

О. М. Дерюжкова¹, И. А. Серенкова², С. Н. Сытова³

¹Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,

²Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого,
г. Гомель, Республика Беларусь,

³Институт ядерных проблем Белгосуниверситета,
г. Минск, Республика Беларусь

КОНЦЕПЦИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ ЯДЕРНЫХ ДАННЫХ

Фундаментальные ядерные константы [1] и различные оцененные нейтронные и другие ядерно-физические данные [2], определяющие свойства ядерных реакций и радиоактивного распада, структуру ядер являются основой для проектных расчетов и прогнозирования функционирования ядерных реакторов и различных установок, обоснований ядерной и радиационной безопасности и многих других аспектов деятельности в ядерной отрасли. Под ядерно-физическими данными понимается набор параметров, характеризующих процессы взаимодействия излучения с веществом, ядерные реакции, структуру ядер и свойства радиоактивного распада [3].

По инициативе Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) продолжается создание актуальных и полных банков и баз оцененных данных в области атомной и ядерной физики. Под эгидой Секции ядерных данных МАГАТЭ, как ведущего мирового форума научно-технического сотрудничества в области мирного использования ядерных и радиационных технологий, функционируют международные сети центров атомных и ядерных данных, позволяющие обеспечить высокую степень согласованности деятельности основных центров данных в мире.

МАГАТЭ, обладая обширными базами оцененных атомных и ядерных данных, предоставляет в онлайн-режиме доступ к численной информации по свойствам атомных ядер, характеристикам ядерных реакций и радиоактивных распадов, которая эффективно применяется для решения широкого класса задач прикладных и фундаментальных исследований в энергетической и неэнергетической сферах, для разработки различных практических приложений, а также в образовательном процессе.

В мире существует большое количество баз данных, измеренных, рассчитанных, верифицированных и постоянно пополняемых. На протяжении многих лет на разработке, уточнении и поддержании таких баз данных специализируются крупнейшие ведущие международные, в том числе российские, научные учреждения. Они используют самые современные экспериментальные данные с целью повышения точности расчетов нейтронно-физических характеристик проектов быстрых реакторов, обоснования ядерной и радиационной безопасности и т. д. [4].

Подчеркнем, что в интернете есть очень большое количество сайтов, содержащих различные общедоступные библиотеки и банки ядерно-физических данных, причем ссылки на этих сайтах настолько многочисленны и дублируют друг друга, а некоторые из этих ссылок недоступны и недостоверны, что требуется специальная работа по систематизации и вычленению единого набора действующих рабочих ссылок на самые свежие уточненные и верифицированные (оцененные) версии данных.

Развитие ядерной энергетики на современном этапе требует повышенного внимания к ядерной и радиационной безопасности АЭС. Как говорилось выше, международные базы ядерных данных, необходимых для проведения работ по проектированию, строительству и сопровождению АЭС, состоят из огромного массива разнообразных экспериментальных и теоретических данных, полученных в ведущих мировых научных центрах. В Беларуси, к сожалению, недостаточно собственных научных сил для разработки и расчета полностью оригинальных наборов таких данных. Однако ученые ГНУ «Объединенный институт

энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси, а также сотрудники некоторых других академических институтов и вузов принимают участие в таких работах в качестве соисполнителей.

Проведенный анализ состояния информации в интернете, особенно на русском языке, показал, что назрела необходимость создания собственной, поддерживаемой в актуальном состоянии и постоянно обновляемой в случае появления новых данных в мире электронной энциклопедии-справочника по различным типам ядерно-физических данных. Фактически – это научный сервис на русском языке для организации эффективного и удобного доступа исследователей и специалистов к данным и знаниям, накопленным во всем мире, с использованием существующих оригинальных информационных инструментов.

Данная работа необходима как для облегчения работы научных групп в Беларуси, так и для преподавателей и студентов в рамках различных физических курсов. Такой образовательный аспект очень важен, поскольку практически во всех вузах страны студенты физических и некоторых химических специальностей проходят дисциплины ядерно-физического цикла и должны владеть информацией по существующим базам ядерно-физических данных, а также программным компьютерным кодам, с помощью которых проводятся сложные расчеты в данной области.

Предлагаемый научный сервис обеспечит организацию эффективного и удобного доступа исследователей и специалистов к ранее накопленным данным и знаниям, используя существующий инструментарий белорусского портала ядерных знаний BelNET [5, 6].

Созданный в 2014–2018 гг. и постоянно развиваемый, основанный на оригинальной белорусской системе управления контентом eLab-Science для создания научно-образовательных порталов различных профилей на основе свободного программного обеспечения, портал BelNET (*Belarusian Nuclear Education and Training Portal*) является в настоящий момент единственным полноценным порталом ядерных знаний в Республике Беларусь (рисунок 1). Его контент в настоящий момент содержит порядка 5 500 оригинальных документов по таким разделам как законодательство, менеджмент ядерных знаний, фундаментальная и прикладная наука, практика, глоссарий и аналитический обзор терминов, учебные курсы, биографии ученых Беларуси, новости, объявления, полезные ссылки, форумы, ресурсы и др. Фактически портал BelNET стал информационной платформой для популяризации и сохранения научных знаний, а в Республике Беларусь на его основе создается система управления ядерными знаниями. Подчеркнем, что процесс наполнения портала информацией и заполнения базы знаний, разработка специальных материалов любого портала, тем более портала ядерных знаний – процесс трудоемкий и длительный. И в этом смысле работа над BelNET находится в самом начале.

Итак, начиная с 2023 г. в рамках портала BelNET начато создание электронной энциклопедии по фундаментальным ядерным константам и различным ядерным данным. Это раздел «Данные и анализ» [7]. Примерная тематика материалов в этом разделе разделена на две основные группы: ссылки на основные мировые базы ядерно-физических данных с подробным описанием на русском языке; ссылки и описание программного обеспечения, в особенности свободно доступных компьютерных кодов. Также дается описание различных форматов представления данных.

В настоящий момент число размещенных материалов раздела «Данные и анализ» (рисунок 1) (<https://belnet.by/elib/?i=124>, а также <https://net.inpnet.net/elib/?i=124> и <https://belnet.bsu.by/elib/?i=124>) составляет 126 записей. Этот раздел, где начато наполнение всех подразделов, имеет следующую структуру:

Данные и анализ

1. Типы ядерно-физических данных:

- ядерные константы;
- оцененные данные;
- экспериментальные данные.

2. Основные базы ядерно-физических данных и специализированные библиотеки:
 - справочные физические данные;
 - компьютерные коды;
 - ведущие научные центры в области ядерно-физических данных;
 - устройства детектирования и описание экспериментов;
 - радиационная защита и топливный цикл;
 - новости физических данных;
 - научные публикации.



Рисунок 1 – Копия экрана раздела «Данные и анализ»

В заключение отметим, что информации в интернете в области ядерных данных достаточно много. Но зачастую она далека от актуальности, либо не очень полная и в большинстве своем представлена на английском языке. Доступные базы данных занимают гигабайты памяти. Конечно, бессмысленно перекачивать и размещать их на создаваемом портале ядерных знаний, но актуальные ссылки с полезной информацией на русском языке очень важны. Фактически предполагается решить задачу создания научного сервиса (точки входа на русском языке) для организации эффективного и удобного доступа исследователей и специалистов, а также преподавателей и студентов к данным и знаниям, накопленным ранее. Здесь опять-таки важен учет белорусской специфики, в т. ч. ссылки и описание белорусских работ в этой области.

Литература

1. Каршенбойм, С. Г. Фундаментальные физические константы: исходные данные и рекомендованные значения CODATA 2002 г. / С. Г. Каршенбойм // Письма в ЭЧАЯ. – 2008. – Т. 5, № 3. – С. 522–533.
2. Колесов, В. В. Файлы ядерных данных и их использование в нейтронно-физических расчетах / В. В. Колесов, М. Ю. Терновых, Г. В. Тихомиров. – М.: НИЯУ МИФИ, 2014. – 68 с.

3. Ryzhkov, A. A. A review of the current nuclear data performance assessments in advanced nuclear reactor systems / A. A. Ryzhkov, G. V. Tikhomirov, M. Yu. Ternovykh // Annals of Nuclear Energy. – 2024. – P. 110806.
4. Our Future Nuclear Data Needs / L. A. Bernstein [et al.] // Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. – 2019. – Vol. 69. – P.109–136.
5. Сытова, С. Н. Система управления ядерными знаниями в Республике Беларусь / С. Н. Сытова // Журнал Белорусского государственного университета. Физика. – 2022. – № 2. – С. 87–98.
6. Основы функционирования семантического портала ядерных знаний BelNET / С. Н. Сытова [и др.] // Информатика. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 7–23.
7. Ядерно-физические данные в системе научно-технической информации Республики Беларусь / С. Н. Сытова, И. А. Серенкова, О. М. Дерюжкова, А. Н. Коваленко // Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2023): доклады XXII Междунар. науч.-технич. конф., Минск, 16 ноября 2023 г. / ОИПИ НАН Беларуси. – Минск, 2023. – С. 232–236.

В. Н. Капшай, А. А. Гришечкина

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

СВЕДЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КВАЗИПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ И ИХ НЕКОТОРЫЕ РЕШЕНИЯ

Рассмотрим систему двух скалярных частиц, масса которых $m_1 = m_2 = m$. Для описания связанных состояний такой системы в импульсном представлении (ИП) используется релятивистское уравнение квазипотенциального типа, которое в системе центра масс имеет вид [1]:

$$\psi(E_q, \mathbf{p}) = \frac{1}{(2\pi)^3} G_0(E_q, E_p) \int V(E_q; \mathbf{p}, \mathbf{k}) \psi(E_q, \mathbf{k}) \frac{m}{E_k} d\mathbf{k}, \quad (1)$$

где $\mathbf{p}, \mathbf{k}$ – соответственно начальный и конечный относительные импульсы частиц;

$$E_p = \sqrt{\mathbf{p}^2 + m^2}, \quad E_k = \sqrt{\mathbf{k}^2 + m^2};$$

$2E_q$ – энергия двухчастичной системы;

$G_0(E_q, E_p)$ – свободная функция Грина (ФГ);

$V(E_q; \mathbf{p}, \mathbf{k})$ – квазипотенциал. Свободная ФГ, входящая в уравнение (1), для уравнений Логанова–Тавхелидзе и Кадышевского, соответственно, представляется соотношениями

$$G_0^{(LT)}(E_q, E_p) = (E_q^2 - E_p^2 + i0)^{-1}, \quad (2)$$

$$G_0^{(K)}(E_q, E_p) = (2E_p(E_q - E_p + i0))^{-1}.$$

При разложении всех величин, содержащихся в уравнении (1), в ряды по сферическим гармоникам в случае локального в импульсном пространстве Лобачевского квазипотенциала можно перейти к парциальным уравнениям в ИП: