

ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП. ОТКРЫТЫЕ АРХИВЫ ИНФОРМАЦИИ

УДК 02:004

<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-71-90>

М. С. Арарат-Исаева¹, М. Ю. Арарат-Исаев², С. Г. Григорьев³, М. В. Курносенко⁴

^{1, 2}Московская школа № 67, Москва, Российская Федерация

^{3, 4}Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация

¹araratisaevams@67sch.ru

ORCID: 0000-0002-5488-8071

²araratisaevmyu@67sch.ru

ORCID: 0000-0003-1777-7951

³grigorsg@mgpu.ru

ORCID: 0000-0002-0034-9224

⁴kurnosenkov@mgpu.ru

ORCID: 0000-0002-8550-9740

Моделирование репозитория STEM-проектов как подсистемы открытого архива

Аннотация. Рассмотрены понятия «репозиторий» и «метаданные», которые широко используются в электронных библиотеках и интернет-ресурсах. Предложена новая форма хранения проектов – репозиторий STEM-проектов. В статье представлена иерархическая структура репозитория; в качестве подхода к поиску проектов предложены две предметные рубрики: классификация по обучающимся и облако тегов, использование которых характеризуется особенностями STEM-проектирования. Приведены примеры структуры и строения аналогичных репозиториях из зарубежных ресурсов, в частности репозитория фирмы Siemens и различных форматов образовательных ресурсов, размещённых в подобных хранилищах. Предложена новая структура хранилища данных, организованная как облако тегов, сформированное в виде двух разделов – ресурсы для школ и ресурсы для высших учебных заведений. Отмечена важность сбора ресурсов, посвящённых такому новому направлению, как STEAM-STEM-проектирование, призванному облегчить изучение предметов естественно-научного цикла, накопить удачные наработки учителей, школьников, преподавателей и студентов в этой сфере и создать условия для оперативного поиска и извлечения проектов по различным темам с межпредметными связями, а также с возможностями прикладного использования в инженерных дисциплинах. Статья подготовлена в рамках государственной работы «Создание ком-

плекта учебно-методических материалов по применению робототехнических образовательных комплексов в STEM-проектах школ г. Москвы», проводимой по Государственному заданию ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской педагогический университет» на 2020–2021 учебный год в рамках Государственной программы города Москвы «Развитие образования города Москвы («Столичное образование»)» на 2012–2021 гг.

Ключевые слова: репозиторий, метаданные, STEM-проектирование, проект, интеллект-карта, предметная рубрика, облако тегов

Для цитирования: Арарат-Исаева М. С., Арарат-Исаев М. Ю., Григорьев С. Г., Курносенко М. В. Моделирование репозитория STEM-проектов как подсистемы открытого архива / М. С. Арарат-Исаева, М. Ю. Арарат-Исаев, С. Г. Григорьев, М. В. Курносенко // Научные и технические библиотеки. 2022. № 2. С. 71–90. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-71-90>

OPEN ACCESS. OPEN INFORMATION ARCHIVES

UDC 02:004

<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-71-90>

**Maria S. Ararat-Isaeva¹, Marat Yu. Ararat-Isaev², Sergey G. Grigoryev³
and Mikhail V. Kurnosenko⁴**

^{1, 2}School № 67, Moscow, Russian Federation

^{3, 4}Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

¹araratisaevams@67sch.ru

ORCID: 0000-0002-5488-8071

²araratisaevmyu@67sch.ru

ORCID: 0000-0003-1777-7951

³grigorsg@mgpu.ru

ORCID: 0000-0002-0034-9224

⁴kurnosenkomv@mgpu.ru

ORCID: 0000-0002-8550-9740

Modelling repository of STEM projects as an open archive subsystem

Abstract. The concepts of “repository” and “metadata” used in e-libraries and Internet resources are examined. The authors propose to make STEM projects repository a new form of projects preservation. The authors discuss repository hierarchical structure. They suggest to use two subject headings, i. e. student classification and tag clouds. Using these headings is characterized by specific character of STEM design. The examples of foreign repositories and their structure are provided, in particular SIEMENS repository and various formats of educational resources in such repositories. The authors introduce a new structure of data repository structured as a tag cloud comprising two areas – secondary school resources and academic resources. They point to the importance of resources of STEAM-STEM-projecting which is to support learning in natural sciences, to accumulate experiences of teachers, schoolchildren, professors and students in this area and to provide for prompt information retrieval and discovery of projects in various topics with interdisciplinary links and with the possibility of application in engineering disciplines. The article is prepared within the State Project “Development of learning and methodological package for introducing robot educational systems in STEM projects at Moscow secondary schools” under the State Order

to Moscow City Pedagogical University” for the years 2012–2021 within the Moscow City State Program “Development of Education in the City of Moscow (“The Capital Education”)” for the year 2012–2021.

Keywords: repository, metadata, STEM-projecting, project, mind maps, subject heading, tag cloud

Cite: Ararat-Isaeva M. S., Ararat-Isaev M. Yu., Grigoryev S. G., Kurnosenko M. V. Modelling repository of STEM projects as an open archive subsystem / M. S Ararat-Isaeva, M. Yu. Ararat-Isaev, S. G. Grigoryev, M. V. Kurnosenko // Scientific and technical libraries. 2022. No. 2. P. 71–90. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-2-71-90>

В современных образовательных учреждениях всё более актуальным и востребованным становится использование в качестве педагогического инструмента метода проектов, который предполагает получение знаний учащимися в процессе выполнения практических заданий-проектов. Одна из тенденций в ходе применения метода проектов – STEM-проектирование [1–3].

STEM-проектирование в образовании – это инновационная методика, способная вывести на новый уровень совершенствование формируемых у обучающихся компетенций, которые позволят им жить и трудиться в высокотехнологичном обществе, подготовить кадровую базу [4]. Наука (*science*), технология (*technology*), инженерия (*engineering*) и математика (*math*) составили аббревиатуру STEM, используемую для описания интеграции естественно-научных дисциплин. Этот термин обычно используется при выборе образовательной политики и учебных программ в образовательных учреждениях для повышения конкурентоспособности в области развития науки и техники [5]. STEM-проектирование предполагает комплексный подход, обеспечивающий междисциплинарную связь в изучении проблемы или явления. Для того чтобы STEM-проект был эффективен, он должен быть основан на интеграции различных предметов [6].

В ходе работы над созданием комплекта учебно-методических материалов по применению робототехнических образовательных комплексов в STEM-проектах совместно с педагогами образовательных организаций Москвы были отмечены недостатки при проведении по-

иска существующих STEM-проектов: отсутствуют база данных проектов и единое описание проектов; найденный материал не апробирован в образовательных учреждениях; материал не подходит для необходимого уровня обучения.

Разумеется, по мере накопления реализованных STEM-проектов возникает необходимость в их классификации и хранении, причём хранение должно быть с возможностью поиска по метаданным. Всё это можно сделать в рамках открытого архива и его компоненты – институционального репозитория. В свою очередь репозиторий STEM-проектов может быть подсистемой институционального репозитория. Репозиторий – это публично доступный открытый архив информации (ОАИ) научных, исследовательских и образовательных организаций, в которых члены сообщества размещают свои опубликованные и подготовленные к печати статьи и другие материалы научно-исследовательской и научно-организационной деятельности [7].

Понятие *институциональный репозиторий* имеет двойное происхождение. Институциональные репозитории частично связаны с цифровой интероперабельностью, которая в свою очередь – с инициативой открытых архивов (ОАИ) и её протоколом для сбора метаданных (ОАИ-PMH); они связаны и с понятием электронной библиотеки, то есть их функции сбора, хранения, классификации, каталогизации и обеспечения доступа к цифровому контенту аналогичны функциям обычных библиотек.

Институциональный репозиторий может содержать следующие материалы: научные статьи; аннотации и диссертации, авторефераты диссертаций; учебные материалы; книги или разделы книг; студенческие работы; материалы конференций; патенты; изображения, аудио- и видеофайлы; веб-страницы; компьютерные программы; статистические материалы; научные отчёты.

Основные особенности институционального репозитория:
обеспечение свободного доступа к результатам научных исследований, которые проводятся в вузе, через самоархивирование;
доступ к научным исследованиям вуза для мирового сообщества;
сосредоточение материалов в одном месте;

сохранение других электронных материалов, в том числе неопубликованных, таких как диссертации и технические отчёты.

Ещё один важный аспект развития репозиторий: на их основе можно организовывать и продвигать научную коммуникацию внутри самой организации [8].

Рассматривая репозиторий STEM-проектов как подсистему открытого архива, следует определить для него ряд базовых принципов:

открытость. Ресурсы ОАИ создаются и используются исключительно как ресурсы открытого доступа беспрепятственно на бесплатной основе;

легитимность. Размещение и использование ресурсов осуществляются на легитимной основе в рамках существующих правил отечественного законодательства об авторском праве и интеллектуальной собственности и соответствующих норм международного права;

интероперабельность. Способность программно-технического обеспечения (ПТО) и интерфейса системы беспрепятственно взаимодействовать с другими ПТО в доступе и, при необходимости, в выгрузке;

мобильность. Обеспечение работы с любыми мобильными коммуникациями, в том числе с использованием мобильных приложений;

кроссплатформенность. Способность программного обеспечения (ПО) работать с несколькими операционными системами или аппаратными платформами;

коммуникабельность. Возможность обмена информацией с другими системами открытых архивов или системами автоматизации библиотек [9].

Репозиторий должен обладать следующими характеристиками: иерархической структурой, помогающей наглядно ориентироваться в тематике документов [11];

едиными требованиями для оформления и хранения проектов [12];

удобным многокритериальным поиском STEM-проектов по большому ряду метаданных с помощью редакционной системы;

содержать апробированные в образовательных организациях STEM-проекты;

обладать широкими возможностями для пользователей по размещению разных типов контента [13].

Так, проект «Репозиторий учебного контента» (рис. 1) был пилотно реализован на Украине в 2015–2017 гг. совместно с немецкой компанией LOKANDO [14], в ходе работы к репозиторию было подключено около 7 тыс. школ и около 450 тыс. учителей, но по причине отсутствия финансирования проект был свёрнут. Творческая группа нашего проекта, принимая во внимание успешную апробацию репозитория на Украине, сделала попытку адаптировать этот репозиторий для нужд хранения STEM-проектов, незначительно его доработав.

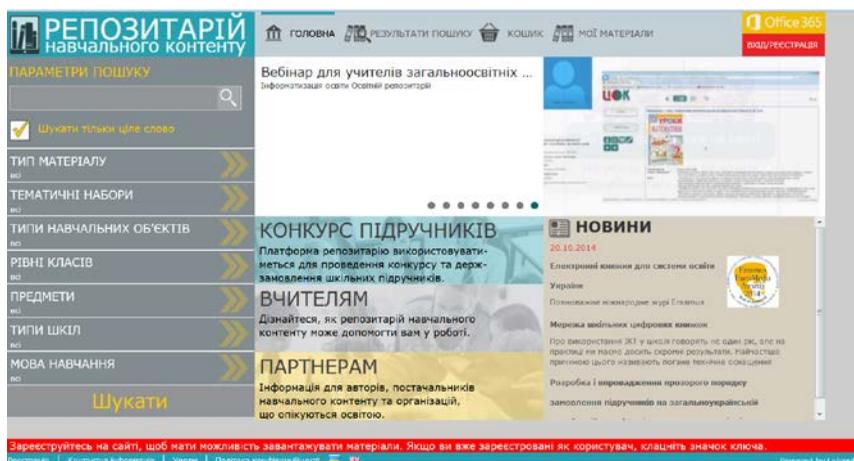


Рис. 1. Проект «Репозиторий учебного контента»

По результатам проведённого исследования была разработана модель репозитория STEM-проектов. Репозиторий обеспечивает редактирование, доступность и сохранность результатов проектной деятельности, где единицей хранения является проект. Для идентификации и поиска проектов используются метаданные [10]. Запись метаданных представляет собой набор элементов или атрибутов [15].

В рамках предлагаемого проекта под общими метаданными предлагаются: тема проекта, краткая аннотация о проекте, авторы проекта, библиография, файлы проекта, теги – указываются каждым автором проекта, исходя из его индивидуальных характеристик.

В категорию «Краткая информация о проекте» входят метаданные: уровень образования; классы/год обучения; предмет/дисциплины; оборудование, используемое при работе над проектом, например, компьютеры, робототехнические наборы (такие, как [16–19]); электронные ресурсы, используемые при работе над проектом; форма обучения; продолжительность работы над проектом в ак. ч; форма деятельности.

В файлах проекта пользователи репозитория могут размещать разные формы материалов к занятиям: презентации, видео, инструкции по сборке модели, схемы электрической цепи и др. В эту категорию входят метаданные: отчёт о проекте, план-конспект занятия, мультимедийные приложения к занятию.

В категорию «Предметы» входят метаданные: предметы школьной программы (предметные области STEM).

В категорию «Дисциплины» входят метаданные: дисциплины высшей образовательной программы.

В категорию «Уровни образования» входят метаданные: школа, бакалавриат, специалитет, магистратура.

В категорию «Классы» входят метаданные: 1–11 классы.

Категория «Год обучения» используется при рассмотрении совокупности «Вуз»; в неё входят: 1–6 годы обучения.

В категорию «Форма обучения» входят метаданные: очная, дистанционная.

В категорию «Форма деятельности» входят метаданные: урочная, внеурочная.

Для представления структуры репозитория STEM-проектов (рис. 2) построена интеллект-карта (ментальная карта), представляющая собой метод структуризации концепций с использованием графической записи в виде диаграммы, разработанный психологом Тони Бьюзенем в конце 1960-х гг. Этот метод используется в качестве инструмента концептуального проектирования ПО [20].

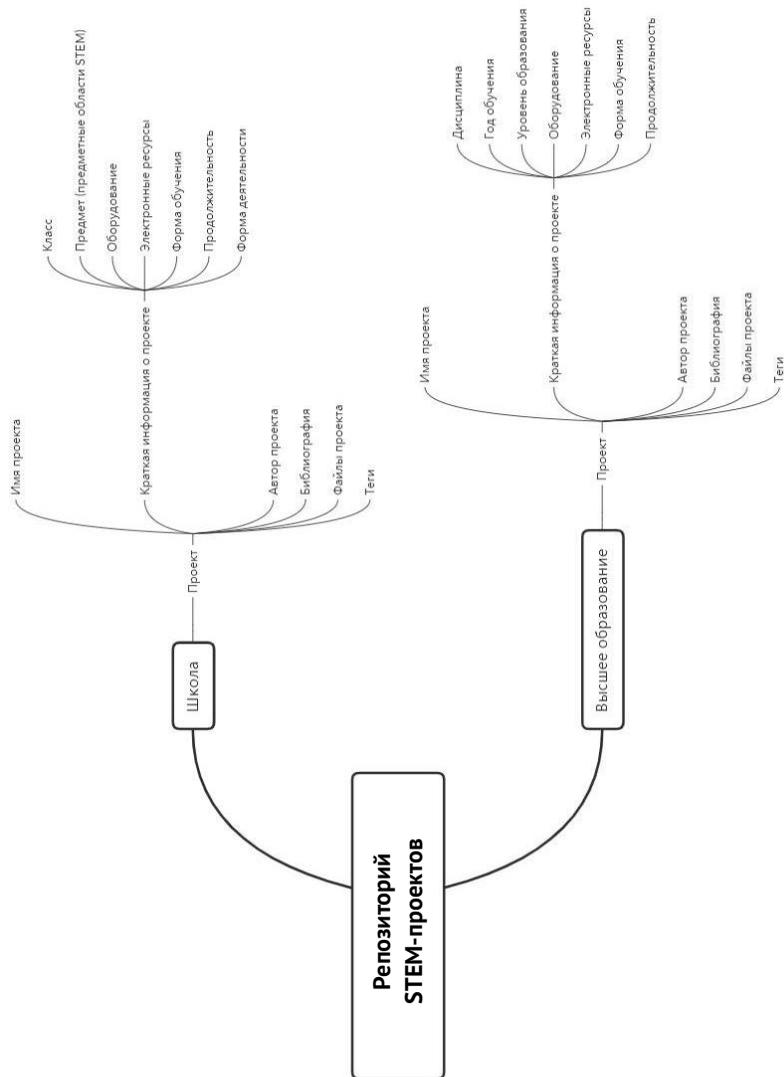


Рис. 2. Интеллект-карта «Структура репозитория STEM-проектов», построенная с помощью ПО Xmind

Для визуализации структуры репозитория было выбрано ПО *Xmind* [21]. *Xmind* – это инструмент, позволяющий создавать интеллект-карту, в которой разрозненные предложения (идеи) выстраиваются схематично, и представить все необходимые элементы в виде древовидной схемы. Такой способ организации и визуализации информации упрощает её понимание и осмысление, а также помогает выработать чёткий план действий [22].

Репозиторий STEM-проектов обладает иерархической структурой и состоит из двух основных папок, определяющих уровень образования, на которых реализуются STEM-проекты, – это «Школа» и «Высшее образование» (рис. 3). В каждой папке размещаются проекты с описанными метаданными.

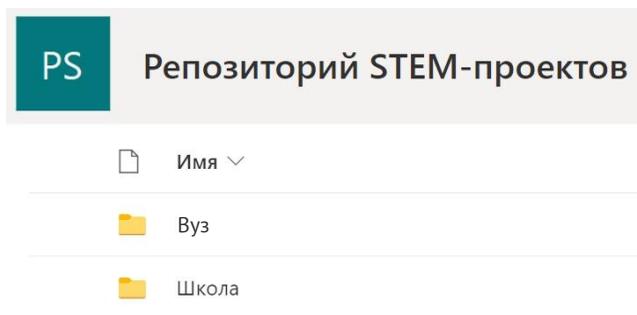


Рис. 3. Представление иерархической структуры репозитория STEM-проектов в сети интернет

Репозиторий STEM-проектов обладает свойством поиска проектов по каталогам, что реализуется с помощью двух предметных рубрик: «Классификация по обучающимся», «Облако тегов».

Классификация по обучающимся представляет собой разделение проектов по двум совокупностям: проект предназначен для обучения учащихся школьного возраста или студентов вузов. Для конкретизации поиска каждая совокупность обладает уточняющими фильтрами (рис. 4).



Рис. 4. Интеллект-карта «Классификация по обучающимся», построенная с помощью ПО Xmind

Совокупность «Школа» (учащиеся средних образовательных учреждений) имеет фильтры, соответствующие метаданным проекта: «Классы», «Предмет» (предметные области STEM) (рис. 5), «Оборудование», «Электронные ресурсы», «Форма обучения», «Продолжительность», «Форма деятельности».

Совокупность «Высшее образование» (обучающиеся – студенты высшего учебного заведения) имеет фильтры, соответствующие метаданным проекта: «Дисциплина», «Год обучения/курс», «Уровень образования (бакалавриат/магистратура)», «Оборудование», «Электронные ресурсы», «Форма обучения», «Продолжительность».

Таким образом, представленная классификация облегчает поиск проекта под конкретную группу обучающихся по соответствующим признакам.

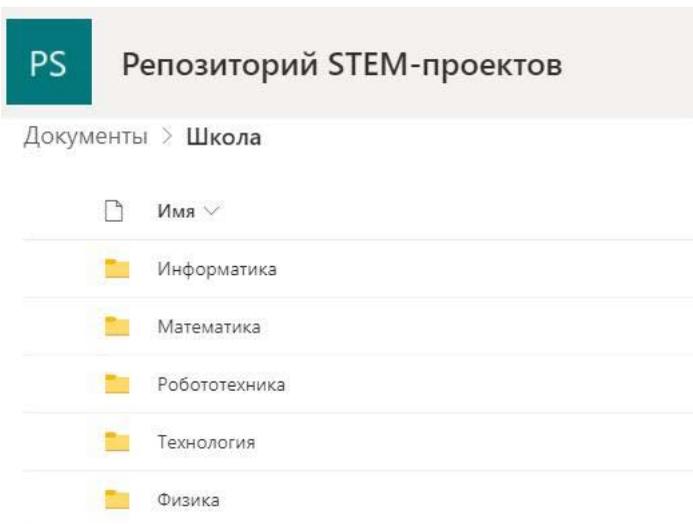


Рис. 5. Размещение проектов по предметам (предметным областям) в сети интернет

Использование STEM-технологий не ограничивается определённым видом оборудования и ресурсов, один и тот же проект может быть реализован в группах учащихся с разным уровнем подготовки и в разных образовательных программах, а также с различным оборудованием. В связи с этим появляется необходимость в уточнении (дополнительном описании) STEM-проектов, выходящем за рамки первой предметной рубрики, что приводит к необходимости введения второй предметной рубрики – облака тегов.

Облако тегов – визуальное представление списка тегов, которое даёт пользователю библиотек визуальное представление о той информации и тех материалах, которые размещены на сайте [23]. Теги (с английского языка – ярлык, метка) используются для описания проекта в виде ключевых слов. Преимущества тегов в том, что они дают возможность описать проект, выходя за рамки первой предметной рубрики, и связать множество проектов, используя горизонтальные связи.

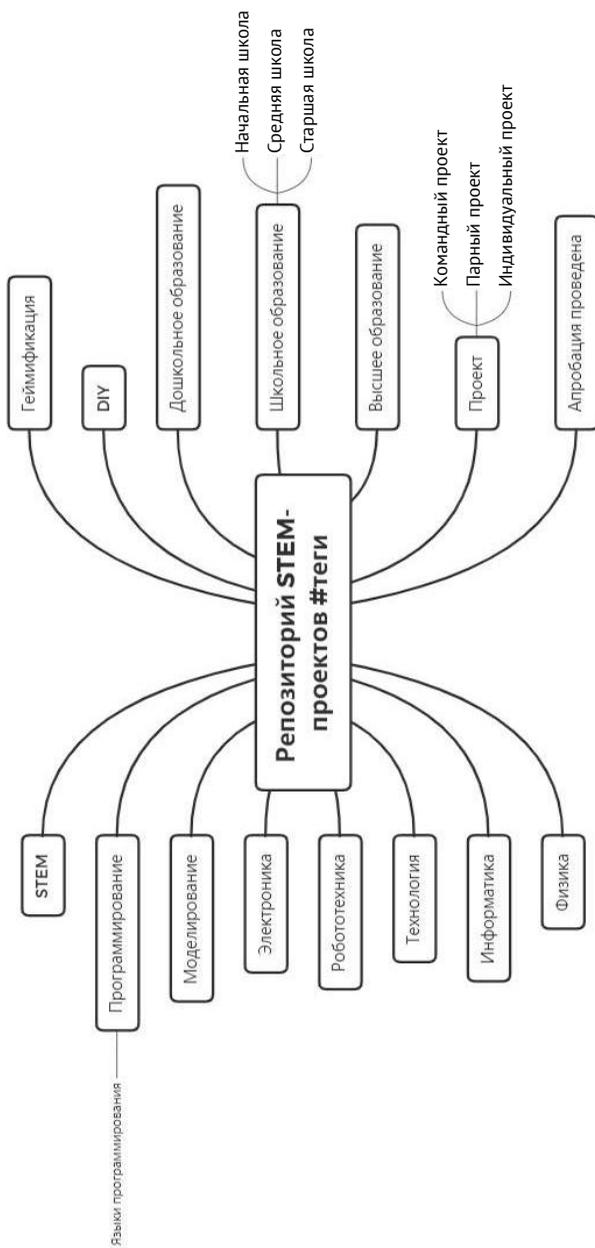


Рис. 6. Интеллект-карта «Облако тегов», построенная с помощью ПО Xmind

Теги обеспечивают быстрый и удобный поиск проекта по требуемым критериям, для чего используются гиперссылки. Авторы проекта ставят теги самостоятельно, исходя из содержания проекта, причём каждый проект может иметь несколько тегов. В результате исследования ключевых слов проектов педагогами были предложены примеры тегов (рис. 6). Ими могут быть предметные области STEM; языки программирования, использованные в проекте; DIY; геймификация; степень образования (дошкольное, школьное или высшее образование); количество учащихся, занятых в проекте (индивидуальный, парный или командный проект), и отметка о том, что апробация проведена.

Таким образом, теги помогают составить детальное описание для каждого проекта, облегчая его поиск.

Представленный в статье репозиторий STEM-проектов размещён в интернете (рис. 7) и используется более 40 образовательными учреждениями. Репозиторий как электронный каталог проектов обладает рядом преимуществ: доступность проектов, лёгкость идентификации проекта, простота его поиска, обеспечиваемая двумя предметными рубриками.

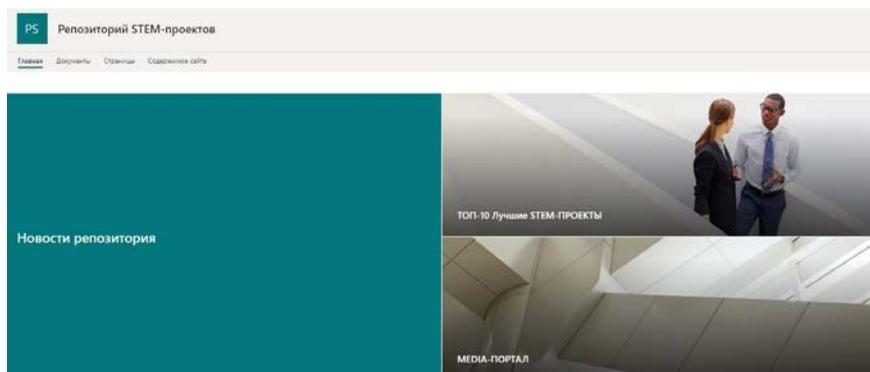


Рис. 7. Заглавная страница репозитория STEM-проектов в сети интернет

Этот ресурс позволяет накапливать информацию о STEM-проектах, предоставляя возможность авторам добавлять разработанные проекты, описанные по единому образцу. Таким образом, репозиторий STEM-проектов становится ресурсом для обмена опытом между педагогами.

В настоящее время STEM-проектирование активно внедряется в образовательный процесс как школ, так и вузов, следовательно, создание хранилища STEM-проектов является актуальной задачей.

Список источников

1. **Люблинская И. Е.** STEM в школе и новые стандарты среднего естественно-научного образования в США / И. Е. Люблинская // Проблемы преподавания естествознания в России и за рубежом. Москва : ЛЕНАНД, 2014. № 44. С. 6–23.
2. **Репин А. О.** Актуальность STEM-образования в России как приоритетного направления государственной политики / А. О. Репин // Научная идея. 2017. № 1. С. 76–82.
3. **Carnevale A. P.** STEM. Executive summary / A. P. Carnevale, N. Smith, M. Melton // Georgetown University. Center on Education and the Workforce. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf> (дата обращения: 15.06.2021).
4. **Григорьев С. Г.** STEM-технологии в подготовке магистров педагогического направления / С. Г. Григорьев, А. Р. Садыкова, М. В. Курносенко // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2018. № 3. С. 8–13.
5. **Григорьев С. Г.** Внедрение элементов STEM-образования в подготовку педагогов по профилю «Информатика и технологии» / С. Г. Григорьев, М. В. Курносенко // Известия института педагогики и психологии образования. Москва : МГПУ, 2018. № 2. С. 5–13.
6. **Григорьев С. Г.** Учебное STEM-проектирование виртуальных и реальных устройств на платформе Arduino / С. Г. Григорьев, М. В. Курносенко, А. М. Костюк // Информатика и образование. 2020. № 10 (319). С. 17–27.
7. **Десять лет с Будапештской инициативой открытого доступа: устанавливая открытость** // Budapest Open Access Initiative. URL: <http://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/russian> (дата обращения: 15.06.2021).

8. **Вахрушев М. В.** Научная библиотека вуза в роли открытого архива / М. В. Вахрушев // Научные и технические библиотеки. 2018. № 4. С. 15–17.

9. **Шрайберг Я. Л.** О разработке концепции Открытого архива информации ГПНТБ России / Я. Л. Шрайберг, М. В. Гончаров, К. А. Колосов // Там же. 2020. № 12. С. 45–58.

10. **Открытый** учебный материал по предметам STEM: проверенный на качество, реалистичный и бесплатный // Medienportal für den MINT-Unterricht. URL: <https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/home> (дата обращения: 15.06.2021).

11. **Рождественская М. Ю.** Репозиторий как реализация идей открытого доступа к научным публикациям: подходы к классификации / М. Ю. Рождественская // Библиосфера. 2015. № 2. С. 86–94.

12. **Next Generation Science Standards** : сайт, 2013. URL: <http://www.nextgenscience.org> (дата обращения: 15.06.2021).

13. **Засурский И. И.** Репозитории открытого доступа: функции и тенденции развития / И. И. Засурский, Д. В. Соколова, Н. Д. Трищенко // Научные и технические библиотеки. 2020. № 9. С. 121–142.

14. **Немецкая** компания LOKANDO. URL: <https://lokando.com> (дата обращения: 21.06.2021).

15. **Токарева О. В.** Об использовании понятия «метаданные» в современных информационных системах / О. В. Токарева // Вестник Барнаульского государственного педагогического университета. 2004. № 4–3. С. 103–107.

16. **Набор «Arduino BASIC Версия EDUCATION»** // Знаток. URL: <https://znatok.ru/shop/konstruktory/znatok-electronniy-constructor/arduino-basic-versija-education/> (дата обращения: 17.06.2021).

17. **Промышленные** роботы // ПакПак : официальный сайт. URL: <http://расрас.ru/product/533020-robotics-in-industry/> (дата обращения: 17.06.2021).

18. **STEM** Инженерный // ПакПак : официальный сайт. URL: <http://расрас.ru/product/519341-stem-engineering/> (дата обращения: 17.06.2021).

19. **STEM-набор** LEGO® Education SPIKE™ // LEGO. URL: <https://education.lego.com/ru-ru/products/-lego-education-spike-prime/45678#spike%E2%84%A2-prime> (дата обращения: 17.06.2021).

20. **Горячкин Б. С.** Ментальные карты как инструмент концептуального проектирования программного обеспечения / Б. С. Горячкин, К. М. Горбовцова // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 72–1. С. 46–55.

21. **Программное** обеспечение Xmind // XMind. URL: <https://www.xmind.net/> (дата обращения: 10.06.2021).

22. **Новикова Е. О.** Критериальное оценивание проектных умений школьников и цифровые ресурсы / Е. О. Новикова // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2020. № 4 (54). С. 95–100.

23. **Бугрова О. Л.** Облака тегов как форма сетевой библиографической информации / О. Л. Бугрова, Е. А. Галкина // Библиография в современном медиакommunikационном пространстве : сб. науч. ст. / под общ. ред. М. Г. Вохрышевой ; редкол.: С. А. Алашеева, О. Л. Бугрова, Е. В. Вохрышева, Л. П. Машенцева. Самара : Самарский гос. ин-т культуры, 2016. 159 с.

References

1. **Lyublinskaya I. E.** STEM v shkole i novye standarty srednego estestvenno-nauchnogo obrazovaniya v SSHA / I. E. Lyublinskaya // Problemy prepodavaniya estestvoznaniya v Rossii i za rubezhom. Moskva : LENAND, 2014. № 44. S. 6–23.

2. **Repin A. O.** Aktualnost STEM-obrazovaniya v Rossii kak prioritetnogo napravleniya gosudarstvennoy politiki / A. O. Repin // Nauchnaya ideya. 2017. № 1. S. 76–82.

3. **Carnevale A. P.** STEM. Executive summary / A. P. Carnevale, N. Smith, M. Melton // Georgetown University. Center on Education and the Workforce. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf> (data obrashcheniya: 15.06.2021).

4. **Grigorev S. G.** STEM-tehnologii v podgotovke magistrrov pedagogicheskogo napravleniya / S. G. Grigorev, A. R. Sadykova, M. V. Kurnosenko // Vestneyk Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Ser.: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya. 2018. № 3. S. 8–13.

5. **Grigorev S. G.** Vnedrenie elementov STEM-obrazovaniya v podgotovku pedagogov po profiluyu «Informatika i tehnologii» / S. G. Grigorev, M. V. Kurnosenko // Izvestiya instituta pedagogiki i psihologii obrazovaniya. Moskva : MGPU, 2018. № 2. S. 5–13.

6. **Grigorev S. G.** Uchebnoe STEM-proektirovanie virtualnyh i realnyh ustroystv na platforme Arduino / S. G. Grigorev, M. V. Kurnosenko, A. M. Kostyuk // Informatika i obrazovanie. 2020. № 10 (319). S. 17–27.

7. **Desyat** let s Budapeshtskoy initsiativoy otkrytogo dostupa: ustanavlivaya otkrytost // Budapest Open Access Initiative. URL: <http://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/russian> (data obrashcheniya: 15.06.2021).

8. **Vahrushev M. V.** Nauchnaya biblioteka vuza v roli otkrytogo arhiva / M. V. Vahrushev // Nauchnye i tehnicheckie biblioteki. 2018. № 4. S. 15–17.

9. **Shrayberg Ya. L.** O razrabotke kontseptsii Otkrytogo arhiva informatsii GPNTB Ros-sii / Ya. L. Shrayberg, M. V. Goncharov, K. A. Kolosov // Tam zhe. 2020. № 12. S. 45–58.

10. **Otkrytyy** uchebnyy material po predmetam STEM: proverenny na kachestvo, real-istichnyy i besplatnyy // Medienportal für den MINT-Unterricht. URL: <https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/home> (data obrashcheniya: 15.06.2021).

11. **Rozhdestvenskaya M. Yu.** Repozitoriy kak realizatsiya idey otkrytogo dostupa k nauchnym publikatsiyam: podhody k klassifikatsii / M. Yu. Rozhdestvenskaya // Bibliosfera. 2015. № 2. S. 86–94.

12. **Next** Generation Science Standards : сайт, 2013. URL: <http://www.nextgenscience.org> (data obrashcheniya: 15.06.2021).

13. **Zasurskiy I. I.** Repozitorii otkrytogo dostupa: funktsii i tendentsii razvitiya / I. I. Zasurskiy, D. V. Sokolova, N. D. Trishchenko // Nauchnye i tehnicheckie biblioteki. 2020. № 9. S. 121–142.

14. **Nemetskaya** kompaniya LOKANDO. URL: <https://lokando.com> (data obrashcheniya: 21.06.2021).

15. **Tokareva O. V.** Ob ispolzovanii ponyatiya «metadannye» v sovremennykh informatsionnykh sistemah / O. V. Tokareva // Vestnyk Barnaulskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2004. № 4–3. S. 103–107.

16. **Nabor** «Arduino BASIC Versiya EDUCATION» // Znatok. URL: <https://znatok.ru/shop/konstruktory/znatok-electronniy-constructor/arduino-basic-versiya-education/> (data obrashcheniya: 17.06.2021).

17. **Promyshlennyye** roboty // PakPak : ofitsialnyy sayt. URL: <http://pacpac.ru/product/533020-robotics-in-industry/> (data obrashcheniya: 17.06.2021).

18. **STEM** Inzhenernyy // PakPak : ofitsialnyy sayt. URL: <http://pacpac.ru/product/519341-stem-engineering/> (data obrashcheniya: 17.06.2021).

19. **STEM-nabor** LEGO® Education SPIKE™ // LEGO. URL: <https://education.lego.com/ru-ru/products/-lego-education-spike-prime/45678#spike%E2%84%A2-prime> (data obrashcheniya: 17.06.2021).

20. **Goryachkin B. S.** Mentalnye karty kak instrument kontseptualnogo proektirovaniya programmnoy obespecheniya / B. S. Goryachkin, K. M. Gorbvtsova // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2021. № 72–1. S. 46–55.

21. **Programmnoe** obespechenie Xmind // XMind. URL: <https://www.xmind.net/> (data obrashcheniya: 10.06.2021).

22. **Novikova E. O.** Kriterialnoe otsenivanie proektnykh umeniy shkolnikov i tsifrovye resursy / E. O. Novikova // Vestnyk Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Ser.: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya. 2020. № 4 (54). S. 95–100.

23. **Bugrova O. L.** Oblaka tegov kak forma setevoy bibliograficheskoy informatsii / O. L. Bugrova, E. A. Galkina // Bibliografiya v sovremennom mediakommunikatsionnom prostranstve : sb. nauch. st. / pod obshch. red. M. G. Vohryshevoy ; redkol.: S. A. Alasheeva, O. L. Bugrova, E. V. Vohrysheva, L. P. Mashentseva. Samara : Samarskiy gos. in-t kul'tury, 2016. 159 s.

Информация об авторах / Information about the authors

Арарат-Исаева Мария Сергеевна – учитель информатики и робототехники Московской школы № 67, Москва, Российская Федерация
araratisaevams@67sch.ru

Арарат-Исаев Марат Юсупович – учитель информатики и робототехники, заведующий кафедрой информатики и робототехники Московской школы № 67, Москва, Российская Федерация
araratisaevmyu@67sch.ru

Григорьев Сергей Георгиевич – член-корреспондент РАО, доктор техн. наук, проф., профессор департамента информатики, управления и технологий Московского городского педагогического университета, Москва, Российская Федерация
grigorsg@mgpu.ru

Maria S. Ararat-Isaeva – Teacher of Informatics and Robotechnics, School № 67, Moscow, Russian Federation

araratisaevams@67sch.ru

Marat Yu. Ararat-Isaev – Teacher of Informatics and Robotechnics; Head, Department for Informatics and Robotechnics, School № 67, Moscow, Russian Federation

araratisaevmyu@67sch.ru

Sergey G. Grigoryev – Dr. Sc. (Engineering), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Education, Professor, Department for Informatics, Management and Technology, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation

grigorsg@mgpu.ru

Курносенко Михаил Валерьевич – старший преподаватель департамента информатики, управления и технологий Московского городского педагогического университета, Москва, Российская Федерация
kurnosenkomv@mgpu.ru

Mikhail V. Kurnosenko – Senior Lecturer, Department for Informatics, Management and Technology, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation
kurnosenkomv@mgpu.ru