

Роль единого цифрового пространства научных знаний в развитии образовательных технологий

Н.Е.Каленов¹, И.Н.Соболевская¹, А.Н.Сотников¹

¹ Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук – филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (МСЦ РАН – филиал ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН)

Аннотация. Рассмотрена роль единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ) в развитии образовательных технологий. ЕЦПНЗ реализуется рядом российских организаций в качестве информационной и технологической среды, поддержки научных исследований, образования, популяризации науки и сохранения научного наследия. Структура построения ЕЦПНЗ обеспечивает общие принципы построения связей отдельных компонентов, связанных со школьным и университетским образованием. Одним из элементов, связанных с образованием, в структуре ЕЦПНЗ, является научная виртуальная выставка. Такая выставка может быть посвящена как конкретной персоне, так и научному мероприятию в целом. Виртуальные выставки объединяют разнообразные ресурсы, связанные с тематикой проекта (биографии ученых, связанные музейные и архивные материалы, публикации, копии фильмов, интерактивные мультимедийные ресурсы). В работе представлены примеры реализованных виртуальных выставок, используемых в образовательном процессе. Выставки созданы на платформе электронной библиотеки «Научное наследие России».

Ключевые слова: единое цифровое пространство научных знаний, виртуальная выставка, И.В. Мичурин, М.М. Герасимов, электронная библиотека «Научное наследие России», образовательный ресурс.

Using of educational technologies in a common digital space of scientific knowledge

N.E. Kalenov¹, I.N. Sobolevskaya¹, A.N. Sotnikov¹

Abstract. The role of the common digital space of scientific knowledge (CDSSK) in the development of educational technologies is considered. CDSSK is implemented by a number of Russian organizations as an information and technological environment, support for scientific research, education, popularization of science and preservation of scientific heritage. The structure of the CDSSK provides general principles for building links between individual components related to school and university education. One of the elements related to education in the structure of the CDSSK is a scientific virtual exhibition. Such an exhibition can be dedicated to both a specific person and a scientific event in general. Virtual exhibitions bring together a variety of resources related to the topic of the project (biographies of scientists, related museum and archival materials, publications, copies of films, interactive multimedia resources). The work presents examples of realized virtual exhibitions used in the educational process. The exhibitions were created on the platform of the Scientific Heritage of Russia digital library.

Keywords. Digital Library, Scientific Heritage of Russia, Educational Resources, Virtual Exhibition, Common Digital Space of Scientific Knowledge, I.V. Michurin, M.M. Gerasimov.

Введение

С 2019 года рядом научных организаций России ведется разработка проекта по созданию Единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ) [1 -4]. Цель создания ЕЦПНЗ – выделение из «моря» информации ядра, содержащего достоверные научные знания по различным направлениям науки. Под научными знаниями понимаются основные законы и постулаты научного направления и полученные на их основе научные факты. ЕЦПНЗ представляет собой совокупность тематических информационных подпространств, относящихся к различным областям науки, объединенных общей онтологией. Каждое подпространство содержит разнообразную достоверную фактографическую и документальную информацию, относящуюся к данному научному направлению.

Контент подпространства ЕЦПНЗ включает энциклопедические сведения, относящиеся к соответствующей области науки; развернутую информацию об ученых, внесших существенный вклад в ее развитие; библиографию и цифровые копии полных текстов основных фундаментальных, учебных и научно-популярных изданий; цифровые копии архивных и музейных материалов; мультимедийные ресурсы, относящиеся к данному научному направлению.

Одним из направлений задач, которые предполагается решать на базе ЕЦПНЗ, является поддержка образовательных процессов, начиная от начальной школы и кончая аспирантурой [3].

1. Принципы формирования и структура ЕЦПНЗ

Среди основных принципов формирования ЕЦПНЗ можно назвать следующие.

1. Контент ЕЦПНЗ формируется из существующих цифровых научных ресурсов, верифицированных научным сообществом;
2. ЕЦПНЗ строится на принципах открытой науки;
3. Онтология ЕЦПНЗ наследует существующие информационно-поисковые языки;
4. Связь между тематическими подпространствами ЕЦПНЗ осуществляется за счет обобщенной онтологии и наличия универсальных классов объектов;
5. Технология формирования ядра ЕЦПНЗ обеспечивает возможность совместной деятельности поставщиков контента;
6. ЕЦПНЗ функционирует на принципах цифровых семантических библиотек [5].

Основная цель создания ЕЦПНЗ – предоставление пользователям достоверных знаний, полученных в различных областях науки. Уровень представления такого контента ориентирован на различные слои пользователей: от школьников до ученых, профессионально занимающихся исследованиями в данном научном направлении. Поэтому ЕЦПНЗ должно содержать научно-популярную, учебную и фундаментальную информацию.

Элементами ЕЦПНЗ должны выступать некоторые конкретизированные научные знания, специфичные для отдельных областей науки, представляющие собой формализованные характеристики научного знания.

В каждой области науки можно выделить два класса знаний -
- теоретические и экспериментальные. Теоретические знания представляют собой множество аксиом, методов исследования и фундаментальных результатов, полученных на основе применения этих методов. Необходимо отметить, что если постулаты и методы исследований являются формальными, декларированными и признанными обществом устоявшимися элементами, то базовые результаты теоретических исследований – понятие относительное, которое определяется экспертными оценками научного сообщества [1].

Экспериментальные научные знания представляют собой множество практических результатов, полученных на основе применения теоретических знаний, подтверждённых практикой¹.

Соответственно, каждое тематическое подпространство ЕЦПНЗ должно включать две составляющих - фундаментальную и (условно) экспериментальную.

Фундаментальная составляющая (назовем ее базисом) содержит информацию, отражающую зафиксированные, проверенные временем, научные знания. Она обладает свойством статичности, очень медленно изменяясь с течением времени.

Динамическая составляющая (надстройка) включает информацию о новейших достижениях в данной научной области. По истечении некоторого времени, часть надстройки может перейти в базис. А часть – исключена из ЕЦПНЗ.

Базис включает три взаимосвязанных уровня представления знаний:

- начальный (рассчитанный на широкий круг пользователей, не вникающий в суть данного научного направления);
- основной (ориентированный на пользователей, в основном, учащихся, специализирующихся по данному научному направлению);
- профессиональный (предназначенный для аспирантов и специалистов в данной области науки).

Надстройка является источником текущей информации, необходимой для проведения научных исследований, которая дополняет профессиональный уровень базиса.

Начальный уровень – статический. Он формируется путём извлечения информации из учебников, научно-популярной литературы; в нём могут быть широко представлены оцифрованные музейные экспонаты, мультимедийные популярные ресурсы.

Основной уровень базиса – квазистатический. Он изменяется редко при появлении существенных, принципиальных для данной области знания результатов (открытий) и формируется с использованием существующих энциклопедий, справочников, авторитетных монографий, проверенных временем учебников для высшей школы. Этот уровень включает, наряду с извлечёнными метаданными, ссылки на источники и цифровые копии наиболее значимых монографий.

Профессиональный уровень базиса включает более глубокую, по сравнению с основным уровнем, статическую информацию по данному

¹ Очевидно, что такое деление относительно, поскольку множество теоретических знаний возникло в результате экспериментов (законы физики, механики и других естественных наук).

научному направлению. Эта информация дополняется подтверждённой экспертными оценками новой информацией.

Надстройка отражает новые результаты в той или иной научной области. Её контент формируется за счёт извлечения знаний из текущей опубликованной информации, прошедшей экспертизу. Наполнение надстройки динамически меняется как благодаря новой информации, так и вследствие исключения из неё сведений, ценность которых не подтвердилась временем.

2. Образовательные ресурсы ЕЦПНЗ

Образовательные ресурсы ЕЦПНЗ включают два слоя – ресурсы для школьного образования и ресурсы для вузовского образования.

Основой ресурсов для школьного образования служит начальный уровень базиса. Он включает общую информацию о науке в целом и ее отдельных областях в соответствии с наполнением школьных программ. Она включает научные сведения на уровне детской энциклопедии, сопровождаемые полными текстами научно-популярных изданий, рассчитанных на школьников. В качестве вспомогательных ресурсов выступают видеоматериалы, оцифрованные научно-популярные кинофильмы, модели музейных объектов и явлений природы. В качестве одного из направлений развития школьной составляющей ЕЦПНЗ выступают интерактивные игры, викторины и тесты, содержащие образовательные элементы.

Ресурсы каждого тематического подпространства для высшего образования включают развернутую информацию об ученых, внесших значительный вклад в развитие данного научного направления; относящиеся к ним цифровые копии музейных предметов и архивных материалов; полные тексты отобранных экспертами фундаментальных учебных и научных изданий; мультимедийные практические занятия по моделированию тех или иных явлений и отработке методов исследования и решения типовых задач.

3. Пример реализации

Упрощенной моделью ЕЦПНЗ может служить электронная библиотека «Научное наследие России (<http://e-heritage.lgb.ru>), архитектура которой подробно описана в [6, 7].

Основной целью формирования ЭБ ННР является предоставление через Интернет всем желающим информации о выдающихся российских и зарубежных ученых, работавших на территории России, внесших вклад в развитие фундаментальных естественных и гуманитарных наук, с возможностью ознакомления с полными текстами опубликованных ими работ, архивными документами и музейными предметами, связанными с их

деятельностью. ЭБ ННР, наряду с электронными копиями печатных изданий, содержит развернутые сведения о российских ученых – биографические данные, основные этапы их научной деятельности, разнородную архивную и музейную информацию, отсканированные фотографии, аудио- и видеозаписи, относящиеся к теме научного наследия. В настоящее время ЭБ ННР отражает значительную часть научного наследия России (информацию об ученых и цифровые копии их публикаций), относящуюся к периоду от зарождения российской науки (17 век) до первой четверти 20 века.

В таблице 1 представлено распределение по областям знаний количества отраженных в ЭБ ННР ученых, работавших в этот период, и количество оцифрованных публикаций, авторами которых они являются.

Наименование научной области	Количество ученых	Количество публикаций
Астрономия	98	374
Биология	142	1590
Математика	102	556
Медицина	77	240
Механика	40	753
Науки о земле	166	1878
Технические науки	21	491
Физика	79	1592
Химия	65	1269
Философия	203	1865
Социальные науки	1523	5851

4. Виртуальная выставка, как пример образовательного ресурса

Одним из направлений применения информационных технологий в образовательных процессах является формирование на основе ресурсов ЭБ ННР виртуальных выставок, предоставляющих пользователям разнородную информацию, объединенную по определенным признакам [8, 9]. Это могут быть выставки, посвященные отдельному ученому, какому-либо событию, природному явлению и т.п.

Несмотря на то, что каждая виртуальная выставка уникальна по своему наполнению, при формировании таких выставок в среде ЕЦПНЗ можно выделить следующие основные типы разделов:

- основной тематический раздел;
- интерактивный раздел;
- биографический раздел;
- раздел видеоматериалов;
- раздел фотодокументов;

- библиотека;
- раздел «Коллекция 3D объектов»;
- раздел отзывов;
- контакты.

Виртуальная выставка может содержать общую информацию о данной области науки, научные сведения как на уровне детской энциклопедии, так и более подробную информацию. Виртуальные выставки позволяют объединить ресурсы каждого тематического подпространства, сделав, в том числе, акцент на ту или иную аудиторию.

Практическим примером использования виртуальной выставки в процессах школьного образования может служить выставка «Сад Жизни», реализованная на платформе ЭБ ННР [11], размещенная в открытом доступе по адресу <http://3d.acadlib.ru>.

Выставка «Сад жизни» посвящена жизни и научной деятельности выдающегося русского биолога и селекционера Ивана Владимировича Мичурина (1855-1935) (рисунок. 1). Информация, представленная на этой выставке, ориентирована в первую очередь, на школьников.



Рисунок 1. Главная страница виртуальной выставки «Сад жизни».

Она тематически делится на две части: биографическую - «Иван Мичурин – кто он?» (рисунок 2) и социально-политическую - «Плоды и корни мичуринской биологии» (рисунок 3).

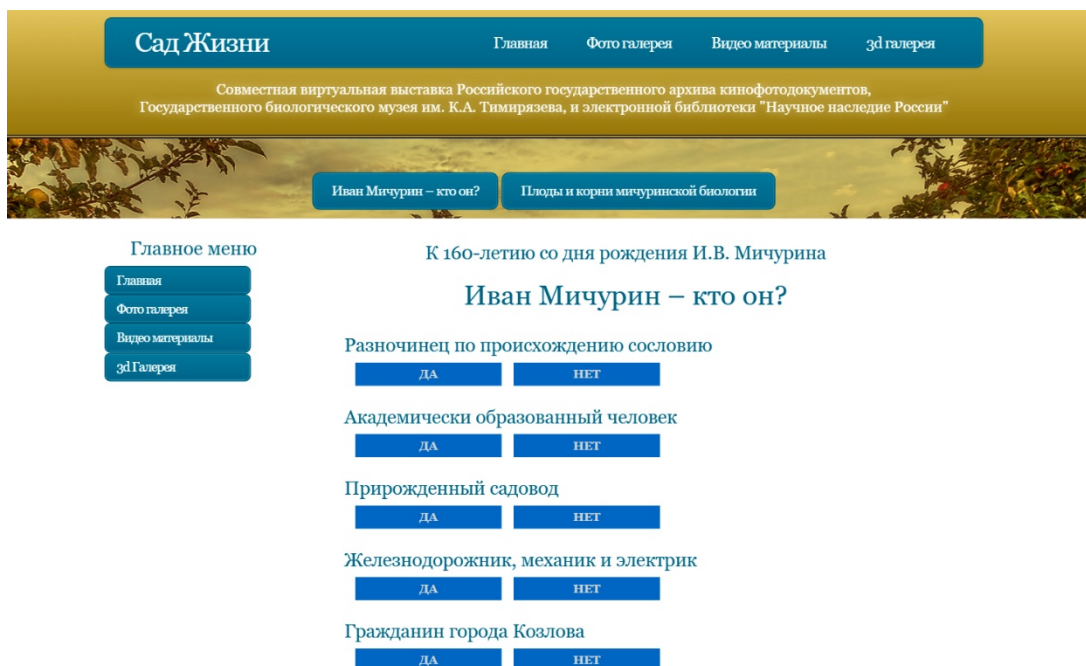


Рисунок 2. Биографический раздел виртуальной выставки «Сад жизни».



Рисунок 3. Социально-политический раздел виртуальной выставки «Сад жизни».

Биографический раздел строится в жанре интерактивной игры-интервью. Сначала пользователю даются любопытные факты или

устоявшиеся суждения о Мичурине и предлагается выбрать верное утверждение. Затем выбор пользователя опровергается или подтверждается документами, фотографиями, или музейными предметами.

Раздел «Плоды и корни мичуринской биологии» обращается к истории науки в части, связанной с конфликтами во второй трети 20 века между группами советских ученых, поддерживающих и опровергающих генетику. также делится на две части. Посетителям выставки рассказывается, в чем была суть конфликта между противоборствующими сторонами, и поясняется на основе фактов, что И.В. Мичурин никакого отношения к этим событиям не имел.

На виртуальной выставке также есть следующие разделы:

- Фотогалерея. В этом разделе представлены фотодокументы из фондов РГАКФД и ГБМТ.

- Видеоматериалы. В этом разделе представлены видеодокументы из фондов РГАКФД и ГБМТ.

- Коллекция 360. В этом разделе представлены оцифрованные музейные объекты из фондов ГБМТ. Эти объекты представляют собой качественные с точки зрения зрительного восприятия цифровые 3D-модели плодов, выведенных И.В. Мичуриным, кроме того, каждый «экспонат» снабжен описанием.

- Библиотека. Этот раздел содержит публикации по тематике выставки, входящие в контент ЭБ ННР.

- *Отзывы*. Данный раздел создается для обратной связи с посетителями виртуальной выставки. Здесь можно (после обязательной регистрации) обменяться мнениями, выступить с различными сообщениями по тематике выставки.

- *Контакты*. В данном разделе указываются контакты администратора виртуальной выставки для связи с ним.

5. Виртуальная выставка, как пример образовательного ресурса для ВУЗов

На технологической платформе ЭБ ННР создана виртуальная выставка «Портреты по скелетам», Эта выставка посвящена М.М. Герасимову и его антропологическим реконструкциям (<http://acadlib.ru/>). Этот проект создан совместно с ГБМТ, РГАКФД и Государственным Дарвиновским музеем. В рамках работы над проектом создано и представлено широкому кругу пользователей более 50 антропологических реконструкций М.М. Герасимова (рисунок 4).



Рисунок 4. Главная страница виртуальной выставки «Портреты по скелетам».

Принцип построения этой выставки такой же, как и выставки «Сад жизни». Эта выставка также содержит:

- основной тематический раздел;
- биографический раздел;
- раздел видеоматериалов;
- раздел фотодокументов;
- библиотека;
- раздел «Коллекция 3D объектов»;
- раздел отзывов;
- контакты.

Однако, в отличие от выставки «Сад Жизни», представленная на выставке «Портреты по скелетам» информация и способ ее подачи, в большей степени, ориентирована на студентов ВУЗов.

Заключение

Используя технологию создания естественнонаучных виртуальных выставок, можно решить задачу предоставления и популяризации научной информации школьникам и студентам.

Предлагаемые методы предоставления научной информации могут быть в дальнейшем расширены для создания других видов инструментов для формирования единого цифрового пространства научных знаний.

В качестве структуры, которая могла бы взять на себя руководство проектом по формированию ЕЦПНЗ мог бы выступить МСЦ РАН – филиал ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН.

Исследования в области формирования ЕЦПНЗ проводятся в МСЦ РАН – филиале ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН в рамках госзадания 065-2019-0016, а также в рамках проекта РФФИ № 20-07-00773.

Литература

1. Антопольский А.Б., Каленов Н.Е., Серебряков В.А., Сотников А.Н. О едином цифровом пространстве научных знаний // Вестник Российской академии, 2019. -Т. 89. - № 7. С. - 728-735.
2. Антопольский А.Б., Босов А.В., Савин Г.И., Сотников А.Н., Цветкова В.А., Каленов Н.Е., Серебряков В.А., Ефременко Д.В. Принципы построения и структура единого цифрового пространства научных знаний (ЕЦПНЗ) // Научно-техническая информация. Сер. 1, 2020. - № 4. - С. 9-17. DOI: 10.36535/0548-0019-2020-04-2
3. Савин Г.И. Единое цифровое пространство научных знаний: цели и задачи // Информационные ресурсы России, 2020. - № 5. - С. 3-5. DOI: 10.51218/0204-3653-2020-5-3-5
4. Каленов Н.Е., Сотников А.Н. Архитектура единого цифрового пространства научных знаний // Информационные ресурсы России, 2020. - № 5. - С. 5-8. DOI: 10.51218/0204-3653-2020-5-5-8
5. Olga Ataeva, Nikolay Kalenov, Vladimir Serebryakov Ontological Approach to the Description of a Common Digital Space of Scientific Knowledge // CEUR Proceedings of the 22nd Conference on Scientific Services & Internet (SSI-2020) Novorossiysk-Abrau (online), Russia, September 21-25, 2020, 2020. - Vol. 2784. - P. 295-303
6. Каленов Н.Е., Савин Г.И., Серебряков В.А., Сотников А.Н. Принципы построения и формирования электронной библиотеки "Научное наследие России" // Программные продукты, системы и алгоритмы, 2012. - Т. 4. № 100. С. 30-40.
7. N. Kalenov, K. Pogorelko, I. Sobolevskaya, A. Sotnikov Digital library "Scientific Heritage of Russia" // Proceedings of the 4th International Conference on Computer-Human Interaction Research and Applications 2020, SCITEPRESS, 2020. - P. 104-111. DOI:10.5220/0010106001040111
8. Сотников А.Н., Соболевская И.Н., Кириллов С.А., Каленов Н.Е. Применение технологии визуализации 3D веб-коллекций для формирования виртуальных выставок // Труды XXII Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети интернет». 2019. С. 621-626.

9. Munster S. Digital Heritage as a Scholarly Field-Topics, Researchers, and Perspectives from a Bibliometric Point of View // *Acm journal on computing and cultural heritage*. 2019. 12(3), № 12.
10. Wuttke U., Spiecker C., Neuroth H. PARTHENOS - A Digital Research Infrastructure for eHumanities and eHeritage // *Bibliothek forschung und praxis*. 43(1). 2019. pages 11-20.
11. Н.Е. Каленов, С.А. Кириллов, И.Н. Соболевская, А.Н. Сотников, Ю.В. Шубина. Виртуальная прогулка по «Саду жизни»: опыт совместного выставочного проекта // *Научный сервис в сети интернет. Труды XVIII Всероссийской научной конференции*. 2016. S. 144-147

References

1. Antopol'skij A.B., Kalenov N.E., Serebryakov V.A., Sotnikov A.N. O edinom cifrovom prostranstve nauchnyh znaniy // *Vestnik Rossijskoj akademii*. 2019. -T. 89. - № 7. S. - 728-735.
2. Antopol'skij A.B., Bosov A.V., Savin G.I., Sotnikov A.N., Cvetkova V.A., Kalenov N.E., Serebryakov V.A., Efremenko D.V. Principy postroeniya i struktura edinogo cifrovogo prostranstva nauchnyh znaniy (ECPNZ) // *Nauchno-tehnicheskaya informaciya. Ser. 1*, 2020. - № 4. - S. 9-17.
3. Savin G.I. Edinoe cifrovoe prostranstvo nauchnyh znaniy: celi i zadachi // *Informacionnye resursy Rossii*. 2020. - № 5. - S. 3-5.
4. Kalenov N.E., Sotnikov A.N. Arhitektura edinogo cifrovogo prostranstva nauchnyh znaniy // *Informacionnye resursy Rossii*. 2020. - № 5. - S. 5-8.
5. Olga Ataeva, Nikolay Kalenov, Vladimir Serebryakov Ontological Approach to the Description of a Common Digital Space of Scientific Knowledge // *CEUR Proceedings of the 22nd Conference on Scientific Services & Internet (SSI-2020)*. 2020. - Vol. 2784. - P. 295-303
6. Kalenov N.E., Savin G.I., Serebryakov V.A., Sotnikov A.N. Principy postroeniya i formirovaniya elektronnoj biblioteki "Nauchnoe nasledie Rossii" // *Programmnye produkty, sistemy i algoritmy*. 2012. - T. 4. № 100. S. 30-40.
7. N. Kalenov, K. Pogorelko, I. Sobolevskaya, A. Sotnikov Digital library "Scientific Heritage of Russia" // *Proceedings of the 4th International Conference on Computer-Human Interaction Research and Applications*. 2020, SCITEPRESS, 2020. - P. 104-111.
8. Sotnikov A.N., Sobolevskaya I.N., Kirillov S.A., Kalenov N.E. Primenenie tekhnologii vizualizacii 3D veb-kollekcij dlya formirovaniya virtual'nyh vystavok // *Trudy XXI Vserossijskoj nauchnoj konferencii «Nauchnyj servis v seti internet»*. 2019. S. 621-626.
9. Munster S. Digital Heritage as a Scholarly Field-Topics, Researchers, and Perspectives from a Bibliometric Point of View // *Acm journal on computing and cultural heritage*. 2019. 12(3), № 12.

10. Wuttke U., Spiecker C., Neuroth H. PARTHENOS - A Digital Research Infrastructure for eHumanities and eHeritage // Bibliothek forschung und praxis. 43(1). 2019. pages 11-20.
11. Kalenov N.E., Kirillov S.A., Sobolevskaya I.N., Sotnikov A.N., SHubina YU.V. Virtual'naya progulka po «Sadu zhizni»: opyt sovместnogo vystavochnogo proekta // Nauchnyj servis v seti Internet: trudy XVIII Vserossijskoj nauchnoj konferencii. 2016. S. 144-147