

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ 3D-ОБЪЕКТОВ

*Кондратьева В.А.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Гиль С.В. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКТ*

**Аннотация.** Рассмотрен метод лазерного сканирования 3D-объектов и его применение в историко-научной сфере. Предложена технология и алгоритм использования данного метода, представлено оборудование для его практической реализации. Проанализированы основные преимущества и недостатки метода, представлены перспективы его применения.

**Ключевые слова:** лазерный сканер, 3D-сканирование, лазерное сканирование объектов.

**Введение.** Лазерное сканирование – это технология, которая зарекомендовала себя как надежный источник для получения доскональных и полноценных данных об объекте. Благодаря высокой точности этого метода стало возможно создавать 3D-модели, детальные копии объектов [1]. Твердотельное моделирование на основании лазерного сканирования нашло применение во множестве сфер таких, как строительство и реставрация, авиастроение, медицина, архитектура и многие другие. Лазерное сканирование, несомненно, охватит еще больше сфер в перспективе и расширит возможности применения, но уже сейчас становится очевидно: данная технология существенно информативнее, чем ее аналоги.

**Основная часть.** В современном мире существует острая необходимость создания дубликатов некоторых объектов. В историко-научной сфере эта тенденция обоснована тем, что многие найденные артефакты или произведения искусства теряют свой облик и целостность, находясь на обозрении в музеях и выставочных комплексах. Воссоздание их копий поможет продлить сохранность оригиналов и сберечь их для мирового наследия. Сканирование объектов, а затем воспроизведение их на 3D-принтере реализует поставленную задачу. Оно может осуществляться как по фотографиям объектов или по их чертежам, так и непосредственно по 3D-сканированному изображению самого предмета.

Технология 2D-сканирования известна и распространена повсеместно, а метод 3D-сканирования находится на данном этапе на стадии совершенствования. Трехмерное сканирование представляет собой научный метод, появившийся еще в 60-х годах 20-го века. Он создавался с целью перенесения физических параметров объекта в цифровой формат в виде объемной модели. Необходимость в этом естественно возникла, когда люди во всем мире все больше стали использовать компьютеры как в повседневной жизни, так и на производстве [2].

Первые образцы 3D-сканеров были довольно просты и не обладали широким функционалом. Постепенно они усложнялись и совершенствовались, позволяя добиваться все более четкого изображения объекта. Особенно это стало актуальным с появлением лазеров.

3D-сканер — это устройство, которое исследует какой-либо предмет, оцифровывая его с помощью датчиков, и использует полученную информацию для создания трехмерной модели объекта. Для того, чтобы перенести пространственные характеристики какого-либо предмета в трехмерную модель можно воспользоваться одной из доступных технологий. Различают следующие варианты 3D-сканеров, использующие в основе своей [3]:

- оптику;
- фотограмметрию;
- лазерное сканирование;
- ультразвуковое сканирование.

Использование метода лазерного сканирования сопряжено с достаточными временны-

ми затратами в сравнении с представленными аналогами, однако эта особенность данного метода нивелируется высокой степенью точности полученной информации об объекте. Лазерные сканеры измеряют смещение отраженного луча, прошедшего через специальную линзу и строят рельеф сканируемой детали на основе изменения задержки возврата отраженного лазерного импульса. Функционирование лазерных сканеров основано на выполнении измерения расстояний с помощью специального дальномера. При определении горизонтальных и вертикальных углов можно получать координаты в трех координатных осях. На рисунке 1 отображен принцип действия лазерного 3D-сканера, где 1 – камера, 2 – источник лазерного луча, 3 – объект. Источник лазерного луча испускает лазерный луч, который огибает и отражается от объекта, камера считывает и формирует полученные данные.

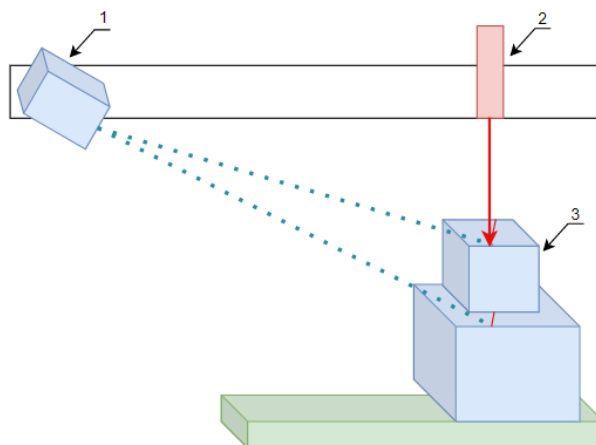


Рисунок 1 – Схема работы лазерного триангуляционного 3D-сканера

Все полученные данные заносятся в файл проекта. При этом проводится построение системы координат, с помощью которой определяется положение всех точек. Лазерная технология предусматривает получение нескольких миллионов точек. Облако точек используется для построения плоскостей. На основании облака точек могут формироваться двумерные и трехмерные модели, необходимые виды, сечения и разрезы.

После сканирования создаётся файл с данными, для обработки, чаще всего, используют AutoCAD, ReCap или Leica Cyclone. Эти программы способны визуализировать полученные данные, а также измерять необходимые показатели.

Существуют образцы лазерного оборудования, которые позволяют отсканировать малогабаритные объекты с детальной точностью. Рассмотрим алгоритм функционирования на примере работы ручного лазерного 3D-сканера EinScan Pro, применяемого для сканирования артефактов и различных произведений искусства.

Лазерное 3D-сканирование — это бесконтактная технология создания цифровой модели физического тела при помощи луча лазера, работает на близких и дальних расстояниях, исключает повреждения объектов во время сканирования. Принцип работы лазерных 3D-сканеров: направленный лазерный луч отражается от поверхности предмета, образуя облако точек. Каждая точка имеет свои координаты в пространстве. Программное обеспечение определяет их и создает готовую трехмерную цифровую модель на основе этих данных. В сравнении с традиционными способами измерения, лазерные сканеры имеют важное преимущество — они могут оцифровывать объекты со сложными поверхностями и работать в труднодоступных для человека местах [4].

На рисунке 2 продемонстрирован принцип работы ручного лазерного 3D-сканера, моделью выступает сканер бренда EinScan Pro из линейки мобильных гибридных устройств. Он является одним из наиболее доступных по цене по сравнению с существующими аналогами и позволяет значительно снизить стоимость данного метода. Представленная модель оборудована

дования оснащена светодиодной подсветкой, невидимым спектром инфракрасного излучателя, а также синим лазером.



Рисунок 2 – Принцип работы лазерного 3D-сканера [5]

Современное оборудование способно определять несколько миллионов точек в секунду. При этом погрешность составляет около 0,1 мм. Точность копирования настолько велика, что при сканировании объектов произведений искусств удается получить практически идеальную реплику. Отдельно нужно отметить наличие встроенной цветной камеры. Такое высокотехнологичное решение позволяет использовать его при создании высококачественных реплик для историко-научной сферы [6].

Трехмерные технологии позволяют воссоздать модели архитектурных объектов и культурно-исторических ценностей. На рисунках 3 и 4 представлены 3D-модели, созданные по уже существующим объектам. Эти примеры наглядно демонстрируют возможность создания миниатюрных копий зданий, ювелирных украшений и артефактов, военных атрибутов. Представленные варианты — это, несомненно, малый список того, что реально можно воссоздать и воспроизвести, благодаря существующим методикам и технологиям.

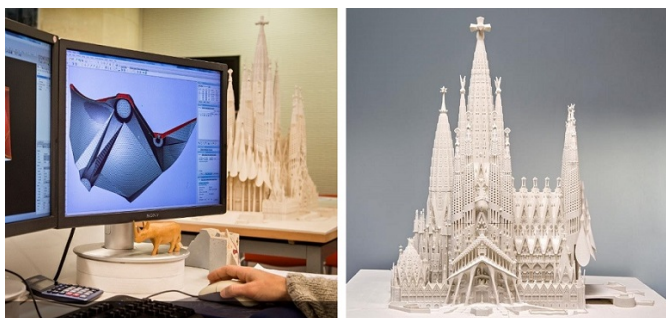


Рисунок 3 – Макет архитектурного объекта [7]

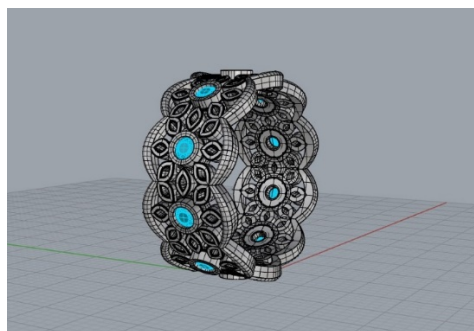


Рисунок 4 – Макет ювелирного украшения [8]

Данная технология позволяет реализовать 3D-копии артефактов и исторических ценностей, даже не дотрагиваясь до объекта. Их виртуальные модели могут наполнить коллекции онлайн музеев, а при практической реализации с использованием 3D-принтеров также по-

полнить коллекции множества музеев. Таким образом данный метод позволяет достигнуть сразу нескольких целей:

- ослабить проблему сохранности уникальных артефактов;
- продемонстрировать большему количеству людей наследие предков за счет размещения копий сразу в нескольких музеях одновременно;
- сократить расходы на создание копий;
- расширить доступность демонстрации виртуальной модели с возможностью просмотра из любой точки мира;
- реконструировать и воссоздать копии различных объектов от ваз до миниатюрных дворцов и храмов;
- выполнить восстановление артефактов методом создания недостающих частей.

В наши дни множество лабораторий и университетов занимаются восстановлением исторически-культурных ценностей методом 3D-моделирования, созданием простых пластиков копий, разработкой виртуальных макетов разрушенных дворцово-парковых ансамблей и монастырских комплексов. Таким образом, в данной работе проанализирован один из множества перспективных методов по реконструкции моделей объектов, который позволит при внедрении и активной практической реализации восполнить музейные экспозиции и существовать им как альтернатива утраченным историческим произведениям.

**Заключение.** Использование технологии лазерного 3D-сканирования объектов открывает перед исследователями широкие возможности репрезентации исторического материала, реконструкции утраченных памятников культуры и архитектуры. Эффективность использования подобных технологий в исторических исследованиях довольно высока и показывает прекрасные результаты, что открывает в будущем широкие перспективы и возможности в дальнейших научных разработках и их практической реализации.

### Список литературы

- 1 Катрич, А. Е., Баринова, Т. А. Обработка данных наземного лазерного сканирования для получения 3D-моделей объектов: в сб.: «Научные достижения и открытия современной молодежи» // Сборник статей победителей международной научно-практической конференции: в 2-х частях. – Пенза: Наука и просвещение, 2017. – С. 1213–1215.
- 2 Принципы работы 3D-сканера [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://cvetmir3d.ru/printsipy-raboty-3d-skanera> – Дата доступа : 10.01.2023.
- 3 3D сканирование на практике [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://top3dshop.ru> – Дата доступа : 21.01.2023.
- 4 Лазерные 3D-сканеры [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://habr.com> – Дата доступа : 11.02.2023.
- 5 3D сканирование [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://3dscan.expert> – Дата доступа : 18.03.2023.
- 6 3D-сканеры: обзор Shining 3D [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.shining3d.ru/blog/luchshie-v-svoem-napravlenii-3d-skanery/> – Дата доступа : 12.02.2023.
- 7 Архитектурные макеты [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://3dradar.ru> – Дата доступа : 11.02.2023.
- 8 Ювелирное 3d моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://academycrafts.ru> – Дата доступа : 11.02.2023.

UDC 582.721.212.6

## APPLICATION OF LASER SCANNING METHOD IN SIMULATION MODELING OF 3D-OBJECTS

*Kondratieva V.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Gil S.V. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ECG*

**Annotation.** The method of laser scanning of 3D-objects and its application in historical and scientific field is considered. The technology and algorithm for using this method are offered, the equipment for its practical implementation is presented. The main advantages and disadvantages of the method are analyzed and prospects of its application are presented.

**Keywords:** laser scanner, 3D-scanning, laser scanning of objects.