

УДК 026.06

DOI: 10.15827/2311-6749.18.4.4

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ВЫСТАВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ВЫСТАВКИ «ПОРТРЕТЫ ПО СКЕЛЕТАМ. НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО М.М. ГЕРАСИМОВА»**

*А.Н. Сотников, д.ф.-м.н., профессор, зам. директора по научной работе,  
ASotnikov@jssc.ru; И.Н. Соболевская, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник,  
nik\_first@mail.ru; С.А. Кириллов, старший научный сотрудник, skirillov@jssc.ru  
(Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН – филиал ФГУ «Федеральный научный  
центр Научно-исследовательский институт системных исследований  
Российской академии наук», г. Москва, 117218, Россия)*

В работе описаны подходы к формированию цифровых коллекций в интеграционной среде электронной библиотеки. Предложен один из способов формирования многофункционального информационного ресурса, являющегося эффективным решением задачи представления цифровых коллекций различных институтов памяти широкому кругу пользователей. Один из таких способов формирования многофункционального информационного ресурса реализован в форме виртуальной выставки.

Формат виртуальных выставок позволяет объединить ресурсы партнеров для предоставления широкому кругу пользователей коллекций, хранящиеся в музейных, архивных и библиотечных фондах.

В работе описан цифровой выставочный проект, посвященный М.М. Герасимову и его антропологическим реконструкциям, наглядно демонстрирующий возможности интеграции информационных ресурсов средствами электронной библиотеки.

**Ключевые слова:** 3D-модель, электронная библиотека, научное наследие России, виртуальная выставка, М.М. Герасимов, антрополог, мультимедийные технологии, оцифровка, музейные объекты.

Одной из ключевых задач построения современного информационного общества является формирование цифрового пространства знаний. Для достижения качественно новых результатов в решении этой задачи необходимо объединение ресурсов и технического потенциала различных участников. Сетевые межинституциональные и межмузейные партнерства позволяют поднять на качественно новый уровень просветительскую деятельность, повысить доступность для пользователей презентации научного, культурного и исторического наследия [1].

Средством интеграции электронных копий объектов библиотечного, архивного и музейного хранения, представленных в виде текстов, графических образов, аудио- и видеообъектов, включая трехмерные объекты, может выступать электронная библиотека. На сегодняшний день технология перевода в цифровую форму объектов библиотечного и архивного хранения разработана достаточно хорошо [2]. Однако при оцифровке музейных объектов и их интеграции в единый информационный ресурс возникает ряд трудностей, а именно: создание качественных, с точки зрения зрительного восприятия, цифровых 3D-моделей музейных предметов; формирование средств для описания информационных объектов, обеспечивающих удобный доступ к ним; интеграция цифровых 3D-моделей музейных предметов в тематические коллекции и погружение информационных объектов в электронную библиотеку; создание междисциплинарных мультимедийных цифровых коллекций и формирование виртуальных выставок.

Проблема интеграции информационных ресурсов институтов памяти стала особенно актуальной в связи с появлением национальных и международных проектов по созданию единого информационного пространства. Поэтому технология создания междисциплинарных тематических проектов, основанная на фондах архивов, библиотек и музеев, нуждается в разработке единого подхода к формированию таких коллекций и обеспечению доступа к ним [3].

Создание многофункционального информационного ресурса, включающего различные формы, приемы и уровни подачи материала, позволяет осуществлять интеграцию информационных фондов различных институтов памяти. Одним из способов формирования такого многофункционального информационного ресурса является виртуальная выставка, позволяющая эффективно решать задачи представления информационных ресурсов, в том числе виртуальных музейных коллекций, интегрированных средствами электронной библиотеки [4].

Виртуальная экспозиция строится не только на интеллектуальном восприятии, но и на эмоциях [5]. Здесь важны дизайнерские решения, создающие привлекательный образ выставки. Использование текстов, графики, аудио- и видеоматериалов, пространственных изображений (раздел «Виртуальная экскурсия») повысит доступность информации и будет способствовать формированию нового языка, на котором идет разговор с аудиторией [6].

Многие музеи создают виртуальные туры по музею. Одним из самых масштабных проектов в этой области является платформа *Google Art&Culture*. На сегодня она включает более 32 тысяч произведений искусства из 46 музеев по всему миру. Платформа позволяет совершать виртуальные путешествия по музею, создавать пользовательские виртуальные коллекции и рассматривать произведения искусства в мельчайших подробностях. При этом каждый музей предоставил один экспонат для создания изображения высокого качества – гигапиксельного снимка [7].

Предметы музейных коллекций переводятся в электронную форму, что обусловлено необходимостью автоматизации учета музейных фондов и переходом на новый уровень представления этих фондов.

Для каждого типа коллекций применяются свои технологии оцифровки. Для картин используются широкоформатные комплексы бесконтактного сканирования. Книжные фонды цифруются на планетарных сканерах. Габаритные, объемные предметы и экспонаты фотографируются. Следует отметить, что, как правило, многие музеи предлагают информацию о фондах музея и доступ к отдельным цифровым копиям объектов.

Однако задача интеграции цифровых фондов различных музеев в единый тематический информационный ресурс остается актуальной на сегодняшний день.

Сегодня *электронная библиотека «Научное наследие России»* (ЭБ ННР) представляет собой технологическую платформу, позволяющую решать задачи по формированию и поддержке междисциплинарных виртуальных коллекций, и является принципиально новым средством интеграции различных ресурсов. При этом ЭБ ННР реализует удаленный открытый доступ к своим фондам для широкого круга пользователей в отличие от многих мультимедийных музейных проектов.

Большинство музеев предлагает пользователям Интернета познакомиться с плоской фотографией музейного предмета.

Тем не менее, попытки представить более полную по сравнению с «плоской» фотографией информацию об объекте начались с создания технологии стереоизображений, представляющих собой снимки объекта, сделанные камерами с разных позиций. С появлением технологии компьютерной графики развитие этой идеи сделало качественный скачок – стали возможными хранение и представление образа объекта не только с двух фиксированных точек, но и с любой точки, определяемой пользователем. В результате трехмерного моделирования создается визуальный объемный образ объекта. Полученное изображение какого-либо предмета в результате 3D-моделирования можно увидеть на экране монитора в различных ракурсах.

Чтобы перейти на качественно новый уровень представления трехмерных объектов из фондов архивов и музеев в электронной библиотеке, необходимо развивать существующие подходы и методы получения 3D-моделей, а также создавать новые, учитывающие растущие возможности в области организации вычислений.

Одним из способов построения 3D-моделей является метод фотограмметрии. Он основан на определении характеристик объектов, таких как форма, размеры, положение в пространстве и т.д., по их фотографическим изображениям. На сегодня метод получения фотоизображений может быть разнообразнейшим: от аэрофотосъемки с помощью дрона до ручной съемки на планшет или телефон. Созданная трехмерная модель объекта с помощью фотограмметрии будет так называемой полноценной 3D-моделью. То есть она может использоваться, например, для воссоздания качественной копии исходного объекта на 3D-принтере.

Однако построение 3D-модели методом фотограмметрии – достаточно трудоемкая вычислительная задача. Например, обработка 124 фотографий на одном из узлов кластера МВС-10П (МСЦ РАН) заняла 41 час расчетов. Недостатками этого метода, в частности, являются невозможность контроля процесса создания 3D-модели, длительное ожидание обработки исходных данных, необходимость использования достаточно больших вычислительных мощностей.

На рисунке 1 представлена построенная методом фотограмметрии цифровая 3D-модель антропологической реконструкции М.М. Герасимова, находящейся в Государственном биологическом музее им. К.А. Тимирязева.

Для создания 3D-моделей с целью представления их широкому кругу пользователей через Интернет используется так называемая технология интерактивной мультипликации. Эта технология не предполагает построение полноценной 3D-модели, а основана на программной смене (прокручивании) фиксированного набора видов объекта (кадров) с помощью специализированных интерактивных программ отображения, имитирующих смену точки взгляда на исходный объект. Для создания такого интерактивного мультфильма необходим набор заранее снятых сцен, которые будут использоваться как отдельные кадры экспозиции (рис. 2).

Технология интерактивной мультипликации применялась, например, в таких проектах, как «Интерактивная прогулка по Кремлю» или «Виртуальная прогулка по саду жизни», посвященная 160-летию И.В. Мичурина.



Рис. 1. 3D-модель, полученная методом фотограмметрии

Для обеспечения формирования цифровых образов музейных объектов и интеграции музейного фонда в ЭБ ННР были разработаны и использованы следующие методы:

- выбор объекта оцифровки;
- подготовка оборудования для оцифровки;
- установка освещения;
- установка и закрепление объекта на специальную платформу;
- бесконтактное сканирование объекта в нескольких ракурсах;
- сведение полученных частичных изображений в единое целое для каждого объекта;
- обработка полученного образа;
- разработка и заведение метаданных.

Для формирования цифровых образов музейных объектов используется специальная платформа для их бесконтактной оцифровки. Платформа представляет собой плоскую поворотную поверхность, состоящую из неподвижного основания и вращающегося диска. Жестко закрепленная горизонтальная поверхность помещается в фотобокс для предметной съемки.

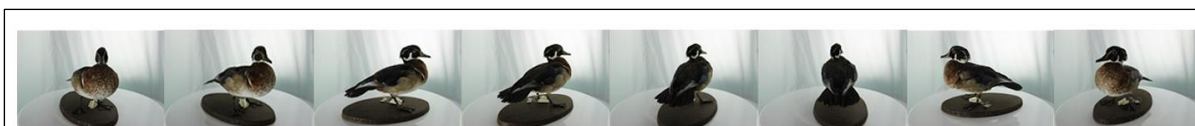


Рис. 2. Изображения для создания интерактивного мультфильма

Затем устанавливаются жесткие софтбоксы для обеспечения нужного освещения и четырехсекционный карбоновый штатив с шаровой головкой для фотокамеры. Расстояние, на котором устанавливается штатив, зависит от размеров цифруемого объекта. Затем на штатив устанавливается цифровая фотокамера.

Музейный предмет размещается на поворотную поверхность. Вращением диска поворотного столика выполняется фотосъемка предмета в нескольких ракурсах. Для создания цифровой 3D-модели музейного объекта производится посекторная круговая фотосъемка. В результате получается последовательный набор изображений музейного экспоната со всех его сторон.

Затем начинается процесс обработки полученных изображений. При необходимости выполняются корректировка размера, яркости и контрастности, очистка фона от бликов и посторонних элементов, попавших в кадр.

Для представления цифровых образов музейных объектов посетителям сайта ЭБ ННР используется специально разработанный и написанный вручную HTML-код.

Описанные выше методы построения цифровых образов музейных предметов позволяют формировать тематические коллекции и галереи для представления их на портале ЭБ ННР. Посетитель сайта получает возможность не только увидеть объект, но и масштабировать изображение, чтобы рассмотреть наиболее заинтересовавшие его элементы музейного предмета. Каждый макет снабжен ссылками на описание.

Коллекции естественно-научных музеев представляют особый интерес для проведения прикладных и фундаментальных исследований различных областей науки. Одним из способов представления коллекций в распределенной среде электронной библиотеки является формирование виртуальной выставки. Виртуальная выставка – это мультимедийный информационный ресурс, демонстрирующий пользователям разнородную информацию (цифровые копии печатной продукции, архивных документов, музейные предметы и т.п.), объединенную в коллекцию по заданному признаку (коллекцию, посвященную какому-либо событию, персоне, научному направлению и т.п.). Виртуальные выставки становятся одной из форм существования музея в XXI веке. Этот формат позволяет объединить ресурсы партнеров для того, чтобы предьявить аудитории разнообразные коллекции, хранящиеся в музейных, архивных и библиотечных фондах.

Совместный выставочный проект виртуальной выставки «Портреты по скелетам. Научное творчество М.М. Герасимова» создан на платформе электронной библиотеки «Научное наследие России» (ЭБ ННР) совместно с Государственным биологическим музеем им. К.А. Тимирязева (ГБМТ) и Российским государственным архивом кинофотодокументов (РГАКФД).

Выставка рассказывает о научных достижениях антрополога, археолога и скульптора, доктора биологических наук Михаила Михайловича Герасимова (1907–1970 гг.). Сравнительно недавно имя Герасимова было частью культурной жизни Москвы. Обсуждению разработанного им метода пластической реконструкции были посвящены не только научные статьи, но и страницы центральной печати. В столичных и областных музеях регулярно проходили выставки скульптурных портретов исторических деятелей и ископаемых людей, воссозданных М.М. Герасимовым по скелетным останкам.

Метод Герасимова получил творческое развитие в работах учеников талантливого ученого. Его до сих пор используют не только антропологи, но и криминалисты. За свою жизнь М.М. Герасимов создал около 200 антропологических реконструкций ископаемых людей и около 20 исторических портретов. Наследие Герасимова хранится в собраниях музеев и научно-исследовательских организаций.

Несмотря на значительный вклад в науку и культуру, сегодня имя лауреата Государственной премии, заслуженного деятеля науки и основателя лаборатории пластической реконструкции в ИЭА РАН знакомо только специалистам. Одна из целей выставки – воскресить в памяти забытые страницы истории отечественной науки и сделать их доступными широкому кругу специалистов и пользователей средствами Интернета [8].

При работе над выставкой была сформирована коллекция 3D-моделей антропологических реконструкций М.М. Герасимова, а затем эта коллекция была погружена в среду ЭБ ННР. Описанная далее виртуальная выставка является примером использования интеграции информационных ресурсов библиотек, архивов и музеев в единый тематический проект [9].

Логика построения виртуальной выставки «Портреты по скелетам» основана на построении связей персоны (М.М. Герасимов) со всеми элементами ЭБ ННР, в том числе с музейными предметами и коллекциями.

Выставка тематически делится на семь разделов.

**Первый раздел** – «Призвание», посвящен биографии ученого и предлагает активный список мемуарных и биографических статей о М.М. Герасимове (рис. 3).

The screenshot shows a web interface for a virtual exhibition. At the top, there is a header with the logo 'НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ М.М. ГЕРАСИМОВА' and buttons for 'АВТОРИЗАЦИЯ' and 'ПРЕЗЕНТАЦИЯ'. Below the header is a navigation menu with links: Главная, Призвание, Олицетворяя прошлое, Каталог работ, Виртуальная экскурсия, «Кто ты будешь такой?», Публикации, Документы эпохи. The main content area is titled 'ПРИЗВАНИЕ' and contains a biography of Mikhail Mikhaylovich Gerasimov. The biography text includes: 'Михаил Михайлович родился 15 сентября 1907 года в Петербурге, в семье врача. Вскоре после рождения сына семья переехала в Иркутск. Именно там определилось научное призвание Михаила Михайловича. С ранних лет его увлекала антропология и археология. В 11 лет Михаил впервые участвовал в раскопках стоянки древнего человека на Верхоленской Горе (пригород Иркутска). — С 15 лет начал работать в археологических экспедициях под руководством профессора этнологии Иркутского университета Бергарда Эдуардовича Петри (1884 – 1937). В восемнадцать лет (в 1926 году) Михаил Михайлович стал сотрудником Иркутского краеведческого музея, а через год ему доверили заведование археологическим отделом. К этому времени относятся его первая научная публикация о раскопках палеолитического местонахождения у Переселенческого пункта в Иркутске (1926) и первые опыты в реконструкции облика первобытного человека (1927). В 1932 году М.М. Герасимов переехал в Ленинград. Работу в Институте истории материальной культуры (ИНМК) он совмещал с работой в Государственном Эрмитаже, не оставляя при этом и археологических изысканий (Мальта, 1934 и 1936–1937 гг.). В 1939–1945 годах Михаил Михайлович жил и работал в Самарканде. За эти годы им были созданы скульптурные портреты-реконструкции Тимура, его сыновей Шахруха и Мироншаха и внуков – Муххамед-Султана и Улугбека – знаменитого астронома средневековья. После Великой Отечественной войны ученый переселился в Москву и приступил к работе в Институте истории материальной культуры им. Н.Я. Марра АН СССР. При институте Герасимов создал Лабораторию пластической реконструкции (1950), с которой в дальнейшем

On the right side of the page, there is a section titled 'М.М. Герасимов' with a photograph of him working at a desk with a skull. Below the photo is a section titled 'ЧЕМ ЗНАЧИТ:' with a list of achievements:

- Открыл и исследовал стоянку древнего человека Мальта.
- Разработал метод по восстановлению внешнего облика людей по костным остаткам.
- Основал Лабораторию пластической реконструкции при Институте этнографии и

Рис. 3. Раздел «Призвание»

**Второй раздел** – «Олицетворяя прошлое...», рассказывает о методах антропологической реконструкции, истории развития антропологии в России, а также в этом разделе представлены работы некоторых учеников М.М. Герасимова (рис. 4).





Рис. 4. Раздел «Олицетворяя прошлое...»

Третий раздел – «Каталог работ М.М. Герасимова», содержит 3D-модели скульптурных работ М.М. Герасимова и атрибуцию к ним (рис. 5, 6).



Рис. 5. Раздел «Каталог работ М.М. Герасимова»



Рис. 6. Пример последовательности нескольких изображений скульптурной работы М.М. Герасимова для представления анимированной 3D-модели данного объекта

**Четвертый раздел** – «Виртуальная экскурсия», представляет собой виртуальную экскурсию по выставке «Ископаемые люди и современный человек», которая озвучена на основе стенограммы экскурсии М.М. Герасимова, записанной в 1964 году (рис. 7).



Рис. 7. Раздел «Виртуальная экскурсия»

**Пятый раздел** – «Кто ты будешь такой?», представляет собой интеллектуальную игру, в которой пользователю предлагается угадать по представленному портрету исторический персонаж. В случае верного ответа игрок получает дополнительную информацию о том, что нового помогла узнать об этом человеке его реконструкция (рис. 8).

**Шестой раздел** – «Библиотека», в этом разделе представлены электронные книги М.М. Герасимова, входящие в ЭБ ННР (рис. 9).

**Седьмой раздел** – «Документы эпохи», в этом разделе представлены архивные документы, кадры кинохроники и фотодокументы, связанные с М.М. Герасимовым и его учениками (рис. 10).

Описанная виртуальная выставка – пример принципиально нового эффективного решения задачи представления виртуальных коллекций музейных предметов, в том числе 3D-моделей, интегрированных средствами электронной библиотеки.

Исследование и анализ подходов к формированию и представлению междисциплинарных цифровых коллекций выявили ряд проблем, связанных с визуализацией 3D-моделей музейных предметов. А именно, при построении 3D-модели методом фотограмметрии могут появляться так называемые «слепые зоны» объекта, что приводит к образованию «артефактов» на самом объекте при его визуализации. Это обуславливает необходимость «ручной» доработки каждой модели.

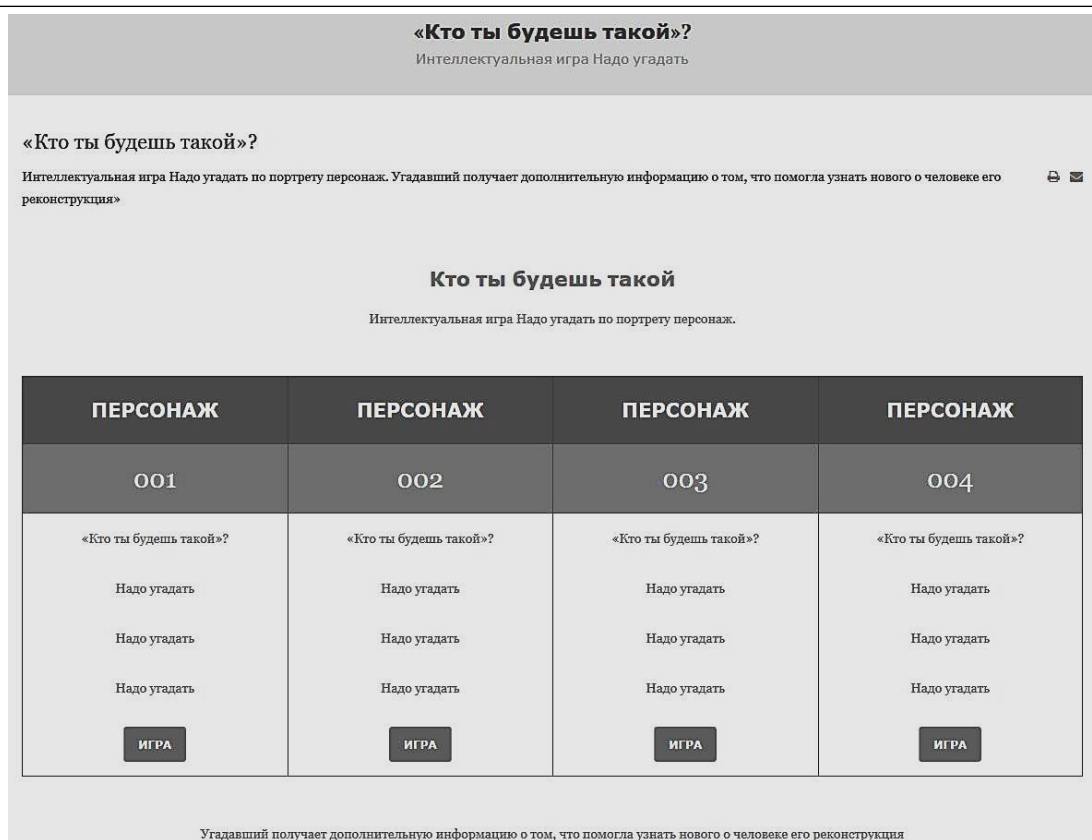


Рис. 8. Раздел «Кто ты будешь такой?»

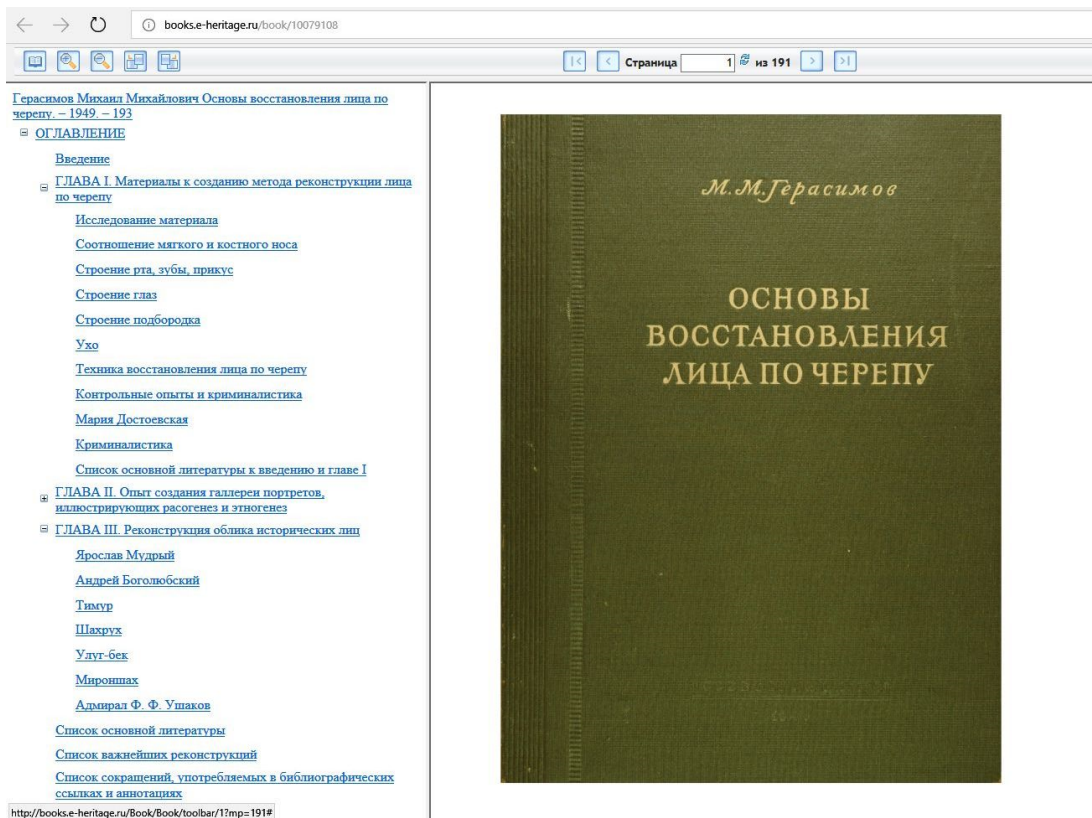


Рис. 9. Раздел «Библиотека»





Рис. 10. Раздел «Документы эпохи»

Развитие подхода к представлению междисциплинарных цифровых коллекций предполагает формирование метода построения цифровых 3D-моделей музейных объектов, позволяющего снять или ослабить ограничения разрешающей способности сканирующего устройства и повышающего при этом точность моделирования, а также скорость формирования изображения. Наряду с этим такой метод должен обеспечить возможность создания единой методологии интеграции виртуальных тематических коллекций в среду электронной библиотеки.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания, проект № 0065-2018-405.*

### Литература

1. Каленов Н.Е., Кириллов С.А., Соболевская И.Н., Сотников А.Н., Шубина Ю.В. Виртуальная прогулка по «Саду жизни»: опыт совместного выставочного проекта // Научный сервис в сети Интернет: тр. XVIII Всерос. науч. конф. 2016. С. 144–147. URL: <http://keldysh.ru/abrau/2016/15.pdf> (дата обращения: 18.08.2018).
2. Schaper M.M., Santos M., Malinverni L., Berro J.Z., and Pares N. Learning about the past through situatedness, embodied exploration and digital augmentation of cultural heritage sites. *Int. J. of Hum. Comp. Stud.*, 2018, vol. 114, pp. 36–50. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2018.01.003.
3. Каленов Н.Е., Соболевская И.Н., Сотников А.Н. Цифровые музейные коллекции и представление объектов естественно-научного музейного хранения в электронной библиотеке «Научное наследие России» // НТИ: Организация и методика информ. работы. 2016. № 10. С. 33–38.
4. Agus M., Marton F., Bettio F., Hadwiger M., Gobbetti E. JOCCH. 14th Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. 2018, vol. 11, iss. 1, art. no. 2.
5. Кириллов С.А., Соболевская И.Н., Сотников А.Н., Шубина Ю.В. Создание виртуальной выставки в среде электронной библиотеки «Научное наследие России» // Информационное обеспечение науки: новые технологии: сб. науч. тр.; [отв. ред. П.П. Трескова; сост. О.А. Оганова]. Екатеринбург, 2016. С. 112–118.
6. Сажарво А., Блеканов И.С., Сергеев С.Л. Структура данных индекса, функциональность и микросервисы в тематических виртуальных музеях // Вестн. СПбГУ: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2018. № 1. Т. 14. С. 31–39.
7. Музеи и цифровые технологии: как развивается визуальное пространство. URL: <https://te-st.ru/2017/10/31/museums-and-digital-technologies/> (дата обращения: 18.08.2018).
8. Иванов В.М., Стрелков С.В., Холина А.А., Автюшенко А.Л. Виртуальные реконструкции в мультимедийных экспозициях объектов культурного наследия // Виртуальная археология. 2015. С. 41–49. URL: [http://www.virtualarchaeology.ru/pdf/281\\_va\\_book2015.pdf](http://www.virtualarchaeology.ru/pdf/281_va_book2015.pdf) (дата обращения: 18.08.2018).
9. Баруткина Л.П. Мультимедиа в современной музейной экспозиции // Вестн. СПбГУКИ. 2011. С. 106–108.