



А.Н. Сотников, И.Н. Соболевская,  
С.А. Кириллов, Н.Е. Каленов

**Применение технологии визуализации  
3D web-коллекций для формирования  
виртуальных выставок**

***Рекомендуемая форма библиографической ссылки***

Сотников А.Н., Соболевская И.Н., Кириллов С.А., Каленов Н.Е. Применение технологии визуализации 3D web-коллекций для формирования виртуальных выставок // Научный сервис в сети Интернет: труды XXI Всероссийской научной конференции (23-28 сентября 2019 г., г. Новороссийск). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2019. — С. 621-626. — URL: <http://keldysh.ru/abrau/2019/theses/78.pdf> doi:[10.20948/abrau-2019-78](https://doi.org/10.20948/abrau-2019-78)

Размещена также [презентация к докладу](#)

# Применение технологии визуализации 3D web-коллекций для формирования виртуальных выставок

А. Н. Сотников<sup>1</sup>, И. Н. Соболевская<sup>1</sup>, С. А. Кириллов<sup>1</sup>, Н.Е. Каленов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Межведомственный Суперкомпьютерный Центр РАН (МСЦ РАН) - филиал Федерального государственного учреждения "Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук" (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН), 119334 Москва, Ленинский проспект, 32а,

Тел.: +7(495) 938-1875

Факс: +7(495) 952-8040

E-mail: [jsc@jsc.ru](mailto:jsc@jsc.ru)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН РАН) 119991, Москва, ул. Знаменка 11/11,

Тел.: +7(495) 691-22-89

E-mail: [head@benran.ru](mailto:head@benran.ru)

**Аннотация.** В работе исследуются подходы к решению задачи создания реалистичных интерактивных 3D веб-коллекций музейных экспонатов. Показано, каким образом средствами электронной библиотеки могут быть интегрированы электронные копии объектов библиотечного, архивного и музейного хранения, представленные в виде текстов, графических образов, аудио-видео объектов, включая 3D-модели. Рассматривается представление 3D-моделей объектов на основе ориентированных полигональных структур. Описан метод создания виртуальной коллекции 3D-моделей по технологии интерактивной анимации. Также показано, как на основе отдельных кадров экспозиции с помощью методов фотограмметрии строится полноценная 3D-модель. Приведены результаты расчетов для построения 3D-моделей реальных музейных экспонатов. Для создания 3D-моделей с целью предоставления их широкому кругу пользователей через интернет используется так называемая технология интерактивной анимации. В работе приведены различия между представлениями полноценных 3D-моделей и 3D-моделей, представленных в виде интерактивной анимации. Описана технология создания 3D-моделей объектов из фондов Государственного биологического музея им. К.А. Тимирязева и формирования на их основе средствами электронной библиотеки «Научное наследие России» виртуальной выставки, посвященной научной деятельности М.М. Герасимова и его антропологическим реконструкциям, и наглядно демонстрирующей возможности интеграции информационных

ресурсов средствами электронной библиотеки. Формат виртуальных выставок позволяет объединить ресурсы партнеров для предоставления широкому кругу пользователей коллекций, хранящихся в музейных, архивных и библиотечных фондах.

**Ключевые слова:** фотограмметрия, 3D-моделирование, интерактивная мультипликация, web-дизайн, полигональное моделирование.

## The use of 3D visualization technology web-collections for the formation of virtual exhibitions.

A.N. Sotnikov<sup>1</sup>, I.N. Sobolevskaya<sup>1</sup>, S.A. Kirillov<sup>1</sup>, N. E. Kalenov

<sup>1</sup> *Joint Supercomputer Center of the Russian Academy of Sciences - Branch of Federal State Institution "Scientific Research Institute for System Analysis of the Russian Academy of Sciences"*

<sup>2</sup> *Library for Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences*

**Abstract.** The paper is presents approaches to solving the problem of creating realistic interactive 3D web-collections of museum exhibits. It is shown how electronic copies of library, archival and museum storage objects, presented in the form of texts, graphic images, and audio-video objects, including 3D-models, can be integrated by means of an electronic library. The presentation of 3D-models of objects based on oriented polygonal structures is considered. The method of creating a virtual collection of 3D-models using interactive animation technology is described. It is also shown how a full-fledged 3D-model is constructed on the basis of individual exposure frames using photogrammetry methods. The paper assesses the computational complexity of constructing realistic 3D-models. For the creation of 3D-models in order to provide them to a wide range of users via the Internet, the so-called interactive animation technology is used. The paper presents the differences between the representations of full-fledged 3D-models and 3D-models presented in the form of interactive multiplication. The technology of creating 3D-models of objects from the funds of the State Biological Museum. K.A Timiryazev and the formation on their basis of the electronic library "Scientific Heritage of Russia" of a virtual exhibition dedicated to the scientific activities of M.M. Gerasimov and his anthropological reconstructions, and vividly demonstrating the possibility of integrating information resources by means of an electronic library. The format of virtual exhibitions allows you to combine the resources of partners to provide a wide range of users with collections stored in museum, archival and library collections.

**Keywords:** photogrammetry, 3D-modeling, interactive animation, web-design, polygonal modeling.

Одним из способов представления междисциплинарных 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 по заданным признакам. Наряду с представлением материалов различных типов, в процессе формирования цифровых естественнонаучных коллекций возникает необходимость в мультимедийных объектах, в частности, цифровых 3D-моделях музейных предметов и объектах виртуальной реальности. Формируемые виртуальные выставки могут быть представлены не только в среде Интернет, но и стать частью или даже основным элементом реальной музейной экспозиции.

Для создания трехмерных моделей и элементов виртуальной выставки применяются разные программные и технологические решения, в частности, технологии лазерного и оптического 3D-сканирования, компьютерного моделирования, фотограмметрии, анимации 360° и др.

**Технологии лазерного и оптического 3D сканирования.** Технологии лазерного и оптического 3D-сканирования позволяют создать цифровую копию предмета, например музейного, с помощью 3D-сканера.

Оптические 3D-сканеры используют технологию структурированного света. На сканируемый объект направляется проекция световой сетки, анализ деформации световых линий сетки и позволяет вычислить форму поверхности сканируемого объекта. Оптические 3D-сканеры используются для быстрой оцифровки различных мелких и средних предметов, так как одновременно могут оцифровать множество точек или все «поле зрения» сканера. А использование в качестве источника света специальных ламп белого или синего цвета позволяют выполнять оцифровку геометрии и захват текстуры при низком освещении. В нашем проекте мы использовали ручные оптические сканеры фирм Artec и Creaform. Были получены 3D-модели музейных предметов различной природы: гипсовых скульптур, посуды (в том числе стеклянной), музейных предметов растительного и животного вида. В целом, мы получили качественные, законченные полигональные модели, которые можно использовать для формирования реалистичных интерактивных 3D-коллекций музейных экспонатов. Однако часть 3D-моделей музейных предметов имела много шумов и погрешностей, вызванных прозрачностью или блеском материала. В частности, не очень реалистично выглядит перьевой и шерстяной покров у чучел птиц и млекопитающих. Поэтому было принято решение провести дополнительное сканирование лазерным 3D-сканером.

Лазерные 3D-сканеры обеспечивают наибольшую точность и детализацию при оцифровке объектов, они оборудованы специализированным лазером, который относят ко II классу. Лазер данного типа достаточно безопасен для человеческого зрения. Особенностью использования данного типа сканеров является применение специальных маркеров, которые крепятся в непосредственной близости от объекта или непосредственно на объекте

сканирования. Это необходимо для точной пространственной привязки лазера и сканируемого объекта.

В работе по формированию коллекций музейных объектов использовался лазерный 3D-сканер Creaform HandySCAN 700. Данный сканер оборудован 7 высокоточными лазерами и системой динамической привязки TRUaccuracy, что обеспечивает точность сканирования до 0,03 мм с разрешением 0,05 мм. Основным недостатком сканера является неспособность передавать цвет текстуры объекта, однако, он обеспечивает вполне удовлетворительные результаты при решении задач по построению максимально детальной поверхности сканируемого объекта. Использование данного типа сканирующего устройства обеспечило высокое качество 3D-моделей гипсовых антропологических реконструкций, выполненных М.М. Герасимовым [<http://acadlib.ru/index.php/pages>]. Опыт 3D-оцифровки показал, что некоторые музейные предметы оказались слишком сложными для обработки существующими на сегодняшний день 3D-сканерами. Так результаты сканирования шерстяного покрова чучела мыши-полёвки оказались неудовлетворительными, так как требовали обработки «проблемных зон» (светопоглощающей шерсти или светоотражающих глаз) специальным составом, что, возможно, нанесло бы ущерб сканируемым объектам. Одно из основных требований, предъявляемых к оцифровке музейных объектов – это обеспечение максимальной сохранности объекта при сканировании. Решение данной проблемы требует развития и применения технологий компьютерного моделирования и/или интерактивной анимации 360°.

**Технологии компьютерного моделирования.** Технологии компьютерного моделирования позволяют решать задачи по визуализации, например, безвозвратно утраченных или поврежденных музейных предметов, производить детализацию реконструируемых объектов, восстанавливать обстановку исторических помещений и т.д. В нашем проекте эта технология используется при редактировании полученных методом сканирования 3D-моделей, обладающих проблемными областями. В таких случаях оператору в программе 3D-моделирования приходится заново создавать отдельные элементы 3D-модели.

**Технологии фотограмметрии.** Технологии фотограмметрии позволяют построить полноценную 3D-модель. Эта технология активно разрабатывается с 70-х годов XX века и изначально применялась для построения карт рельефа по аэрофотоснимкам. Фотограмметрия использует способы и приёмы различных дисциплин, в основном, заимствованные из оптики и проективной геометрии. В простейшем случае пространственные координаты точек объекта определяются путём измерений, выполняемых по двум или более фотографиям, снятым из разных положений. Основной задачей в этом случае является определение общих точек на двух соседних изображениях. После создания массива общих точек формируется набор прямых, проходящих через каждую общую точку и местоположение фотоаппарата (точки съёмки). Пересечение этих прямых и

определяет расположение точки на поверхности исходного объекта в пространстве. Более сложные алгоритмы могут использовать другую, известную заранее, информацию об объекте: например, симметрию элементов объекта, что в некоторых случаях позволяет реконструировать пространственные координаты точек объекта по ограниченному количеству фотоизображений.

**Технология интерактивной анимации 360°.** Для создания виртуальной коллекции 3D-моделей с целью предоставления ее широкому кругу пользователей может быть применена технология интерактивной анимации. Эта технология не предполагает построение полигональной 3D-модели, а основана на программной смене фиксированного набора кадров с помощью специализированных интерактивных программ отображения, имитирующих вращение объекта. Важно, что на основе такого же набора данных (отдельные кадры экспозиции) может быть построена и полноценная 3D-модель с помощью методов фотограмметрии.

Для проведения таких работ применяется, в частности, комплекс 3D-оцифровки на основе поворотной платформы Resam T-50, управляющей программы 3D-Maker и цифрового фотоаппарата Canon EOS600D, который позволяет выполнять в автоматическом режиме 3D съемку музейных предметов высотой до 150 см и весом до 50 кг.

Развитие методов формирования 3D моделей в направлении получения реалистичного представления коллекций открывает возможности для формирования 3D-коллекций музейных объектов высокого качества, как для обеспечения сохранности оригиналов, так и расширения доступности высококачественных цифровых копий музейных экспонатов.

Полученные результаты легли в основу технологии формирования коллекций 3D-моделей объектов из фондов Государственного биологического музея им. К.А. Тимирязева и формирования на их основе виртуальных выставок средствами электронной библиотеки «Научное наследие России». В частности, виртуальной выставки, посвященной научной деятельности М.М. Герасимова и его антропологическим реконструкциям, доступной по адресу <http://acadlib.ru/>.

Работа выполнена в МСЦ РАН-филиале ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН при поддержке РФФИ (Проект № 18-07-00893 А).

### **Литература**

1. Ляшков А.А., Панчук К.Л., Варепо Л.Г. Особенность отображения гиперповерхности четырехмерного пространства. М.: Геометрия и графика, 2017.
2. Прасолов В.В., Тихомиров В.Н. Геометрия. М.: МЦНМО, 2007.

3. Кириллов С.А., Соболевская И.Н., Сотников А.Н. Использование мультимедийных технологий при формировании виртуального естественнонаучного музейного пространства // Информационное обеспечение науки: новые технологии, М.: 2017. стр. 201–207.
4. Лобанов, А.Н. Фотограмметрия. М.: «Недра», 1984.
5. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация (Practical optimization). М.: Мир, 1985.
6. Сотников А.Н., Соболевская И.Н., Кириллов С.А., Чередниченко И.Н. Технологии визуализации 3d web-коллекций // Научный сервис в сети Интернет: труды XX Всероссийской научной конференции (17-22 сентября 2018 г., г. Новороссийск). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2018.— С. 438-447.
7. Method to interactively visualize and navigate related information. Hernando A., Bobadilla J., Ortega F., Gutiérrez A. б.м. : Expert Systems with Applications, 2018 г.
8. Schulz T., Juttler B. Envelope Computation by Approximate Implicitization. б.м. : Industrial Geometry, 2010. стр. 20.

### References

1. Lyashkov A.A., Panchuk K.L., Varepo L.G. Osobennost' otobrazheniya giperpoverkhnosti chetyrekhmernogo prostranstva. М. : Geometriya i grafika, 2017. str. 3-10.
2. Prasolov V.V., Tikhomirov V.N. Geometriya. М. : MTSNMO, 2007
3. Kirillov S.A., Sobolevskaya I.N., Sotnikov A.N. Ispol'zovaniye mul'timediynykh tekhnologiy pri formirovanii virtual'nogo yestestvennonauchnogo muzeynogo prostranstva. // Informatsionnoye obespecheniye nauki: novyye tekhnologii, М. : 2017. str. 201–207.
4. Lobanov, A.N. Fotogrammetriya. М. : «Nedra», 1984.
5. Gill F., Myurrey U., Rayt M. Prakticheskaya optimizatsiya (Practical optimization). М. : Mir, 1985.
6. Sotnikov A.N., Sobolevskaya I.N., Kirillov S.A., Cherednichenko I.N. Tekhnologii vizualizatsii 3d web-kollektsiy // Nauchnyi servis v seti Internet: trudy XX Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (17-22 sentiabria 2018 g., g. Novorossiisk). — М.: IPM im. M.V.Keldysha, 2018.— S. 438-447
7. Method to interactively visualize and navigate related information. Hernando A., Bobadilla J., Ortega F., Gutiérrez A. б.м. : Expert Systems with Applications, 2018 г.
8. Schulz T., Juttler B. Envelope Computation by Approximate Implicitization. б.м. : Industrial Geometry, 2010. стр. 20.