

УДК 539.17

## НОВАЯ БАЗА ДАННЫХ (ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА) ПО ОСНОВНЫМ ПАРАМЕТРАМ ГДР

© 2012 г. В. В. Варламов, С. Ю. Комаров, Н. Н. Песков, М. Е. Степанов

*Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына  
Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова,  
E-mail: Varlamov@depni.sinp.msu.ru*

Создана новая электронная Карта основных параметров (энергия, амплитуда, ширина, интегральное сечение) гигантских дипольных резонансов (ГДР) атомных ядер. Для всех исследованных в фотоядерных реакциях ядер представлены данные о соответствующих резонансах, проявляющихся в сечениях реакций основных каналов возбуждения и распада ГДР ядер – реакциях полного фотопоглощения ( $\gamma,abs$ ) и реакциях с образованием нейтрона ( $\gamma, xn$ ), ( $\gamma, n$ ), ( $\gamma, 2n$ ), протона ( $\gamma, p$ ), а также и других (с образованием дейтрона ( $\gamma, d$ ), тритона ( $\gamma, t$ ) и  $\alpha$ -частицы ( $\gamma, \alpha$ )). Карта снабжена удобным и эффективным инструментом масштабирования – “электронной лупой”, позволяющей существенно облегчить пользователю навигацию по интерактивной Карте. Через таблицу результатов обработки поискового запроса Карта связана с несколькими другими базами данных (БД), содержащими информацию как о реакции, в сечении которой наблюдался ГДР, так и о ее начальном и конечном ядрах, а также с соответствующей международной справочно-библиографической БД.

В НИИЯФ МГУ в течение ряда лет функционирует Центр данных фотоядерных экспериментов вместе с тремя другими российскими организациями (Центр ядерных данных ГНЦ РФ-ФЭИ, Обнинск, Центр ядерно-физических данных РФЯЦ ВНИИЭФ, Саров и Центр атомных и ядерных данных РНЦ “Курчатовский институт”, Москва) являющийся участником Сети (<http://www-nds.iaea.org/nrdc/>) Центров ядерных данных МАГАТЭ [1].

Термин “фотоядерный” в названии ЦДФЭ соответствует его специализации и основным обязательствам в международном сотрудничестве – обработка, анализ, оценка и распространение данных по реакциям под действием налетающих фотонов низких и средних энергий. В этой связи особое внимание ЦДФЭ в течение ряда лет уделяет не только пополнению базы данных (БД) по ядерным реакциям международной системы “EXFOR” фотоядерными данными, но и созданию специализированной БД по основным параметрам гигантских дипольных резонансов (ГДР) атомных ядер. Эта БД содержит информацию об основных параметрах гигантских дипольных резонансов (ГДР) ядер – энергетическое положение, абсолютная величина (амплитуда), ширина и некоторые интегральные характеристики, которые 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 связи с большой востребованностью таких данных в ЦДФЭ ранее была создана [2, 3] база данных (БД) “Параметры Гигантского Дипольного Резонанса. Сечения фотоядерных реакций” (<http://cdfc.sinp.msu.ru/services/gdrsearch.html>), содержащая большое количество данных об основных параметрах ГДР. Банк соответствующих данных по основным параметрам ГДР атомных ядер является собственной уникальной разработкой ЦДФЭ НИИЯФ МГУ, и аналогичная информация больше нигде не представлена. Источником информации при его создании служили разнообразные печатные и электронные издания, содержащие соответствующие данные [4–7]. Поисковая система БД состояла из пользовательского интерфейса, реализованного в виде запросной формы и обрабатывающего введенные в нее данные поискового сценария. Созданная таким образом система обеспечивала надежный поиск записей, отвечавших заданным пользователем критериям, и представляла их в удобной форме. В поисковой системе была реализована удобная связь с поисковыми системами некоторых других БД, также созданных в ЦДФЭ – БД по ядерным реакциям международной системы EXFOR и международной справочно-библиографической БД NSR (Nuclear Science References) – реализованная в виде html-ссылок в соответствующих столбцах таблицы с результатами обработки пользовательского запроса.

Использование в течение ряда лет данной БД показало высокую эффективность и большое удобство ее использования с целью информационной поддержки фотоядерных и смежных ис-

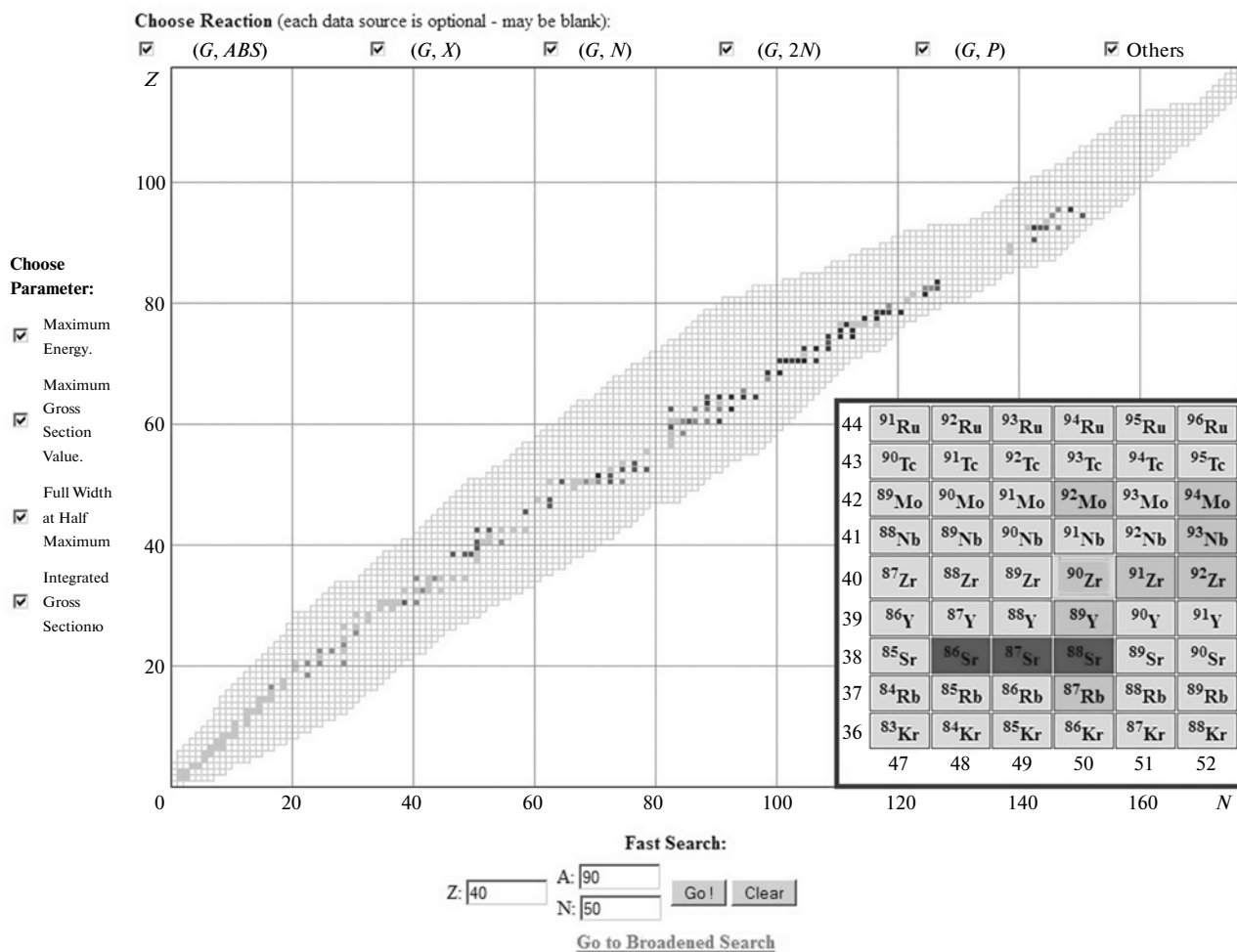


Рис. 1. Интерфейс электронной Карты основных параметров ГДР с электронной лупой и окном быстрого поиска.

следований. Вместе с тем опыт эксплуатации БД сделал необходимым формулировку ряда требований для серьезного повышения ее удобства и функциональности. Кроме того, со временем появились новые технологии, позволяющие значительно усовершенствовать поисковую систему, реализовав в ней графическое представление данных. В связи с этим несколько лет назад были начаты работы по созданию нового представления БД с поисковой системой, которая бы отвечала этим требованиям. В результате на основе прежней БД была создана [3] принципиально новая информационная система – электронная “Карта основных параметров гигантского дипольного резонанса ядер”, сочетающая преимущества предыдущей поисковой системы с табличной формой запросов и удобство новой графической формы.

Тогда как старый вариант системы использовал набор заранее заготовленных графических файлов, отвечавших состоянию базы на момент их создания, новый использует изображение, создаваемое в момент обращения пользователя, и

потому отвечает самому актуальному информационному фонду базы данных основных параметров гигантского дипольного резонанса.

В новой электронной Карте (рис. 1) блоки информации, описывающие свойства ГДР отдельных ядер, расположенные в координатах “число протонов  $Z$ ” – “число нейтронов  $N$ ”. Удобства новой графической системы представления данных в электронной Карте заключаются в следующем:

- сортировка данных по основным фотоядерным реакциям – реакциям полного фотопоглощения ( $\gamma,abs$ ) и реакциям с выходом нейтронов ( $\gamma,xn$ ), ( $\gamma,n$ ), ( $\gamma,2n$ ), протона ( $\gamma,p$ ) и ряда других позволяет эффективно ориентироваться в разделах информационного фонда;

- выделение основных параметров ГДР определенными цветами (энергия – зеленый, величина (амплитуда) – коричневый, ширина на половине высоты – красный, интегральное сечение – синий) позволяет эффективно работать с необходимыми параметрами сечений реакций;

– выделение с помощью интенсивности используемых цветов диапазонов количественных значений параметров ГДР позволяет сочетать качественный выбор данных с определенными количественными оценками с самого начала просмотра данных в электронной Карте;

– по умолчанию выдаются все доступные данные, однако могут быть выделены или определенный канал или любое сочетание каналов;

– масштабирование новой Карты реализовано с помощью уникального инструмента навигации – электронной лупы, отображающей во вспомогательном окне окрестность выбранного пользователем ядра (рис. 1); содержимое окна электронной лупы 54 ячейки ( $6 \times 9$ ), расположенные в координатах ( $N, Z$ ), отвечающие конкретным изотопам, окрашенные с сохранением стилей карты) создает эффект увеличительного стекла: во вспомогательном окне воспроизводится увеличенная окрестность карты, содержащая интересующее пользователя ядро.

Преимущества поисковой системы с табличной формой запросов предыдущей БД были усовершенствованы и развиты. При выборе ядра на карте основных параметров гигантского дипольного резонанса одновременно с открытием вспомогательного окна “электронной лупы”, параметры  $Z, N$  и  $A$  выбранного ядра автоматически заполняются в поля (рис. 1) панели “Быстрый поиск” (“Fast Search”).

Под панелью “Fast Search” расположена html-ссылка (“Go to Broadened Search”) на форму расширенного запроса, связывающая карту основных параметров гигантского дипольного резонанса с новой формой расширенного запроса (рис. 2).

Панель “Fast Search” реализована в виде запросной формы из трёх элементов характеристик искомого ядра “ $Z$ ”, “ $N$ ”, “ $A$ ”. При этом поля “ $N$ ” и “ $A$ ” являются альтернативными: если пользователь заполняет одно из них, то возможность заполнить другое у него пропадает, что позволяет избежать “некорректных” запросов, когда  $Z + N \neq A$ . В новой запросной форме поисковой системы основных параметров ГДР реализован поиск по всем типам данных, имеющихся в базе данных (рис. 2):

– номер соответствующего раздела (EXFOR number) международной базы данных по ядерным реакциям;

– заряд ядра  $Z$ ;

– массовое число ядра  $A$ ;

– реакция (Reaction);

– энергия максимума (Maximum Energy) резонанса;

– ширина (Full Widht at Half Maximum) резонанса;

– интегральное сечение (Integrated cross section));

– первый момент интегрального сечения (First Momentum of Integrated Cross Section);

– ссылка/год (Reference/Year) публикации;

– код ссылки международной БД по публикациям (NSR Keyno);

– фамилия первого автора (First Author) публикации.

В усовершенствованной поисковой системе доработана форма расширенного запроса по следующим направлениям:

– поиск по всем параметрам, заложенным в базе, а также по произвольному набору отдельных значений параметров и их диапазонов;

– вместо поиска по отдельному значению или единичному диапазону значений возможен поиск по параметрам, произвольным по длине и по порядку их комбинации;

– вводимые параметры проверяются на наличие недопустимых символов; в случае обнаружения запрещенного символа появляется предупреждение с указанием допустимых элементов;

– рядом с каждым полем ввода формы расположены подсказки, расшифровывающие смысл параметров, соответствующих данному полю.

Все это существенно снижает ограничения на составления запроса, открывая для пользователя новые возможности, и расширяет функциональность поисковой системы.

Новая Карта параметров ГДР включает в себя механизмы связи с несколькими другими БД ЦДФЭ, что даёт пользователю возможность иметь полную картину экспериментальных данных, касающихся интересующего его ядра. Эта связь осуществлена через таблицу результатов поискового запроса (рис. 3):

– ссылка в разделе “EXFOR SUBENT Number” ведет к соответствующему разделу БД [8] по ядерным реакциям – <http://cdfc.sinp.msu.ru/exfor/index.php>; по этой ссылке могут быть получены краткое библиографическое описание работы, графическое изображение (файл \*.bmp) соответствующего сечения реакции и таблица числовых значений сечения, использованных для построения изображения;

– ссылки в разделах, представляющих начальное (Target) и конечное (Final) ядра (“ $Z$ -Symbol” или “ $A$ ”), ведут к соответствующим разделам БД параметров основных и изомерных состояний атомных ядер [http://cdfc.sinp.msu.ru/cgi-bin/gsearch.cgi?z=\(“Z-Symbol” или “A”\);](http://cdfc.sinp.msu.ru/cgi-bin/gsearch.cgi?z=(“Z-Symbol” или “A”);) по этим ссылкам может быть получена разнообразная информация, характеризующая стабильное ядро-мишень (распространенность стабильного изотопа, время жизни нестабильного ядра, спин-четность, масса, избыток массы, энергия связи, квадрупольный момент, параметр квадрупольной деформации, зарядовый радиус, энергии отделения нуклонов, моды распада и др.), а также – ядро-продукт;

MOSCOW STATE UNIVERSITY, INSTITUTE OF NUCLEAR PHYSICS  
CENTRE FOR PHOTONUCLEAR EXPERIMENTS DATA

[Online Services](#) | [Partners](#) | [About](#) | [Team](#) | [Publications](#) | [Contacts](#)

CDFE: [Online Services](#) > [Search Engine for Chart of Giant Dipole Resonance Main Parameters](#)

**ONLINE SERVICES. SEARCH ENGINE FOR CHART OF GIANT DIPOLE RESONANCE MAIN PARAMETERS.**

Each field in this form is optional - may be blank. [\[Click here for help...\]](#)

<u>Advanced Search:</u>	<u>Examples</u>
Exfor number :	m0001027   I0044005
Z :	12   10;20   7-82
A :	16   13;24;98   4-65
<u>Reaction</u> :	G.ABS   G.N;G.P   G.N;G.T
<u>Maximum Energy (MeV)</u> :	12.54   15-24.78
<u>Maximum Cross Section Value (mb)</u> :	10   4.90-9
<u>Full Wight at Half Maximum (MeV)</u> :	3.1   5-10.09
<u>Integrion Energy Limit (MeV)</u> :	2.2   4-11.46
<u>Integrated cross section (MeV * mb)</u> :	4.3   3.21-6.29
<u>First Momentum of Integrated Cross Section (mb)</u> :	8.4   6.11-9.37
Reference/Year :	PHYS.REV.,C4,149   NUCL.PHYS   1971
NSR Keyno :	1985AH06   1995VA21
First Author :	FULLER
Number of founded results on the page :	50 <input type="button" value="v"/>

[Click here to submit query! See another window for results!](#)

---

[ [Online Services](#) | [Partners](#) | [About](#) | [Team](#) | [Publications](#) | [Contacts](#) | [Hot Events](#) ]

---

Last Modified: 06/16/2011 14:22:00

If you have any questions, comments, and/or suggestions, please, contact  
CDFE Head: [Vladimir V. Varlamov](#)

©Webdesign by [S.U.Komarov](#), [I.A.Ekhlakov](#) 2009.

Рис. 2. Форма расширенного запроса.

— ссылка в разделе “Reaction” используется для формирования соответствующего прямого запроса к интерактивному калькулятору “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](http://cdfe.sinp.msu.ru/services/calc_thr/calc_thr_ru.html), что позволяет определять пороги и энергии конкретных реакций;

— ссылка в разделе “Reference” ведет к соответствующему разделу справочно-библиографической БД (NSR) — <http://cdfe.sinp.msu.ru/service/>

CDFE search engine. Giant Dipole Resonance Parameters Data Base.

The 29 following data sets matched to your request...

[Click here for help](#)

EXFOR SUBENT Number	Target Z-Symbol	Target A	Reaction	Final Z-Symbol	Final A	Maximum Energy (MeV)	Maximum Cross Section Value (mb)	Full Width at Half Maximum (MeV)	Integration Energy Limit (MeV)	Integrated Cross Section (MeV * mb)	First Momentum of Integrated Cross Section (mb)	Reference	NSR keyno	First Author
m0656013	40-ZR	90	G.ABS			16.7	259	5	23.7	1367.7	75	J.IZV.67.656.2003		V.V.VARLAMOV+
m0656013	40-ZR	90	G.ABS			19.28	181.88	5	23.7	1367.7	75	J.IZV.67.656.2003		V.V.VARLAMOV+
	40-ZR	90	G.XN			16	200	3.7	28	950	0	YAD.FIZ.14.27(1971)	1971IS08	B.S.ISHKHANOV+
l0027011	40-ZR	90	G.XN			16.669	215	4.5	25.9	1309	72.6	NUCL.PHYS.A175.609(1971)	1971LE28	A.LEPRETRE+
	40-ZR	90	G.XN			16.5	175	4	22.5	1270	0	IZVAN.SSSR.33.700(1969)	1969AN30	G.PANTROPOV+
l0011005	40-ZR	90	G.XN			16.724	180	4.5	27.6	1158	63	PHYS.REV.162.1099(1967)	1967BF68	B.L.BERMAN+
	40-ZR	90	G.XN			15.8	199	4.5	23	980	0	PHYS.REV.104.1334(1956)		P.F.YERGIN+
m0598004	40-ZR	90	G.X			16.7	29.65	7.9	23.9	190.5	10	J.NP/A.239.397.1975	1975SH04	K.SHODA+
m0598004	40-ZR	90	G.X			19.3	37.15	7.9	23.9	190.5	10	J.NP/A.239.397.1975	1975SH04	K.SHODA+
m0598004	40-ZR	90	G.X			21.3	36.45	7.9	23.9	190.5	10	J.NP/A.239.397.1975	1975SH04	K.SHODA+
m0598004	40-ZR	90	G.X			23.1	14.5	7.9	23.9	190.5	10	J.NP/A.239.397.1975	1975SH04	K.SHODA+
m0360003	40-ZR	90	G.X			16.3	204.17	4.3	27.4	1113.3	62.5	C.72SENDAI.359.72		H.J.ASKIN+
m0535005	40-ZR	90	G.X			16.67	219.1	5.3	26.67	1373.3	77.1	J.YK.1-2.46.2003		V.V.VARLAMOV+
m058002	40-ZR	90	G.X			15.75	201.82	3.3	27.9	1070.5	59.6	J.YF.14.27.1971		B.S.ISHKHANOV+
	40-ZR	90	G.SN			16	200	3.7	28	930	0	YAD.FIZ.14.27(1971)	1971IS08	B.S.ISHKHANOV+
	40-ZR	90	G.SN			16.67	215	4.5	25.9	1260	70.8	NUCL.PHYS.A175.609(1971)	1971LE28	A.LEPRETRE+
l0011019	40-ZR	90	G.SN			16.724	180	4.5	27.6	1060	59.1	PHYS.REV.162.1099(1967)	1967BF68	B.L.BERMAN+
l0027012	40-ZR	90	G.N	40-Zr	89	16.669	215	4.5	25.9	1211	68.7	NUCL.PHYS.A175.609(1971)	1971LE28	A.LEPRETRE+
l0011006	40-ZR	90	G.N	40-Zr	89	16.724	180	4.5	27.6	962	55.2	PHYS.REV.162.1099(1967)	1967BF68	B.L.BERMAN+
m0635043	40-ZR	90	G.N'	40-Zr	89	16.8	218.2	5.2	27.6	1211.6	70.3	J.YK.1-2.46.2003		V.V.VARLAMOV+
l0027013	40-ZR	90	G.2N	40-Zr	88	24.588	19	8	25.9	49	2.03	NUCL.PHYS.A175.609(1971)	1971LE28	A.LEPRETRE+
l0027013	40-ZR	90	G.2N	40-Zr	88	23.751	19	8	25.9	49	2.03	NUCL.PHYS.A175.609(1971)	1971LE28	A.LEPRETRE+
l0011007	40-ZR	90	G.2N	40-Zr	88	25.124	22.6	6	27.6	90	3.93	PHYS.REV.162.1099(1967)	1967BF68	B.L.BERMAN+
m0598004	40-ZR	90	G.P	39-Y	89	19.3	74.3	6	23.9	381	20	NUCL.PHYS.A239.397(1975)	1975SH04	K.SHODA+
m0598004	40-ZR	90	G.P	39-Y	89	16.5	59.3	6	23.9	381	20	NUCL.PHYS.A239.397(1975)	1975SH04	K.SHODA+
m0598004	40-ZR	90	G.P	39-Y	89	21.3	70.9	6	23.9	381	20	NUCL.PHYS.A239.397(1975)	1975SH04	K.SHODA+
m0598004	40-ZR	90	G.P	39-Y	89	23.1	29	6	23.9	381	20	NUCL.PHYS.A239.397(1975)	1975SH04	K.SHODA+
m0125002	40-ZR	90	G.P	39-Y	89	21.5	30	6	30.5	159.1	7.2	PHYS.LEIT.10.310(1964)		I.I.DUSHKOV+
m0165002	40-ZR	90	G.P	39-Y	89	21.5	300	4.7	30.5	1591.2	71.7	J.IZV.29.213.65		I.I.DUSHKOV+

Рис. 3. Выходная форма – таблица результатов поискового запроса.

es/nsr/Search\_form.shtml; по этой ссылке может быть получена подробная справочно-библиографическая информация о работе, содержащая и подробный реферат содержания в ключевых словах и специальных описаниях.

В таблице результатов поискового запроса предусмотрена также своеобразная система индикации промежуточной структуры ГДР, которая может проявляться на фоне основного резонанса. В случае наличия в сечении реакции хорошо выраженных резонансов промежуточной структуры их основные параметры приводятся в дополнительных строках, которые все имеют одну и ту же библиографическую ссылку (раздел "Reference").

Следует особо отметить, что в отличие от предыдущей БД для созданной электронной Карты разработано специальное программное обеспечение для заполнения информационного фонда данными из фонда числовых данных поддерживаемой Сетью Центров ядерных данных МАГАТЭ международной базы данных по ядерным реакциям системы EXFOR [8].

В целом электронная Карта содержит ~60000 записей (~130 Мбт) данных из ~20000 публикаций.

Работа поддержана грантом поддержки ведущих научных школ 02.120.21.485-НШ, контрактом Минобрнауки 02.740.11.0242 по мероприятию 1.1 "Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров", грантом РФФИ N 09-02-00368.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Otsuka N., Dunaeva S.* // INDC(NDS)-0401. IAEA NDS, Vienna, Austria. 2010.
2. *Бобошин И.Н., Варламов А.В., Варламов В.В. и др.* // Всерос. объединенная конф. "Технологии информационного общества. Интернет и современное общество", ноябрь 2000 г. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000. С. 102.
3. *Варламов В.В., Вязовский В.В., Ехлаков И.А. и др.* // "XI Всерос. научная конф. RCDL'2009 "Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции", сентябрь 2009 г., Петрозаводск, Изд-во Карельского научного центра РАН, 2009. С. 386.
4. *Fuller E.G., Gerstenberg H.* // Photonuclear Data – Abstracts Sheets 1955 – 1982. NBSIR 83-2742. U.S.A. National Bureau of Standards, 1986.
5. *Asami T., Nakagawa T.* // Bibliographic Index to Photonuclear Reaction Data (1955 – 1992). JAERIM-93-195, INDC(JPN)-167L, JAERI, Japan, 1993.
6. *Varlamov V.V., Sapunenko V.V., Stepanov M.E.* // Photonuclear Data Index 1976 – 1995. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moscow, 1996.
7. *Varlamov A.V., Varlamov V.V., Rudenko D.S. et al.* // Atlas of Giant Dipole Resonances. Parameters and Graphs of Photonuclear Reaction Cross Sections. IAEA NDS, INDC(NDS)-394, Austria, Vienna, 1999.
8. Полная «База данных по ядерным реакциям (EXFOR)», URL: <http://cdfe.sinp.msu.ru/exfor/index.php>.