

# Национальная система управления ядерными знаниями

Строительство Белорусской атомной электростанции (БелАЭС) стало отправной точкой формирования в нашей стране современной атомной отрасли и потребовало решения множества сложных и связанных между собой задач, обусловленных как жесткими требованиями со стороны Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), так и строгим контролем и надзором регулирующих органов нашего государства. Этот комплекс проблем включал в том числе обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации БелАЭС, захоронение радиоактивных отходов, возможное использование ядерно-физических методов в научных исследованиях, на производстве, в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях экономики. Также встал вопрос подготовки большого количества специалистов в различных областях физики, химии, техники, биологии, экологии и т.д. Все это привело к необходимости создания системы управления ядерными знаниями (ЯЗ) для реализации целенаправленной национальной политики, которая обеспечит безопасное, устойчивое и эффективное развитие ядерной энергетики и промышленности в нашей стране.



**Светлана Сытова,**  
заведующий  
лабораторией  
аналитических  
исследований  
Института ядерных  
проблем БГУ,  
кандидат физико-  
математических наук,  
доцент

**В** Декларации ЮНЕСКО о науке и использовании научных знаний придается особое значение свободному распространению результатов научной деятельности, для чего требуются электронные научные архивы, порталы и крупные информационные системы на основе передовых информационных технологий [1–4]. В качестве примера следует назвать эффективную деятельность МАГАТЭ – мирового центра сотрудничества в области менеджмента ядерных знаний, которая проводится организацией с начала XXI в. [5–8]. Сегодня благодаря ее усилиям созданы национальные порталы ЯЗ во многих странах, развиваются европейская, азиатская, африканская и другие сети ядерного образования.

Поскольку ядерные знания уникальны во многих отношениях, управление ими особенно ответственно. Они отличаются от знаний, разработанных и используемых в других сферах, тем, что включают такие важные аспекты, как безопасность и нераспространение, связанные с двойным (мирным и немирным) характером ядерных технологий, и вызывают серьезную озабоченность общественности. Немаловажную роль играют такие факторы, как сложность, высокие затраты, длительные сроки, необходимость участия правительства, высокий уровень международной кооперации и потребность в постоянном совершенствовании высшего образования в данной области. Хотя накопленные фундаментальных научных ЯЗ происходит около века, взрывной рост их практического при-

менения начался в последние 60 лет. Очевидно, что знания ключевых ядерных экспертов должны сохраняться, передаваться и развиваться в течение длительного периода времени как для обслуживания действующих ядерных установок, так и для обеспечения глобального устойчивого роста.

Согласно концепции МАГАТЭ, система управления ядерными знаниями (СУЯЗ) представляет собой комплексный систематический подход, применяемый на всех этапах жизненного цикла ЯЗ, включая их идентификацию, совместное использование, защиту, распространение, передачу и хранение [5, 6]. Эта междисциплинарная задача требует разработки методологии, сочетающейся с работой опытных специалистов, позволяющей преодолеть потерю знаний, обеспечить и нарастить их объем, решить проблему старения рабочей силы и наличия квалифицированных человеческих ресурсов. В последнее время МАГАТЭ особое внимание уделяет современным ИТ в СУЯЗ – семантическим технологиям [9] и технологиям компьютерной безопасности [10].

Специфика Беларуси обусловлена тем историческим испытанием, которое выпало на долю нашего народа, – чернобыльской аварией и преодолением ее последствий, и как следствие – накоплением весомого научного багажа ядерных знаний.

Место нашей республики в широком диапазоне ЯЗ определяется ценностью ее как страны, прошедшей путь от новичка в области ядерной энергетики до государства, успешно реализовавшего с нуля ядерную энергетическую программу.

Многие международные организации все чаще обращаются к изучению белорусского опыта

развития инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности на основе современных требований МАГАТЭ, а также успешного преодоления последствий чернобыльской аварии, и возможностям использования готовой экспериментальной площадки в чернобыльской зоне для различных научных исследований. Зарубежных специалистов интересует, как ведется надзор на этапе сооружения, ввода в эксплуатацию и функционирования БелАЭС, каким образом проводится экспертиза безопасности, осуществляется лицензирование и пр.

Согласно концепции МАГАТЭ [5–8], координирующей площадкой для реализации национальной политики в области УЯЗ, доступной всем участникам, должен стать национальный портал ядерных знаний. В нашей стране главной движущей силой по формированию системы управления ими выступает Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Респу-

блики Беларусь (Госатомнадзор). Создаваемая под его руководством СУЯЗ включает разработку информационных технологий для интеллектуальной поддержки информационно-аналитической деятельности Госатомнадзора с использованием методов и принципов управления ядерными знаниями, а также национальный электронный портал ядерных знаний Республики Беларусь, который будет размещен на отечественных облачных платформах в 2025 г.

По инициативе Госатомнадзора в качестве основы национального портала использованы 2 разработки НИИ ЯП БГУ. Это электронный научно-образовательный портал ядерных знаний учреждений образования Республики Беларусь BelNET (Belarusian Nuclear Education and Training Portal), <https://belnet.by/>, <https://belnet.bsu.by/> – прототип создаваемого национального портала и Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора (ИИСН ГАН) для

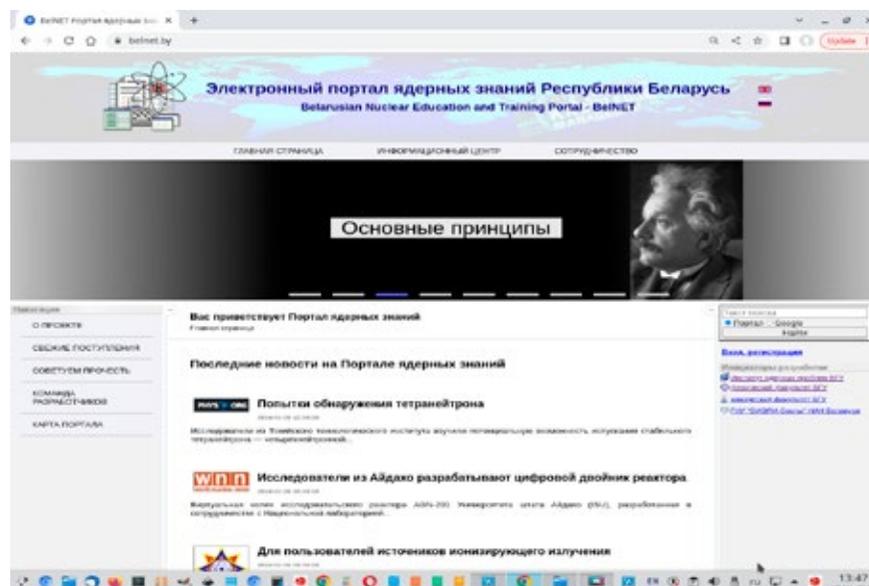


Рис. 1. Копия главной страницы портала ядерных знаний BelNET <https://belnet.by/>

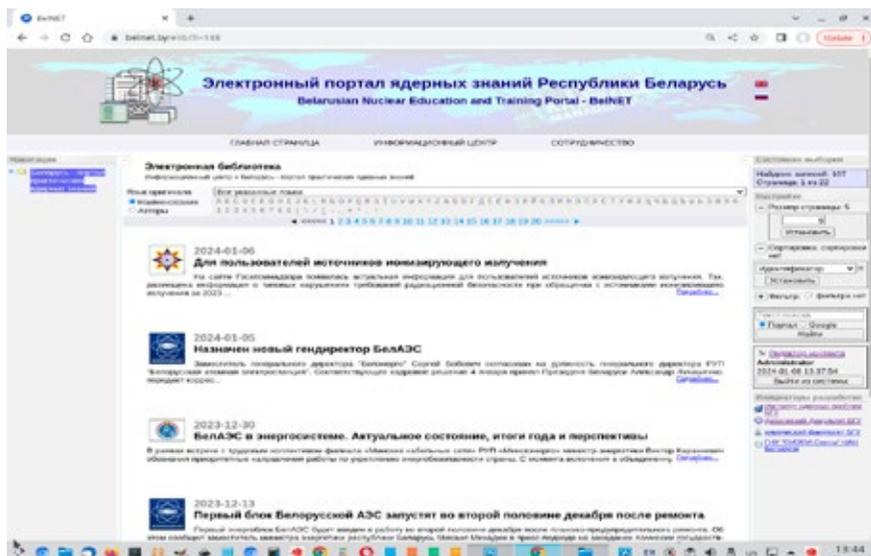


Рис. 2. Раздел «Беларусь – портал практических ядерных знаний» портала ядерных знаний BelNET <https://belnet.by/>



Рис. 3. Новый интерфейс и дизайн будущего национального портала ядерных знаний Республики Беларусь

обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности.

Портал BelNET – пока единственный ресурс ядерных знаний в Беларуси, содержащий по состоянию на начало 2024 г. свыше 4,5 тыс. записей – законодательных, научных, учебно-образовательных, новостных, информаци-

онных и пр. Программное обеспечение eLab-Science (оригинальная система управления контентом) и первые материалы ресурса разработаны в рамках государственных программ научных исследований в период 2014–2018 гг. Начиная с этого времени BelNET функционирует без сбоев и аварийных ситуаций в режиме 24/7. Он ста-

бильно пополняется новыми материалами, в том числе оригинальными, специально разработанными для него. Что касается ПО eLab-Science, то оно находится в постоянном развитии и совершенствуется (рис. 1, 2).

Главное преимущество отечественного портала BelNET по сравнению с многочисленными аналогами, созданными под эгидой МАГАТЭ, заключается в том, что большая часть его материалов представлена на русском языке и в открытом доступе. И лишь для выполнения лабораторных заданий предусмотрена свободная регистрация с тем, чтобы обеспечить учет результатов выполнения тестов к лабораторным работам для конкретного пользователя.

Система ИИСН ГАН (ПО eLab-Control) разработана в рамках ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» (2016–2020 гг.). В настоящее время она состоит из нескольких модулей:

- контроль (надзор) за обеспечением безопасности при сооружении, вводе в эксплуатацию и эксплуатацией Белорусской АЭС;
- контроль (надзор) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения;
- учет ядерных материалов;
- лицензирование;
- общая информация и вспомогательные инструменты.

Модуль по учету ядерных материалов реализован в строгом соответствии с требованиями МАГАТЭ в данной области.

В результате выполнения проекта проведено программное оснащение свыше 50 рабочих мест в Госатомнадзоре, его территориальных подразделениях, в том числе в областных центрах, на площадке Белорусской АЭС.

Обе информационные системы (eLab-Control и eLab-Science) разработаны в рамках фреймворка eLab на основе свободного программного обеспечения [11–13]. Фреймворк – это шаблон для программной платформы, на основе которого на одних и тех же принципах (включающих повышенные требования к компьютерной безопасности) в рамках похожего интерфейса можно развивать множество информационных систем для разных применений. На различные программные продукты фреймворка eLab получено 5 свидетельств Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь о регистрации, в том числе №683 «Компьютерная программа системы управления источниками ионизирующего излучения» (2014 г.), №843 «Система управления учебно-научным порталом» (2015 г.), №1117 «Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности» (2018 г.).

Для национального портала ЯЗ разработаны оригиналь-

ные алгоритмы автоматической систематизации (размещения) записей контента в таксономии (иерархической структуре) портала на основе семантических технологий с использованием инструмента полнотекстового поиска [14]. Данные алгоритмы позволяют автоматически формировать группу дескрипторов – ключевых слов данного ресурса, определять один или несколько разделов для размещения на портале создаваемого информационного ресурса (записи). Тщательное автоматическое определение ключевых слов повышает видимость и позиции показа материалов портала в поисковой выдаче. Таким образом, можно констатировать, что создаваемый национальный портал ядерных знаний Республики Беларусь будет семантическим (рис. 3).

Формирование полноценной СУЯЗ – процесс долговременный, поскольку ее создание связано с необходимостью более активного участия в этой работе ответственных организаций, оперирующих ядерными знаниями, в том числе не только Белорусской АЭС, Госатомнадзора, но и персонала предприятий техни-

ческой поддержки Госатомнадзора, учреждений и ведомств, осуществляющих деятельность с источниками ионизирующих излучений, генерирующим оборудованием, преподавателей вузов и студентов профильных специальностей. Можно констатировать, что мы находимся в начале пути. Наша цель – его успешно пройти.

Работа над проектом осуществляется в рамках мероприятия 13 подпрограммы 3 «Научное обеспечение эффективной и безопасной работы Белорусской атомной электростанции и перспективных направлений развития атомной энергетики» Государственной программы «Наукоёмкие технологии и техника» на 2021–2025 гг.

Ядерная энергетика стала важным источником низкоуглеродной электроэнергии в нашей стране, и потому создание и развитие программ и инициатив по управлению ядерными знаниями – ответ на текущие потребности в сохранении, накоплении ядерных знаний, навыков и опыта, в том числе эксплуатации, обеспечении их передачи от поколения к поколению, укреплении взаимосвязи науки и практики. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Декларация о науке и использовании научных знаний принята ЮНЕСКО 01.07.1999 г. // [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994_rus).
2. Tiwana A. Knowledge Management Toolkit. –1999. // [https://www.researchgate.net/publication/31706785\\_The\\_Knowledge\\_Management\\_Toolkit\\_Practical\\_Techniques\\_for\\_Building\\_a\\_Knowledge\\_Management\\_System\\_A\\_Tiwana](https://www.researchgate.net/publication/31706785_The_Knowledge_Management_Toolkit_Practical_Techniques_for_Building_a_Knowledge_Management_System_A_Tiwana).
3. Румизен М.К. Управление знаниями. – М., 2004.
4. A conceptual framework for managing very diverse data for complex, interdisciplinary science / M.A. Parsons [et al.] // *Journal of Information Science*. 2011. Vol. 37(6). P. 555–569.
5. Maintaining knowledge, training and infrastructure for research and development in nuclear safety. INSAG-16. Vienna: IAEA, 2003.
6. Knowledge management for nuclear industry operating organizations. IAEA-TECDOC-1510. Vienna, 2006.
7. Comparative Analysis of Methods and Tools for Nuclear Knowledge Preservation. – Vienna, 2011.
8. Managing Nuclear Safety Knowledge: National Approaches and Experience STI/PUB/1938 | 978-92-0-104221-7. 2021.
9. Exploring semantic technologies and their application to nuclear knowledge management. IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.15. – Vienna, 2021.
10. Computer security for nuclear security. IAEA Nuclear Security Series No. 42-G. – Vienna, 2021.
11. Информационная система eLab для аккредитованных испытательных лабораторий на основе свободного программного обеспечения / С.Н. Сытова [и др.] // *Информатика*. 2017. №3. С. 49–61.
12. Sytova S. Information tool for multifarious scientific and practical research / Engineering of Scintillation Materials and Radiation Technologies. Selected articles of ISMART2018. Ed.: M. Korzhik, A. Gektin // *Springer Proceedings in Physics*. 2019. Vol. 227. Chapt. 21. P. 281–292.
13. Сытова С.Н. Информационная система eLab в науке, практике, образовании. – Минск., 2021.
14. Использование семантических технологий для развития портала ядерных знаний BelNET / С.Н. Сытова [и др.] // *Информационные системы и технологии : материалы междунар. науч. конгресса по информатике в 3 ч. Ч. 3. Минск, 27–28 октября 2022 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: С.В. Абламейко (гл. ред.) [и др.]*. – Минск, 2022. С. 193–198.