

4. Сравнительная оценка содержания в почвах магнитных сферул, ^{137}Cs и ^{210}Pb для целей индикации эрозивно-аккумулятивных процессов / А. Н. Геннадиев, В. Н. Голосов, С. С. Чернянский [и др.] // Почвоведение. – 2006. – № 10. – С. 1218–1234.

5. Валовое и подвижное распределение форм тяжёлых металлов в почвах, прилегающих к хвостохранилищу радиоактивных отходов Дигмай / Д. И. Мирзоев, М. М. Юнусов, Х. М. Назаров [и др.] // Международная научно-практическая конференция «Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых». – Бустон, Горно-металлургический институт Таджикистана, 2016. – С. 140–143.

БЕЛОРУССКИЙ ПОРТАЛ ЯДЕРНЫХ ЗНАНИЙ BeINET: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА BELARUSIAN PORTAL OF NUCLEAR KNOWLEDGE BeINET: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

**С. Н. Сытова, А. Р. Барткевич, К. А. Веренич, В. В. Гавриловец, А. П. Дунец,
А. Н. Коваленко, Н. И. Поляк, А. Л. Холмецкий, С. В. Черепица
S. N. Sytova, A. R. Bartkevich, K. A. Verenich, V. V. Haurilavets,
A. P. Dunets, A. N. Kavalenka, N. I. Polyak, A. L. Kholmeckii, S. V. Charapitsa**

*Институт ядерных проблем Белорусского государственного университета, НИИ ЯП БГУ
г. Минск, Республика Беларусь, sytova@inp.bsu.by*

*Research Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, INP BSU
Minsk, Republic of Belarus*

Представлен обзор электронного портала ядерных знаний учреждений образования Республики Беларусь BelNET (Belarusian Nuclear Education and Training Portal) <https://belnet.bsu.by/>, включая историю его создания, особенности и краткое описание контента. Также рассмотрена концепция менеджмента ядерных знаний, которую реализует портал BelNET. В настоящее время портал является активно развивающимся, постоянно обновляющимся и расширяющимся. Аудитория портала – тысячи человек в Республике Беларусь и за ее пределами, включая студентов вузов и школьников, научных сотрудников и преподавателей, работников госучреждений, предприятий и организаций, использующих в своей деятельности ядерные и радиоактивные материалы, источники ионизирующего излучения, оборудование, генерирующее ионизирующее излучение.

An overview of the electronic portal of nuclear knowledge of educational institutions of the Republic of Belarus BelNET (Belarusian Nuclear Education and Training Portal) <https://belnet.bsu.by/> is presented, including the history of its creation, features and a brief description of the content. The concept of nuclear knowledge management, which is implemented by portal BelNET, is also considered. Currently, the portal is actively developing, constantly updated and expanding. The audience of the portal is thousands of people in the Republic of Belarus and abroad, including students, researchers and teachers, employees of state institutions, enterprises and organizations using nuclear and radioactive materials, sources of ionizing radiation, equipment that generates ionizing radiation in their activities.

Ключевые слова: менеджмент ядерных знаний, МАГАТЭ, информационные технологии, свободное программное обеспечение.

Keywords: nuclear knowledge management, IAEA, information technology, free software.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-158-162>

Введение. Менеджмент ядерных знаний активно развивается Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), начиная с начала XXI века [1, 2]. Управление (менеджмент) ядерными знаниями (УЯЗ) предполагает комплексные процессы создания, сбора, активного использования, сохранения и поддержания в широком диапазоне ядерной науки, техники, технологий, а также других областей. Его цель – развитие и сохранение технических знаний и компетенций, необходимых для успешной реализации различных ядерно-энергетических программ государств-членов МАГАТЭ, включая адекватное понимание соответствующих вопросов безопасности.

Эффективное управление ядерными знаниями помогает реализации этой цели на протяжении всего жизненного цикла ядерных технологий в изменяющихся условиях: от безопасного и эффективного проектирования, строительства, лицензирования, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, технического обслуживания до вывода из эксплуатации систем, основанных на таких технологиях. История создания и развития ядерных технологий в XX–XXI веках неоднократно ярко демонстрировала, что на способность организаций, эксплуатирующих или использующих ядерные технологии, принимать безопасные решения и действия могут влиять пробелы в знаниях

или их потеря. Замена уходящих на пенсию сотрудников и привлечение молодого поколения к карьере в ядерной области являются ключевыми задачами. Странам с создающимися ядерно-энергетическими программами требуются квалифицированные и подготовленные человеческие ресурсы для проектирования и эксплуатации будущих ядерных установок. Крайне важно наращивание потенциала посредством образования, обучения и передачи знаний. Для создания и управления ядерными знаниями, компетенциями, информацией, рабочими процессами и их интерпретацией необходимы соответствующие методы управления знаниями и современные информационные технологии.

Признавая важность УЯЗ, МАГАТЭ разрабатывает методы и руководящие документы для планирования, разработки и осуществления программ УЯЗ и содействует ядерному образованию, предоставляя поддержку, возможности для налаживания связей и обмена опытом. Цель МАГАТЭ – повысить осведомленность государств-членов о проблемах в развитии УЯЗ, поделиться передовым опытом и предоставить форум для обмена информацией между участвующими специалистами-ядерщиками.

В последние годы развитие систем управления ядерными знаниями (СУЯЗ) становится все более важным элементом управления ядерным сектором. Особенно это касается стран-новичков, с нуля или почти с нуля строящих свои ядерные программы. Они должны подготовить квалифицированные людские ресурсы, необходимые для обеспечения безопасной эксплуатации ядерных установок и связанных с ними программ обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами. Как говорилось выше, замена уходящих на пенсию сотрудников и привлечение молодого поколения к карьере в ядерной области являются ключевыми задачами. Это справедливо как в области производства энергии, так и в медицине, например, при углубленных исследованиях или лечении рака, в производстве и сельском хозяйстве. То есть, наращивание потенциала ядерной отрасли как в части строительства, так и в части безопасной эксплуатации ядерных установок, эффективного использования источников ионизирующего излучения и безопасного обращения с радиоактивными отходами возможно только посредством образования, обучения и передачи знаний.

Место Республики Беларусь в широком диапазоне ядерных знаний определяется ценностью ее как страны-новичка с огромным специфическим опытом в области ядерной и радиационной безопасности, успешно реализовавшей с нуля ядерную энергетическую программу. Многие страны и международные организации все больше и больше обращаются к изучению белорусского опыта развития инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности на основе современных требований МАГАТЭ, а также успешного преодоления последствий Чернобыльской аварии и использованию широких возможностей готовой экспериментальной площадки в Чернобыльской зоне для различных научных исследований. Стратегической целью является создание полноценной системы управления ядерными знаниями в Республике Беларусь. Важным элементом в этой системе должен стать портал ядерных знаний BelNET.

История портала BelNET. В январе 2013 г. на химическом факультете Белгосуниверситета проводился семинар МАГАТЭ, посвященный менеджменту ядерных знаний. На этом семинаре подробно рассказывалось о принципах и теории УЯЗ, а также о необходимости разработки и развития портала ядерных знаний для любой страны, строящей свою атомную станцию.

Сотрудники Института ядерных проблем БГУ, специалисты в области ядерной физики и имевшие опыт по разработке фреймворка eLab [3] на основе свободного программного обеспечения и внедрившие его в 202 Химмотологическом центре горючего для контроля качества и учета горюче-смазочных материалов (ГСМ) Вооруженных Сил Республики Беларусь, решили стать инициаторами создания первого белорусского портала ядерных знаний.

На первый взгляд было очень удивительно предложить в качестве основы системы управления контентом научного образовательного интернет-портала систему электронного документооборота для горюче-смазочных материалов. Это действительно возможно? Да! Это было очень оригинальное и эффективное решение, реализованное в 2014 году. Почему это стало возможным? Из-за принципов, лежащих в основе информационной системы – фреймворка eLab. Каковы эти принципы? Это принципы свободного программного обеспечения (СПО) и системного процессного подхода [3].

В настоящее время СПО (Free Software) занимает большую нишу на мировом рынке информационных технологий, предоставляя пользователю, в отличие от проприетарного (лицензионного, коммерческого) ПО, четыре основные свободы и права: право на неограниченную установку, бесплатное использование, модификацию и передачу программного обеспечения. Сейчас мы наблюдаем широкий разворот ИТ-рынка к свободному ПО на Западе, на Востоке, на постсоветском пространстве, в Республике Беларусь.

Итак, система управления контентом научного образовательного интернет-портала eLab-Science на основе СПО фреймворка eLab, а также портал ядерных знаний BelNET были созданы в 2014 – 2018 гг. Работы проводились в рамках выполнения заданий Государственных программ научных исследований «Информатика и космос, научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций» и «Энергетические системы, процессы и технологии». Его дальнейшее развитие происходит в рамках заданий Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» и Сводного перечня научных исследований и разработок по развитию государственной системы научно-технической информации Республики Беларусь (ГСНТИ) на 2021–2025 годы.

В настоящее время портал BelNET – единственный крупный научно-технический информационный ресурс в области ядерных знаний в Республике Беларусь. Цели и задачи BelNET полностью находятся в русле политики

белорусского государства в области развития системы научно-технической информации и реализуют международные подходы МАГАТЭ к менеджменту ядерных знаний. Также с помощью eLab-Science созданы научный портал CoExAN проекта в области нанотехнологий программы Горизонт 2020 <https://coexan.bsu.by/> и электронный портал eLab <https://elab.bsu.by/>. Особенности eLab-Science см. в [3].

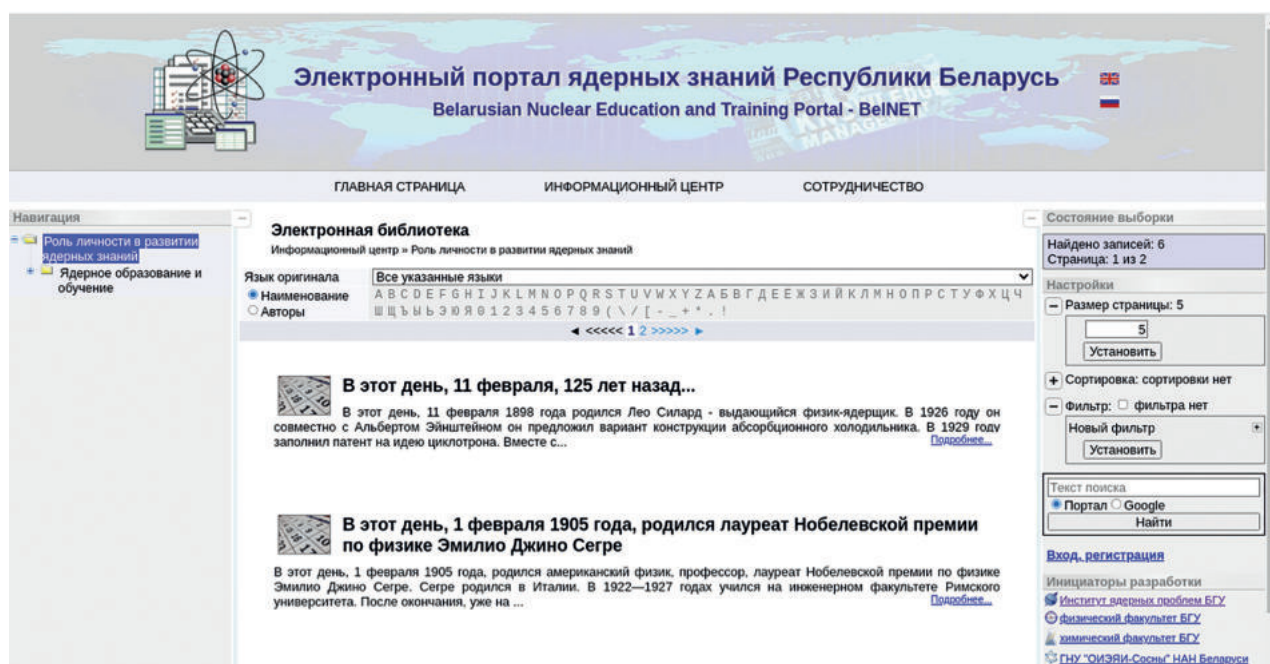


Рисунок 1 – Раздел «Роль личности в развитии ядерных знаний» портала BelNET

Свежий контент портала BelNET. К началу 2023 года общее количество записей портала BelNET превышает 3000. Более того, за прошедший год их количество практически удвоилось. Следует отметить, что это, вероятно, единственный портал в стране, кроме информационных агентств и онлайн-газет, с таким количеством новых записей.

Ежедневно размещаются актуальные новости МАГАТЭ, Госкорпорации Росатом, мировых научных центров – ОИЯИ, ЦЕРН, DESY и др. Разработаны оригинальные информационные циклы. Это цикл, посвященный Нобелевским премиям в области физики, включая информацию о Нобелевских лауреатах – выходцах из Беларуси, циклы «Термоядерный синтез», «В этот день в истории», «Роль личности в развитии ядерных знаний» (см. Рис. 1). В 2022 году созданы новые разделы «Беларусь – портал практических ядерных знаний», «Страны мира в пространстве ядерных знаний». Созданы тематические подборки и оригинальные циклы новостей в области ядерных знаний по таким странам, как Корея, Таиланд, Япония, Литва, Финляндия, Казахстан и др. Разрабатывается Календарь событий в широком диапазоне ядерных знаний. В настоящий момент он содержит свыше 1500 записей по всем дням года и продолжает расширяться.

Разрабатываются принципы функционирования на основе портала BelNET специализированной информационной архивной онлайн-системы управления ядерными знаниями. Здесь планируется предоставление удобного инструмента для быстрой бесплатной свободной публикации в интернете в электронном архиве оригинальных материалов (предпубликаций, научных отчетов, технической информации и т.д.) в области ядерных знаний, в том числе в области атомной энергетики, ядерных исследований и технологий – для вовлечения Республики Беларусь в общемировое единое информационное пространство в области научных знаний. В 2022 г. на BelNET создан раздел «Научный архив», прототип архивной онлайн-системы. В настоящий момент он содержит 90 записей, из них – 70 авторефератов диссертаций, в том числе ведущих белорусских ученых в области ядерных знаний.

Учитывая важность тематики по мессбауэровской спектроскопии и огромный задел белорусских ученых в данной области, важный для развития студентов, обучающихся в белорусских вузах, и до сих пор никак не систематизированный, в 2022 г. принято решение о разработке и размещении на портале BelNET оригинального блока информации по мессбауэровской спектроскопии следующего содержания:

1. Физические основы эффекта Мессбауэра
2. Сверхтонкие взаимодействия в ядрах
3. Экспериментальная техника эффекта Мессбауэра
4. Вклад БГУ в развитие экспериментальной техники эффекта Мессбауэра
5. Научные и практические применения эффекта Мессбауэра

Онлайн-курс «физика ядра и ионизирующего излучения в вопросах и задачах». Портал BelNET изначально позиционировался как научный и образовательный ресурс в области ядерных знаний [4]. Распространение новых форм обучения в развитых странах является закономерным этапом развития и адаптации образования к современным

условиям. Вузы постепенно меняют принципы организации образовательного процесса, создавая условия для реализации гибкого, индивидуализированного обучения. И одним из основных инструментов разработки и внедрения инновационных образовательных моделей являются активно развивающиеся информационно-коммуникационные технологии. Именно они заложили фундамент и определили генеральную линию развития дистанционных образовательных технологий — одних из самых востребованных организационно-педагогических моделей, в настоящее время широко используемых как в чистом виде, так и (наиболее часто) в интеграции с классическими формами обучения.

Будучи особой системой передачи знаний, дистанционные образовательные технологии требуют специальной методики разработки учебных пособий, особой стратегии преподавания, особых средств коммуникации посредством электронных или иных технологий, равно как и специальных организационных и административных решений. Успешно решенные такого рода задачи могут давать хорошую альтернативу решения некоторых проблем классического образования (например, нехватка аудиторного времени, пассивное усвоение информации) или базу для организации новых форм обучения.

Как правило, проблема технической реализуемости дистанционных образовательных технологий в рамках университетов не стоит — развернуты и поддерживаются платформы системы управления обучением, в частности, виртуальная обучающая среда Moodle. Использование такого рода платформ при всех их неоспоримых преимуществах ограничено локальным доступом в рамках того или иного образовательного учреждения. Реализация, например, единой системы поддержки и содействия общенациональных образовательных программ требует альтернативных программных продуктов. Одним из таковых в нашей стране является портал BelNET. Разработанный на основе свободного программного обеспечения, он может быть модифицирован и адаптирован под применение дистанционных образовательных технологий.

Традиционная подготовка специалистов-ядерщиков базируется на фундаментальной подготовке по физико-математическим дисциплинам. Одно из центральных мест здесь занимает общий курс ядерной физики, имеющий, несмотря на различие программ, базовый набор тем для изучения. Необходимым образовательным элементом в изучении ядерной физики, помимо лекций и лабораторных занятий, являются практические занятия по решению задач. Зачастую организация этих занятий, а также самостоятельной работы студентов, определяется инициативой самих преподавателей, которая заключается прежде всего в привлечении в образовательный процесс элементов дистанционных образовательных технологий. Основная причина такого положения дел — это отсутствие универсального современного задачника по ядерной физике (по крайней мере, в русскоязычном пространстве), охватывающего наиболее полно стандартный перечень вопросов. Возможной альтернативой мог бы служить проект МГУ “Ядерная физика в интернете”, однако для занятий по решению задач этот вариант не совсем удачен, т.к. большинство задач приводятся с решениями, и это, как правило, совсем не мотивирует студентов к продуктивной самостоятельной работе.

Создаваемый на портале BelNET оригинальный белорусский онлайн-курс “Физика ядра и ионизирующего излучения в вопросах и задачах” — учебный открытый онлайн-курс по решению задач по основным разделам ядерной физики для учащихся непрофильных специальностей, слушателей курсов повышения квалификации и переподготовки. Ориентиром при выборе перечня тем Курса выступила стандартная программа Региональных последипломных образовательных курсов МАГАТЭ по радиационной защите и безопасности источников ионизирующего излучения. Перечень тем охватывает базовые вопросы физики ядра, ядерных реакций, физики ионизирующего излучения, не требующих знания квантовой механики. Курс способствует получению навыков расчетов величин, параметров, характеристик основных явлений и процессов рассматриваемого круга тем. Курс является обобщением многолетнего опыта проведения семинарских занятий на физическом факультете БГУ по дисциплине “Физика ядра и элементарных частиц”, а также преподавания на различных курсах повышения квалификации и переподготовки в области ядерной и радиационной безопасности. Поскольку Курс охватывает стандартный базовый круг тем, он может быть использован студентами всех специальностей ядерного профиля (например, специальности “Ядерная физика и технологии” БГУ, “Проектирование и эксплуатация атомных электрических станций” БНТУ, “Ядерная и радиационная безопасность” МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ), а также теми, кто приступает к изучению ядерной физики.

Приведем основные темы курса:

1. Масштабы величин в ядерной физике и их единицы измерения. Основные формулы релятивистской кинематики.

2. Атомное ядро. Энергия связи.

3. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада.

4. Кинематика упругого рассеяния частиц.

5. Ядерные реакции. Законы сохранения.

6. Кинематика двучастичной ядерной реакции.

7. Сечение и выход ядерной реакции.

8. Реакция деления.

9. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество.

10. Прохождение легких заряженных частиц через вещество.

11. Взаимодействие γ -квантов с веществом.

12. Дозиметрия.

Каждая тема имеет единую структуру, элементы (подразделы) которой расположены в логической последовательности, способствующей глубокому изучению вопроса, получению, а также отработке соответствующих навыков. Поскольку портал BelNET функционирует прежде всего как информационная архивная онлайн-система, для организации прозрачной структуры каждой темы создается “информационная страница” темы в виде краткого ее содержания со ссылками на соответствующие страницы раздела, которые представляют собой интегрированные в среду портала веб-страницы, созданные средствами html-кода. Это позволяет не только создавать ссылки на формулы, определения, справочные данные, но и задавать нужную траекторию обучения через переходы между элементами раздела (в виде ссылок на следующие страницы).

Подраздел “Теоретическая часть” содержит основные теоретические сведения (определения, формулы), необходимые для решения задач. Как правило, изложение данной части лаконично и сжато, поскольку обычно семинарские занятия идут параллельно лекционным, и студенты / слушатели хорошо подготовлены в теоретическом плане. При самостоятельном же изучении темы или для повторения пройденного лекционного материала рекомендуется ознакомиться с более подробным изложением вопроса в учебниках, а потом приступить к чтению параграфов Теоретической части. Перечень учебников с конкретными параграфами и страницами приведен в начале каждой темы.

В “Контрольных вопросах и заданиях” приводятся вопросы по теории и простые задачи, решение которых не связано с большими вычислениями, но которые хорошо иллюстрируют то или иное теоретическое положение. Многие контрольные вопросы направлены на раскрытие сути физических явлений, определений, соотношений, условий. Этот подраздел является промежуточным, но важным переходным этапом к конкретным применениям теоретических знаний — он дает возможность самостоятельно проконтролировать усвоение основных понятий. В условиях очных занятий он может быть использован в качестве блиц-опроса для проверки готовности студентов к семинару.

В подразделе “Примеры решения задач” разбираются типичные примеры, демонстрирующие применение на практике положений теории. Выбор задач здесь диктуется необходимостью демонстрации всех возможных вариантов стандартных задач и методов их решений, а также заострением внимания на некоторых теоретических аспектах и нюансах. Количество разобранных примеров варьируется в зависимости от объема и важности темы. В подразделе “Задачи” приведен перечень задач по рассматриваемой теме с ответами и, если это необходимо, с указанием пути решения. Для удобства ответы и указания выводятся при клике на кнопку «Ответ» под каждой задачей на этой же странице.

Для проведения соответствующей диагностики по достигнутым целям обучения разработана система тестов, где к каждой цели обучения с помощью ссылки прикрепляется тест с некоторым главным вопросом в виде немного переформулированной цели и перечня наводящих вопросов с вариантами ответов, которые позволяют проверить степень усвоения основного вопроса.

Заключение. Важность проводимой работы по развитию портала BelNET состоит в создании оригинальных научных и научно-методических материалов мирового уровня, которые необходимы для обучения студентов вузов ядерно-физического профиля. Впереди у портала BelNET большие перспективы, поскольку на его основе создается и развивается Система управления ядерными знаниями в Республике Беларусь [5].

Работа выполняется в рамках Мероприятия 3.1 Сводного перечня научных исследований и разработок по развитию ГСНТИ Республики Беларусь на 2021–2025 годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Управление рисками, связанными с потерей знаний в организациях ядерной промышленности. STI/PUB/1248 | 978-92-0-432210-1. – Вена: МАГАТЭ, 2012. – 36 с.
2. Управление знаниями в научно-исследовательских и проектных ядерных организациях. Серия технических документов МАГАТЭ. IAEA-TECDOC-1675 | 978-92-0-408315-6. – Вена: МАГАТЭ, 2016. – 82 с.
3. Сытова, С. Н. Информационная система eLab в науке, практике, образовании / С. Н. Сытова. – Мн.: Изд. Центр БГУ, 2021. – 202 с.
4. Sytova, S. Belarusian software for nuclear knowledge management / S. Sytova // Nuclear Physics and Atomic Energy. – 2021. – Vol. 22, No. 1. – P. 104–110.
5. Сытова, С.Н. Система управления ядерными знаниями в Республике Беларусь / С. Н. Сытова // Журнал Белорусского государственного университета. Физика. – 2022, № 2. – С.87–98.