

Настоящая поисковая система представляет собой глубокую модернизацию Карты [4], выполненную с использованием программных языков Perl, JavaScript, каскадных таблиц стилей CSS и СУБД MySQL.

На главной странице новой Карты (1-й уровень масштаба) сверху представлены 3 источника данных по деформациям и 3 источника по зарядовым радиусам. Пользователь может выбрать один или несколько источников для отображения на карте нуклидов.

При нажатии на ветвь нуклидов, запрос пересылается на сервер ЦДФЭ, в программный модуль

“radchartpol.cgi”, где происходит генерация нужного png-изображения Карты с помощью вспомогательного модуля “radchartpng.cgi” на основе физических данных выбранных источников, и вставка этого изображения в html-страницу (2-й уровень масштаба).

Далее, при выборе пользователем более крупных масштабов карты – 3-го (рис. 3) и 4-го уровней (рис. 4), запрос предварительно обрабатывается модулем JavaScript “tmdef.js”, а затем пересылается на сервер, в программное ядро системы (“radchartnucl.cgi”). В файле “radchartnucl.cgi”, с помощью функций языка Perl происходит разбиение входных параметров запроса, обращение посредством библиотеки DBI в таблицу данных “deformations_new” СУБД MySQL, получение результатов из базы данных, построение html-таблицы, изображающей фрагмент ветви нуклидов, используя файл стилей “chartnucl.css”, и вывод этой таблицы на экран. В таблице стилей “chartnucl.css” располагаются параметры цветовой гаммы ядер. Подсветка выделенных ядер выполняется модулем “tmdef.js”.

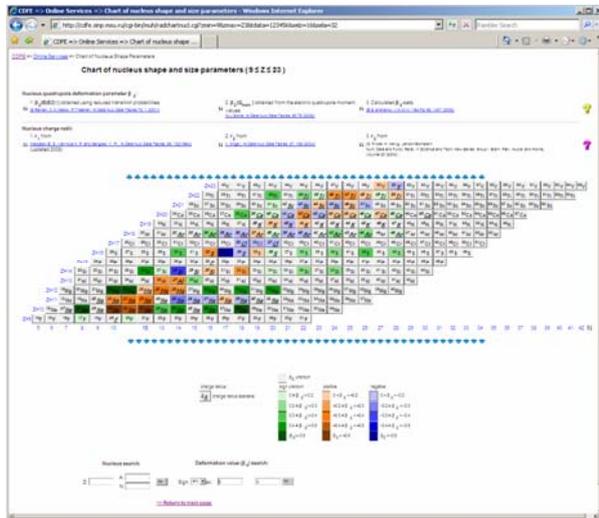


Рис. 4. Четвертый уровень масштаба Карты (область ядер с диапазоном атомных номеров $Z = 9-23$)

Обработка запроса с панелей “Fast Search”, “Nucleus Search”, “Deformation value search” и “Radius value search” (в процессе разработки) расположенных ниже таблицы нуклидов также выполняется сначала программой “tmdef.js”, а потом “radchartnucl.cgi”.

Построение таблиц физических параметров атомных ядер происходит с помощью модуля “radcard.cgi”. При этом снова выполняется запрос в базу данных MySQL, и на его основе происходит создание html-страницы с данными по деформациям и зарядовым радиусам искомого нуклида (рис. 5) и с гиперссылками в информационную систему NSR (“nsrsearch.cgi”).

Специальные кнопки (вопросительные знаки желтого и красного цветов) в правом верхнем углу главной страницы Карты (рис. 2) являются ссылкой

на документы справки (“radhelp.html” и “radhelp.html#rad”), представленные в русском и английском вариантах (русскоязычные варианты – “radhelp.html” и “radhelp_ru.html#rad”, соответственно).

Chart of nucleus shape and size parameters

$\beta_2(Q_{mom})$

Parameter	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4
Q-moment (barn) for 7/2 ⁻ state at E = 0.000 MeV	-0.216 ± 0.009	-0.22 ± 0.01	-0.22 ± 0.002	-0.236 ± 0.002
$\beta_2(Q_{mom})$	-0.136 ± 0.012	-0.139 ± 0.013	-0.139 ± 0.008	-0.149 ± 0.009
NSR Reference:	1971Ch25	1976Er01	2000Ke12	2002M37
Journal Reference:	PR A4 1767 (71)	ZP A276 9 (76)	CPL 329 112 (00)	N.Naturforsch 57a 595 (02)

β_2-calc

Parameter	Data
β_2-calc	-0.096 ± 0

Nucleus radii

Parameter	r_1	r_2	r_3
radius (fm)	3.546 ± 0.0035	3.5459 ± 0.0025	
Reference:	Yu P. Gangrsky et al, HFI 171, 209 (2006); Yu.P.Gangrsky et al, private communication (2008)		
NSRCode:	2006GA47		

Рис. 5. Таблица физических данных Карты для ядра ^{45}Sc

Библиотечный модуль “parcheck.pm” выполняет функции безопасности, отсеивая неприемлемые варианты запросов к программным модулям системы.

4 Новая Карта в ядерно-физических исследованиях

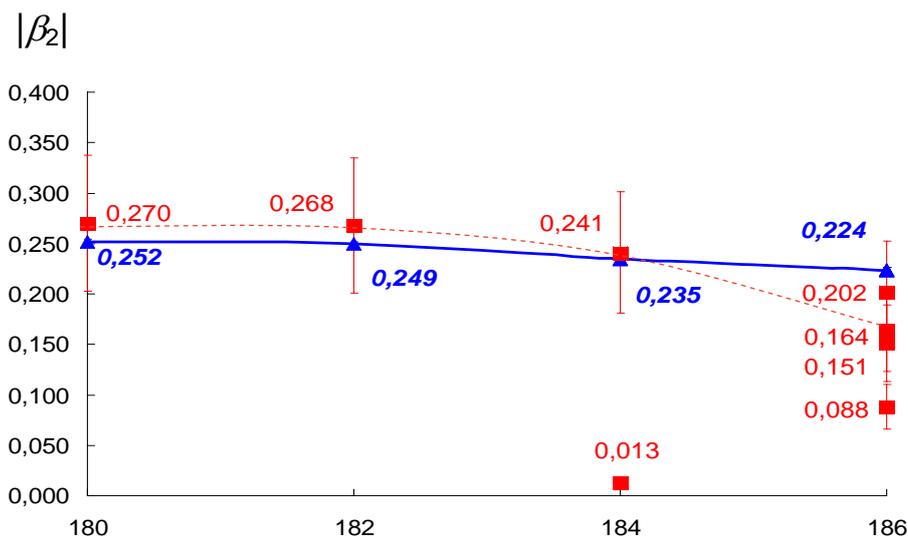
Как отмечалось выше, современные научные БД позволяют быстро находить данные, соответствующие некоторым уникальным признакам, а также и большому количеству относительно простых признаков и их сочетаний. Это позволяет обрабатывать запросы, которые могут быть, с одной стороны, простыми по физическому смыслу, но очень сложными, а иногда и уникальными по составу соотносимых признаков, а с другой стороны, относительно простые по используемым признакам, физический смысл ответов на которые заранее может быть не вполне ясен (ожидаем). Таким образом, развитые научные БД дают возможность решать задачи физики атомного ядра и ядерных реакций, многие из которых без них не могли быть не только решены, но и сформулированы. Это делает их и не только инструментами информационного обеспечения исследований, но и средствами самих исследований [14, 15].

4.1 Систематические расхождения данных о параметрах квадрупольной деформации ядер, полученных различными методами

С помощью новой реляционной БД – электронной Карты ядерных деформаций – были выявлены неизвестные ранее систематические расхождения данных о параметрах квадрупольной деформации ядер, полученных двумя традиционными разными способами, описанными выше – из приведенной вероятности переходов из основного состояния ядра в первое состояние с $J^\pi = 2^+_1$ и из квадрупольных моментов ядер.

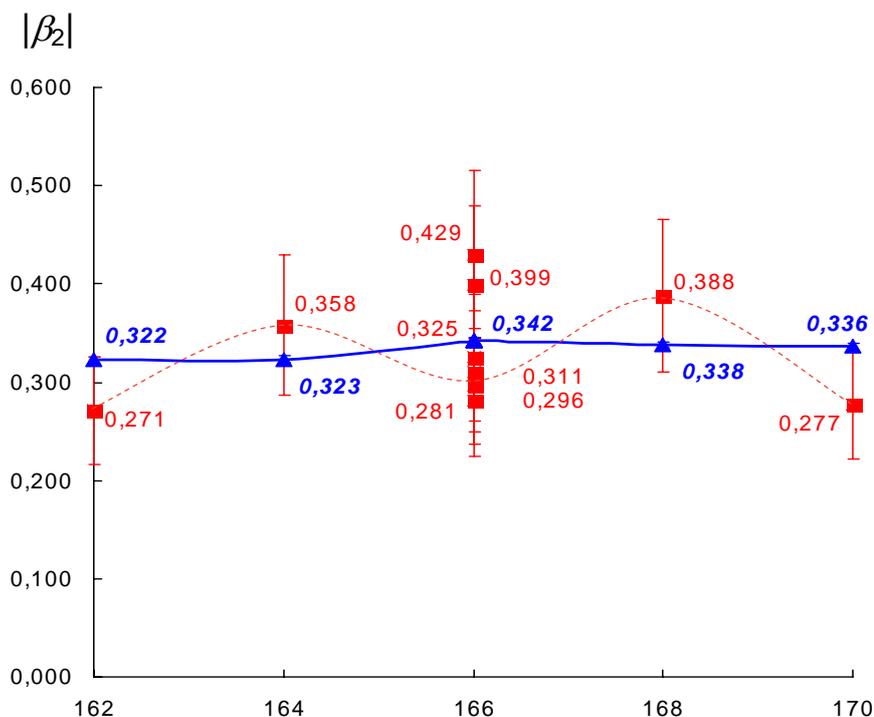
Уже при заполнении данными Карты квадрупольных ядерных деформаций было обнаружено, что все ядра, для которых имеется информация данного типа, четко разделяются (имеется лишь 4 случая некоторого пересечения данных) на две группы по способу ее получения.

На рис. 6 и 7 иллюстрируется практическое совпадение значений параметра квадрупольной деформации для ядер одной группы (представлены данные для изотопов W и Er), а на рис. 8 и 9 – значительные систематические расхождения этих значений для ядер другой группы (представлены данные для изотопов Ge и Sn).



A

Рис. 6. Практическое совпадение данных о параметре квадрупольной деформации, полученных разными методами для ядра ядер W (группа - Ti, Cr, Zr, Nd, Sm, Gd, Dy, Er, W)



A

Рис. 7. То же (что и на Рис. 6) для ядер Er

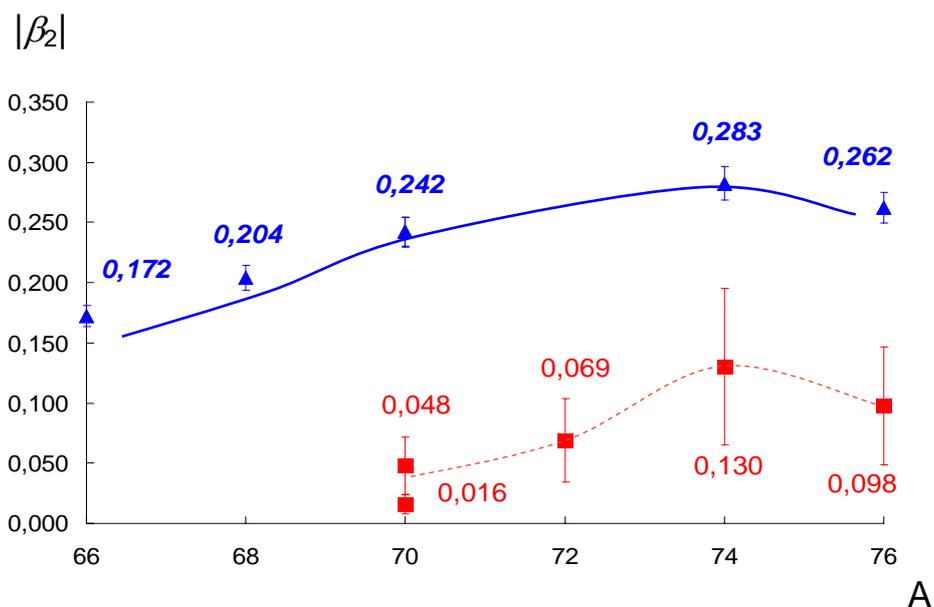


Рис. 8. Систематические расхождения данных о параметре квадрупольной деформации, полученных разными методами для ядер Ge - (группа - C, Si, Ar, Ca, Fe, Ni, Zn, Ge, Se, Kr, Sr, Mo, Ru, Pd, Cd, Sn, Te, Ba, Yb, Hf, Pt, Pb)

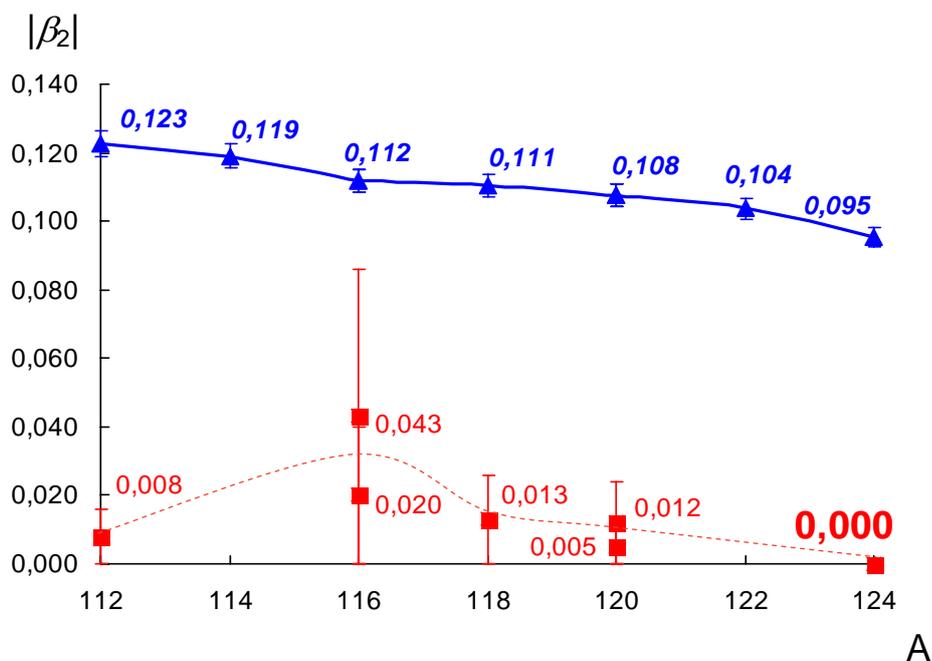


Рис. 9. То же (что и на рис. 8) для ядер Sn

Четкое разделение всех известных ядер на две группы, в одной из которых полученные разными способами значения близки, а во второй - значительно различаются (в пользу первого), может свидетельствовать [16] о проявлении в ядрах второй группы такого не изученного пока явления, как нулевые колебания поверхности ядра в основном состоянии.

Такие данные дают основания также и для обоснования зависимости этого явления от таких также не изученных характеристик ядерного вещества, как «жесткость» или «рыхлость».

4.2 Особенности зарядовых радиусов новых магических ядер

Хорошо известно наличие так называемых магических ядер, имеющих магические числа нуклонов (или протонов, или нейтронов, или тех и других – дважды магические ядра) – 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126. Они имеют ряд специфических свойств, отличающих их от соседних изотопов и изотонов – меньшие размеры (радиусы), большая сферичность (меньшая деформация), большая устойчивость, особенные значения энергий отделения нуклонов и первых (самых нижних) уровней со спином и четностью $J^\pi = 2^+$.

На полной систематике данных по основному параметру магичности – энергии первого уровня с $J^\pi = 2^+$, полученной из ядерно-спектроскопической БД было установлено [17], что во-первых, таким классическим магическим ядрам отвечают специфические области вдоль прямых линий при соответствующих магических значениях числа протонов Z и числа нейтронов N . Однако кроме таких областей вдоль прямых линий имеются отчетливые замкнутые области – «острова магичности» при определенных парах магических чисел Z и N , некоторые из которых отличаются от перечисленных выше 7 магических чисел. Было показано, что такие области соответствуют новым дважды магическим ядрам то есть таким, которые имеют многие типичные свойства классических магических ядер, но не предусмотрены традиционной оболочечной моделью. С

помощью ядерно-спектроскопической БД такие ядра могут быть обнаружены, например, по характерным особенностям расположения как низколежащих состояний (например, уровней с выделенными значениями спина и четности – $J^\pi = 2^+$), так и самых верхних (вблизи границы Ферми) одночастичных состояний (подоболочек и оболочек). К настоящему времени таких ядер установлено уже довольно много – $^{92,94,96,98}\text{Zr}$, $^{90,92,94,96}\text{Sr}$, $^{26,28,30}\text{Si}$, ^{30}Si , $^{14,16,24,28,40,48}\text{O}$, ^{14}C и др.

Описываемая БД параметров формы и размеров ядра также может быть использована в таких исследованиях. Рис. 10 дает наглядное представление о том, как, например, одно из самых заметных ядер этого ряда новых магических – ^{96}Zr – выделяется среди соседних с ним изотопов и изотонов меньшими размерами.

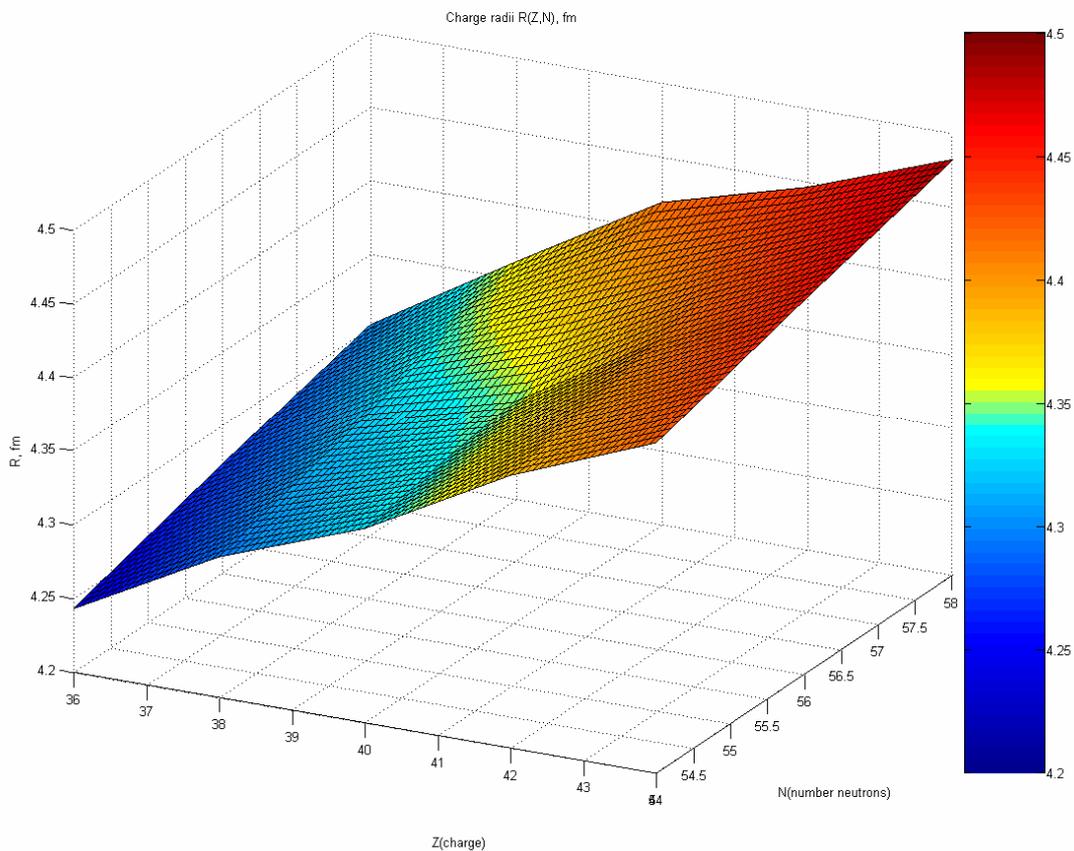


Рис. 10. Систематика значений зарядового радиуса для ядер в окрестности нового магического ядра ^{96}Zr . Хорошо видно, что это ядро достаточно отчетливо отличается меньшими размерами от своих соседей и по числу протонов Z (изотонов) и по числу нейтронов N (изотопов)

4.3 Систематики зарядовых радиусов ядер различных областей массовых чисел A

Характерная особенность магических ядер, заключающаяся в том, что они имеют меньшие по сравнению с соседями размеры также могут быть весьма наглядно иллюстрированы информацией из БД.

На рис. 9 представлен пример систематики зарядовых радиусов в области ядер с $Z = 3-30$. Ясно видны особенности (уменьшение среднеквадратичных

радиусов) именно в областях классических магических чисел (в данном случае – чисел нейтронов) 8, 20, 28.

Весьма интересно отметить, что вполне отчетливо выраженные особенности обсуждаемого типа наблюдаются и для числа нейтронов $N = 14$. Это число активно обсуждается в последнее время в качестве кандидата в новое магическое. В списке новых магических ядер, приведенном в предыдущем разделе, этому новому магическому числу ней-

тронов ядро ^{30}S , имеющее также новое магическое число протонов $Z = 16$.

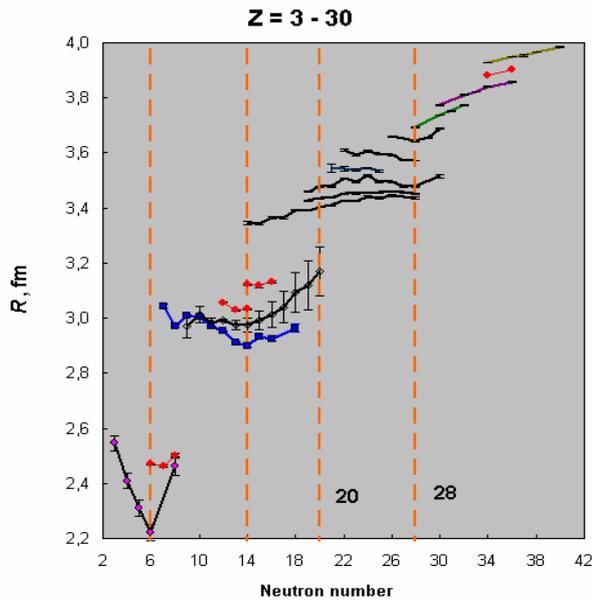


Рис. 9. Систематика зарядовых радиусов изотопов ядер, имеющих число протонов в области 3–30

5 Заключение

С использованием большого числа данных из авторитетных международных компиляций, систематизирующих информацию о форме (квадрупольные моменты и параметры квадрупольной деформации) и размерах (зарядовые радиусы) в Центре данных фотоядерных экспериментов НИИЯФ МГУ создана новая реляционная БД, постоянно доступная пользователям в среде Интернет.

Показано, что даже БД относительно скромного содержания – параметры формы ядер – предоставляют пользователям новые, достаточно нетрадиционные, в чем-то уникальные возможности проведения научных исследований, которые без таких БД были бы невозможны или, по крайней мере, существенно затруднены.

Безусловно, что своеобразные аналитические (или предсказательные) возможности БД, в первую очередь, определяются разнообразием и полнотой содержащейся в ней информации – наибольшее число интересных и оригинальных проблем было решено с помощью возможностей таких универсальных полных современных научных БД, какой является полная реляционная «База ядерно-спектроскопических данных ЦДФЭ “Relational ENSDF” (<http://cdfc.sinp.msu.ru/services/ensdf.html>)», кратко представленная выше.

К настоящему времени перечень конкретных случаев получения новых данных, новой информации, нового знания с помощью запросов различной сложности к достаточно полным научным БД достаточно велик, однако и скромные случаи, описанные в настоящем докладе, позволяют характеризовать развитые научные базы как средства не только информационного обеспечения научных исследований, но и самих исследований.

Литература

- [1] Труды Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ». И.Н. Бобошин, В.В. Варламов, С.Ю. Комаров и др., 2007, с. 318.
- [2] Ed. by V.G. Pronyaev, The Nuclear Data Centres Network. IAEA Nuclear Data Section, INDC(NDS)-401, IAEA, Vienna, Austria, 1999.
- [3] В.В. Варламов, И.Н. Бобошин. Базы данных как метод исследования. *Природа*, № 12 (2005) 29.
- [4] Труды Восьмой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» И.Н. Бобошин, В.В. Варламов, С.Ю. Комаров и др., 2006, с. 145.
- [5] I.N. Boboshin, V.S. Ishkhanov, V.V. Varlamov. *Ядерная физика*, 67 (2004) 1872.
- [6] О.В. Беспалова, И.Н. Бобошин, В.В. Варламов, Т.А. Ермакова, Б.С. Ишханов, Е.А. Романовский, Т.И. Спасская. *Известия РАН, серия физическая*, 69 (2005) 123.
- [7] S. Raman, C.W. Nestor, P. Tikkanen. *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 78 (2001) 1.
- [8] N.J. Stone. *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 90 (2005) 75.
- [9] Б.С. Ишханов, В.Н. Орлин. *Ядерная физика*, 68 (2005) 1407.
- [10] Всероссийская научная конференция «Научный сервис в сети Интернет». В.В. Варламов, С.Ю. Комаров, С.Б. Семин и др. 2003, с. 52.
- [11] E.G. Nadjakov, K.P. Marinova, Yu.P. Gangrsky. *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 56 (1994) 133; K. P. Marinova, Yu. P. Gangrsky, data updated, private communication, 2008.
- [12] I. Angeli. *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 87 (2004) 185.
- [13] G. Fricke, K. Heilig. *Landolt-Bornstein: Numerical Data and Functional Relations in Science and Technology. New Series, Group I: Elementary Particles, Nuclei and Atoms, Volume 20* (2004).
- [14] В.В. Варламов, И.Н. Бобошин. Базы данных как метод исследования // *Природа*. – 2005, № 12. – С. 29–38.
- [15] Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал – Смоленск: СГМА, 2000, том. 3, вып. 3. И.Н. Бобошин, А.В. Варламов, В.В. Варламов, Е.М. Иванов, М.Е. Степанов, В.В. Чесноков. Ядерно-физические исследования и электронные информационные ресурсы в Интернет. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-6.html/VARLAMOV/varlamov.htm>.
- [16] Proceedings of the International Conference on Nuclear Data for Science and Technology, April 22–27, 2007, Nice, France. I. Boboshin, V. Ishkhanov, S. Komarov, V. Orlin, N. Peskov and V. Varlamov. DOI: 10.1051/ndata:07103, p. 65.
- [17] И.Н. Бобошин, В.В. Варламов, С.Ю. Комаров и др. *Известия РАН, серия физическая*, 71 (2007) 334.

New complete electronic Chart of Data on Shape and Values of Atomic Nuclei

I.N. Boboshin, V.V. Varlamov, Yu.P. Gangrsky,
S.Yu. Komarov, K.P. Marinova, R.I. Sultanov

Several complete relational nuclear databases (DB) were produced at the Centre for Photonuclear Experiments Data (Centr Danykh Fotoyadernykh Eksperimentov) of Lomonosov Moscow State University Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics in the frame of program of giving exact and reliable nuclear physics information to the Russian users. Sources of data are both the large numerical data funds produced and managed by the international IAEA Nuclear Data Centers Network, participants of which is the CDFE and the CDFE's data.

All DB are available to users through the specially developed Web-interface. Powerful and flexible Search Engines give to one possibility to find rapidly the data in accordance with large amount of data features and their combinations and process very complicated and sometimes unique queries. At the same time they give to one possibility to solve atomic nuclei and nuclear physics tasks that could not only solved but formulated without those DB. That means that such DB are the tools not only of research informational support but of research themselves. Several original scientific research [1–3] have been carried out and new interesting information on properties of atomic nuclei and features of nuclear reactions has been obtained using the possibilities of CDFE DB (<http://cdfe.sinp.msu.ru>).

One of the last CDFE product of type under discussion is the “Chart of Quadrupole Nuclear Deformations” [4] later have been added by modern mean-root-square charge radii data for many nuclei and therefore transformed into the “Chart of Nucleus Shape and Size Parameters” – (<http://cdfe.sinp.msu.ru/services/radchart/radmain.html>) – complete collection of data under discussion.

The talk is devoted to the short description of new DB and examples of its using for obtaining new information on atomic nuclei.

* Работы выполнялись в Лаборатории анализа ядерных данных (Центр данных фотоядерных экспериментов) Отдела электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер НИИЯФ МГУ и были частично поддержаны несколькими грантами РФФИ (№№ 99-07-90015, 03-07-90431, 04-02-16275, 04-07-99601), а также грантами Президента РФ для научных школ №№ НШ-1619.2003.2, НШ-5365.2006.2 и НШ-485.2008.2.