

НОВАЯ ПОИСКОВАЯ МАШИНА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ЯДЕРНЫМ РЕАКЦИЯМ ИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ EXFOR

В.В.Варламов, С.В.Иванов, Н.Н.Песков, М.Е.Степанов

Центр данных фотоядерных экспериментов
Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В.Скобельцына
Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
119899 Москва, Воробьевы Горы
e-mail: varlamov@depni.npi.msu.su, ivanov@depni.npi.msu.su,
peskov@depni.npi.msu.su, stepanov@depni.npi.msu.su

Введение

Приблизительно 30 лет назад при координации и под руководством Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) с целью накопления, обработки и распространения ядерных данных была создана международная сеть [3] Центров ядерных данных. С начала 80-х годов участником сети является Центр данных фотоядерных экспериментов НИИЯФ МГУ [1]. Одним из существенных требований проекта являлось сочетание наглядности и удобства использования документов системы человеком с пригодностью накопленных данных для обработки на компьютере. В частности, для представления экспериментальных данных по ядерным реакциям был разработан обменный формат EXFOR (EXchange FORmat) [2]. Формат включает в себя числовые данные и библиографическую информацию из публикаций по данной тематике. Кроме относительно легко формализуемых данных, файл содержит дополнительную и вспомогательную (трудно формализуемую) информацию. Помимо "машиночитаемости" в формате предусмотрена возможность чтения файлов человеком, однако для восприятия информации необходимо знание особенностей EXFOR. Типичный пример документа формата EXFOR приведен на Рис. 1.

<pre> ENTRY M0152 981116 SUBENT M0152001 981116 BIB 12 27 TITLE PHOTONUCLEAR REACTIONS IN MEDIUM WEIGHT NUCLEI U-51, MN-55, AND CU. AUTHOR (A.S.DANAGULYAN,M.A.DEMEKHINA,G.A.VARTAPETYAN) INSTITUTE (4CCPARN) REFERENCE (J,NP/A,285,482,77) FACILITY (SYNCH,4CCPARN) INC-SOURCE (BRST) METHOD (ACTIV) DETECTOR (GELI) ERR-ANALYSIS (ERR-S) STATISTICAL ERRORS GIVEN. SYSTEMATIC ERRORS AMOUNTED TO 15*. COMMENT NEW RESULTS ON THE PHOTOSPALLATION OF THE MEDIUM WEIGH NUCLEI 51U, 55MN AND CU AT BREMSSTRAHLUNG END-POINT ENERGY BETWEEN 2 AND 5 GEV ARE PRESENTED. THE YIELDS OF RESIDUAL NUCLEI WERE MEASURED BY THE ACTIVATION METHOD USING A GE(LI) DETECTOR. THE RESULTS ARE ANALYZED WITH THE EMPIRICAL RUDSTAM FORMULA AND COMPARED WITH DATA OBTAINED IN LOWER ENERGY PHOTON PROTON INDUCED REACTIONS. STATUS (AFRUD) BY AUTHORS. DATA WERE PUBLISHED IN FORM OF TABLES. HISTORY (870210C) (910202A) CORRECTED BY V.VARLAMOV, V.MCLANE. (981116A) CORRECTED BY V.VARLAMOV. JOURNAL CODE IN REFERENCE OF SUBENT 1 CHANGED, ISOMER=0 FLAGS INSTEAD OF BLANK USED FOR PARTIAL CROSS SECTION DATA FOR THE ELEMENT GROUND STATES. ENDBIB 27 NOCOMMON 0 0 ENDSUBENT 30 </pre>	<pre> SUBENT M0152003 981116 BIB 1 1 REACTION (29-CU-0(G,X)ELEM/MAS3,,SIG,,BRS,EXP) ENDBIB 1 COMMON 1 3 EM-MAX GEV 3. ENDCOMMON 3 DATA 5 22 ELEMENT MASS ISOMER DATA ERR-S NO-DIM NO-DIM NO-DIM MB MB 30. 62. 0. 0.07 0.02 29. 64. 0. 51.0 5.0 29. 61. 0. 3.98 0.4 28. 57. 0. 0.064 0.01 27. 58. 0. 3.49 0.3 27. 57. 0. 2.2 0.2 27. 56. 0. 0.7 0.07 27. 55. 0. 0.14 0.025 25. 56. 0. 0.27 0.03 25. 54. 0. 1.66 0.16 25. 52. 0. 0.47 0.05 24. 51. 0. 1.92 0.2 23. 48. 0. 0.53 0.05 21. 48. 0. 0.05 0.012 21. 47. 0. 0.11 0.022 21. 46. 0. 0.37 0.074 21. 44. 0. 0.13 0.01 21. 44. 1. 0.27 0.03 21. 43. 0. 0.285 0.03 19. 43. 0. 0.058 0.006 19. 42. 0. 0.097 0.01 11. 24. 0. 0.037 0.007 ENDDATA 24 ENDSUBENT 34 </pre>
---	---

Рис. 1. Фрагмент файла EXFOR.

Современное развитие средств коммуникации дает возможность организовать online-доступ к накопленным данным для широкого круга специалистов, минуя особенности внутренней организации формата EXFOR.

Требования к поисковой системе

Требования к поисковой системе были сформулированы с учетом опыта по организации online-доступа к информации, накопленной в формате EXFOR (Национальный центр ядерных данных США (Брукхэвен), Секции ядерных данных МАГАТЭ (Австрия, Вена)), а также наших собственных представлений о требованиях пользователей - специалистов-физиков:

- доступность online;
- прозрачность для пользователя, т.е. возможно большее сокрытие от пользователя внутренней структуры формата, организация запросов и выдача результатов поиска в понятиях предметной области физики ядерных реакций;
- возможность поиска по различным параметрам (реакции и их характеристики, особенности эксперимента, библиографические ссылки, авторы);
- расширяемость (возможность поиска по другим типам данных, имеющихся в системе EXFOR);
- масштабируемость (возможность переноса системы на другие платформы).

Модель реляционной базы данных

Отмеченное выше относительно удобное восприятие файлов EXFOR специалистом-физиком приводит к весьма значительным проблемам при преобразовании содержимого файлов для использования в поисковой системе. Основной проблемой является применение нескольких (больше одного) способов описания одних и тех же характеристик (свойств) хранимых данных. Другая проблема - наличие в формате множества комментариев, содержащих в себе неформализуемую информацию о разнообразных параметрах и особенностях данных, которая может оказаться ценной для пользователя. С учетом сложившихся требований была построена модель базы данных, представленная на Рис. 2. На рисунке показаны только те таблицы, по которым непосредственно производится поиск, таблицы, содержащие результаты экспериментов и различные комментарии, не показаны.

Таблицы имеют следующий состав:

- **result** – данные для выдачи в результате запроса;
- **bib1** – данные о типе издания, годе и где статья была напечатана;
- **bib2** – название статьи, список авторов и список институтов;
- **method** - информация о методе обработки результатов, детекторах использовавшихся в эксперименте и другая подобная информация;
- **reaction** - реакции и данные полученных из эксперимента.

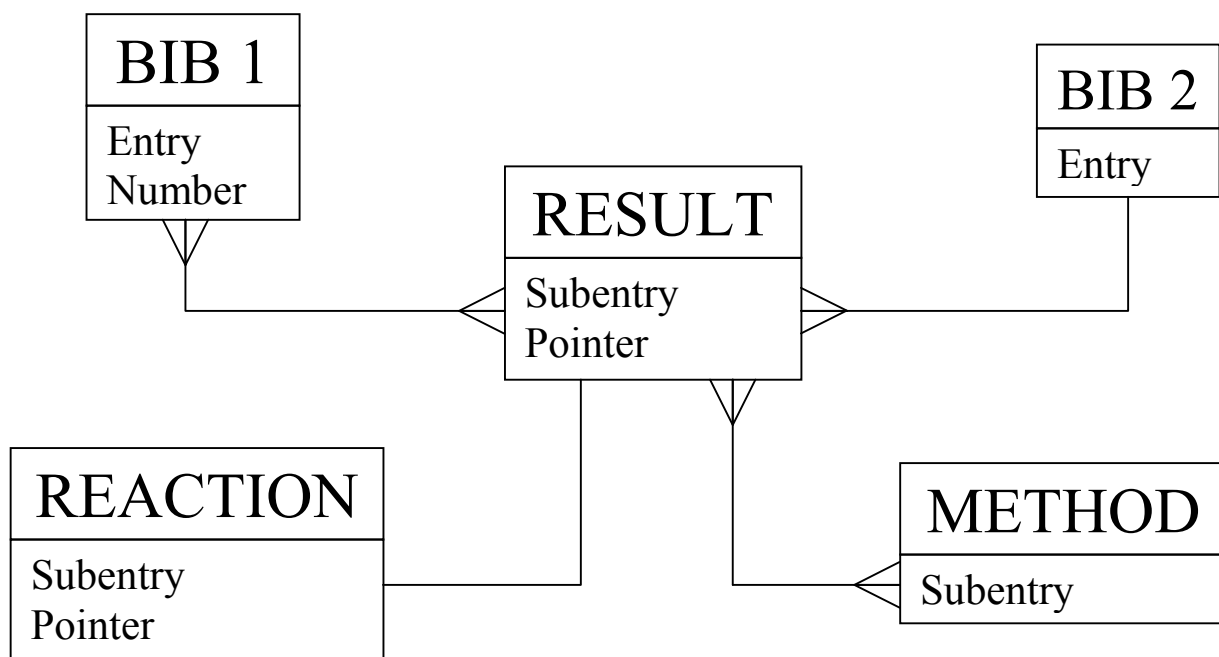


Рис. 2. Модель базы данных на основе формата EXFOR. Для каждого объекта указаны первичные ключи и связи (с указанием внешних ключей) между объектами.

Данный набор таблиц позволяет проводить быстрый поиск по любой группе параметров (по характеристикам реакции и собственно числовым данным, библиографической информации и др.) и их комбинациям без включения в запрос требований к оставшимся данным, причем последнее из указанных свойств является с нашей точки зрения весьма важным для удобства пользования системой. При разработке структуры базы данных мы столкнулись с такими проблемами, как большие комментарии, необходимые для понимания остальных записей, а также различные традиции записи данных. Первая проблема была решена путем расположения части наиболее актуальных комментариев в отдельной таблице, предназначенной для формирования расширенного представления результатов запроса. Вторая - решена созданием набора сценариев на языке Perl, которые приводят все записи к одному виду.

Поисковая машина

Поисковая машина реализована в виде нескольких HTML-форм, поддерживаемых набором программ на языке Perl. Воспользовавшись браузером, пользователь вводит нужные данные, затем они обрабатываются программами, которые формируют запрос к базе данных, производят выборку результата поиска и представляют результат в виде HTML-документа. Для управления базой данных была выбрана СУБД MySQL. Выбор связан с тем, что данная СУБД распространяется свободно и доступна для многих платформ. При этом учитывалось также динамичное развитие проекта MySQL. Язык Perl является широко используемым решением для организации динамического формирования HTML-документов. Благодаря использованию стандартного интерфейса DBI сценарии на языке Perl не зависят от типа используемой СУБД, что обеспечивает легкую переносимость поисковой системы. Форма запроса созданной поисковой машины приведена на Рис. 3.

Exfor II - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

Nuclear Reaction Database (EXFOR)

Number	ENTRY <input type="text"/> M0612 M0025 - M0040 M0128, M0229, M0537
	SUBENTRY <input type="text"/> 001 003 - 006 001, 005, 010
Reaction	
Target Nucleus : Z (digits) or Chemical symbol (letters) and Mass number (digits)	Z or Symbol: <input type="text" value="C"/> A: <input type="text" value="12"/>
Incident Particle :	<input type="text" value="G Gammas"/> <ul style="list-style-type: none"> A Alphas D Deuterons E Electrons G Gammas HE3 He-3
Inc-Source : Source of the incident particle beam	<input type="text" value="ATOMI Atomic beam source"/> <ul style="list-style-type: none"> A-BE Alpha-Beryllium ARAD Annihilation radiation ATOMI Atomic beam source BRST Bremsstrahlung
Outgoing Particle / Process :	<input type="text" value="N Neutrons"/> <ul style="list-style-type: none"> KN Kaons,negative KP Kaons,positive N Neutrons P Protons PI0 Pions,neutral or Sum (e.g., n + p) <input type="text"/>
Product Nucleus : Z (digits) or Chemical symbol (letters) and Mass number (digits)	Z or Symbol: <input type="text"/> A: <input type="text"/>
Quantity : Reaction parameter	<input type="text" value="Click parameter needed"/>
Energy / Angle range :	Low limit (X-min): <input type="text" value="15"/> <input type="text" value="GEV"/> High limit (X-max): <input type="text" value="30"/> <input type="text" value="MEV"/>
Status : Various types of information	<input type="text" value="APRVD Approved by author"/> <ul style="list-style-type: none"> APRVD Approved by author COREL Data correlated with another data set CPX Data taken from data file of McGowan, et al. CURVE Data read from a curve
Methodic	
Method : Experimental technique(s) employed in the experiment	<input type="text" value="ASEP Separation by mass-separator"/> <ul style="list-style-type: none"> ABSFY Absolute fission yield measurement ACTIV Activation AMS Accelerator mass spectrometry ASEP Separation by mass-separator
Facility : Main apparatus used in the experiment	<input type="text" value="CHOPF Fast chopper"/> <ul style="list-style-type: none"> BETAT Betatron CCW Cockcroft-Walton accelerator CHOPF Fast chopper CHOPS Slow chopper

Document Done

Рис. 3. Фрагмент формы запроса данных с примером типового, часто встречающегося запроса (реакция $^{12}\text{C}(\gamma, n)$ в диапазоне энергий налетающих частиц 15÷30 МэВ).

Look through selected data

Subent	First Author	Reference	Target Nucleus	Reaction <i>* means combination!</i>	Final Nucleus	Quantity	Field of Measurement		
							Unit	Minimum	Maximum
<input type="checkbox"/> L0010002	S. C. FULTZ	J,PR,143,790,6603	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG	MEV	18.153	37.354
<input type="checkbox"/> L0037002	W.E.DEL BLANCO	J,PR,126,709,6204	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG	MEV	20.17	21.18
<input checked="" type="checkbox"/> L0038002	W. A. LOCHSTET	J,PR,141,1002,6601	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG	MEV	21.25	26.7
<input type="checkbox"/> L0041002	U. KNEISSL	J,NIM,127,1,75	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG	MEV	19.029	32.063
<input type="checkbox"/> M0236002	J. P. ROALSVIG	J,CJP,39,643,61	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG,,BRA	MEV	18.7	24.6
<input type="checkbox"/> M0237002	L. O. COHEN	J,PR,2,263,59	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG	MEV	20.12	21.04
<input type="checkbox"/> M0241002	W. A. LOCHSTET	J,PR,141,1002,66	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG	MEV	20.11	26.69
<input type="checkbox"/> M0273002	L. KATZ	J,CJP,29,518,51	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG,,BRA	MEV	19.	27.
<input type="checkbox"/> M0284004	V. V. VERBINSKI	J,NP,73,398,65	6-C-12	(G,N)	6-C-11	PAR,DA,,BRA	MEV	20.5	31.9
<input type="checkbox"/> M0319002	E. B. BAZHANOV	J,YF,3,711,66	6-C-12	(G,N)	6-C-11	.SIG,,BRA	MEV	18.	26.25
<input type="checkbox"/> M0391004	H. FUCHS	J,ZN/A,17,439,62	6-C-12	(G,N)	6-C-11	PAR,SIG,,BRS/REL	MEV	21.37	29.56

Look through selected data

Рис. 4. Форма с результатами запроса.

Поисковая машина обеспечивает пользователю возможность поиска по реакциям и их характеристикам, особенностям эксперимента, библиографическим ссылкам и авторам, а также возможность просмотреть краткое описание требуемого фрагмента файла и забрать требуемые данные. Поиск можно производить как по отдельным значениям параметров, так и по их диапазонам и наборам.

В результате выполнения запроса пользователю выдаётся таблица (Рис. 4) в которой представлена краткая характеристика каждой публикации, удовлетворяющей параметрам запроса. В таблице приводятся ссылки на издание, авторы работы, описание реакции, измеренная величина и диапазон изменения параметров измеряемой величины. В случае необходимости пользователь может получить расширенное описание заинтересовавшей его работы, представленное на Рис. 5. Расширенное описание позволяет пользователю визуально оценить данные, уточнить некоторые дополнительные характеристики эксперимента и получить фрагмент исходного файла EXFOR, содержащего числовые данные.

EXFOR Data - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

SUBENT	L0038002 970129
TITLE	C12(gamma,n)C11 giant resonance with gamma rays.
AUTHOR	(W.A.LOCHSTET,W.E.STEPHENS)
REFERENCE	(J,PR,141,1002,6601)
INC-SOURCE	(MPH=1-H-3(P,G)2-HE-4) Resolution (FWHM) of the gamma-ray energy distribution calculated from the Doppler angle and the target thickness and varies from about 100 keV at 22 MeV to about 250 keV at 26 MeV.
INSTITUTE	(1USAPEN)
FACILITY	(VDGT,1USAPEN) For proton energies above 2.5 MeV. (VDG,1USACOL) For lower energies.
REACTION	(6-C-12(G,N)6-C-11,,SIG)

You could look through [the source data file](#), and get it using "File->Save As..." browser menu item or clicking right mouse button and choosing "Save target as..."

Document Done

Рис. 5. Расширенный результат запроса.

Обновление банка данных

Обновление исходных файлов EXFOR осуществляется несколькими группами специалистов по мере выхода новых публикаций и обнаружения погрешностей в уже подготовленных данных. Процедура подготовки данных и последующей проверки на соответствие стандарту EXFOR может занимать несколько месяцев, и только по ее завершении становятся доступными окончательные версии файлов. В связи с этим обновление банка данных поисковой системы может происходить с периодичностью от нескольких месяцев до одного года.

Полная загрузка банка данных производится только при начальном запуске системы, после этого возможно добавление данных, или исправление уже имеющихся. При обновлении данные проходят два этапа обработки. На первом этапе данные преобразуются из формата EXFOR в таблицы промежуточной базы, которая служит основой для последующего формирования собственно поисковой базы данных, структура таблиц которой описана выше (Рис. 2). Промежуточный уровень необходим для упрощения дальнейшей работы с данными и даёт возможность гибкой настройки самой поисковой системы под требования пользователей. Для поддержки гибкой настройки данные, полученные после первого этапа обработки, не удаляются, и в случае необходимости при изменении формата поисковых таблиц, можно провести частичную дозагрузку только недостающей информации практически на лету без долгой остановки всей системы.

Заключение

С учетом особенностей формата записи данных международной системы данных по ядерным реакциям системы EXFOR создана поисковая машина, обеспечивающая пользователю широкие возможности для поиска данных. В настоящее время поисковая машина применительно к экспериментальным данным по ядерным реакциям функционирует на Web-сервере ЦДФЭ НИИЯФ МГУ (<http://depni.npi.msu.ru/cdfe/exfor>).

Работа поддержана грантом РФФИ № 99-07-90015.

Список литературы

- [1] И.Н.Бобошин, А.В.Варламов, В.В.Варламов, Д.С.Руденко, М.Е.Степанов. Web-сервер ЦДФЭ НИИЯФ МГУ: базы ядерно-физических данных в гипертекстовом представлении. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерные константы, № 2 (1999) 99.
- [2] Ed. by V.McLane, EXFOR Systems Manual. Nuclear Reaction Data Exchange Format. BNL-NCS-63330, BNL, NNDC, USA, 1996.
- [3] Ed. by V.G.Pronyaev. The Nuclear Data Centers Network. International Nuclear Data Committee. INDC(NDS)-401, IAEA, NDS, 1999.

NEW SEARCH ENGINE FOR THE NUCLEAR REACTIONS EXPERIMENTS DATA
FROM EXFOR INTERNATIONAL SYSTEM

V.V.Varlamov, S.V.Ivanov, N.N.Peskov, M.E.Stepanov

New search engine for nuclear reactions data from EXFOR system is presented. Based on relational data base search engine provides wide range of searching possibilities. The search system provides to the user an opportunity to search on reactions and their characteristics, features of experiment, bibliographic references, authors, and an opportunity to overlook the brief description of a required fragment of a file and upload the selected data. Search can be made both on separate values of parameters, and on their ranges and sets.