

## СОЗДАНИЕ МИНИАТЮР: 3D-СКАНИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ПЕЧАТЬ УМЕНЬШЕННОЙ КОПИИ

Голубович А.Н., Громыко А.Е.

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

Научный руководитель: Столер В.А. – канд. техн. наук, доцент

**Аннотация.** Рассматриваются принципы работы различных 3D-сканеров и сложности, которые могут возникнуть при обслуживании таких устройств. Проанализированы особенности сканирования различных поверхностей и объектов, включая человека. Представлены технологии 3D-печати объектов с использованием различных материалов.

**Ключевые слова:** 3D-сканирование, 3D-принтер, лазерный сканер, оптический сканер, гипсополимерная печать, FDM-печать, фотополимерная печать.

**Введение.** 3D-сканирование человека сегодня используется в медицине, в швейной и сувенирной промышленности, в дизайне, в рекламной сфере и т.д. Такое сканирование дает возможность оценить пропорции тела человека и при этом погрешность измерений будет намного меньше, чем при замерах, произведенных вручную.

Для оцифровки тела человека хорошо подойдут бесконтактные активные 3D-сканеры. Они излучают на объект волны определенной частоты, отражение которых используется для анализа. Такие сканеры делятся на оптические и лазерные.

**Основная часть.** Суть работы лазерных 3D сканеров состоит в том, что высококонтрастная камера ищет лазерный луч на поверхности объекта и измеряет расстояние до него. Угол между осью камеры и лазером известен. Так, с помощью геометрических измерений измеряется расстояние до объекта и получается облако точек.

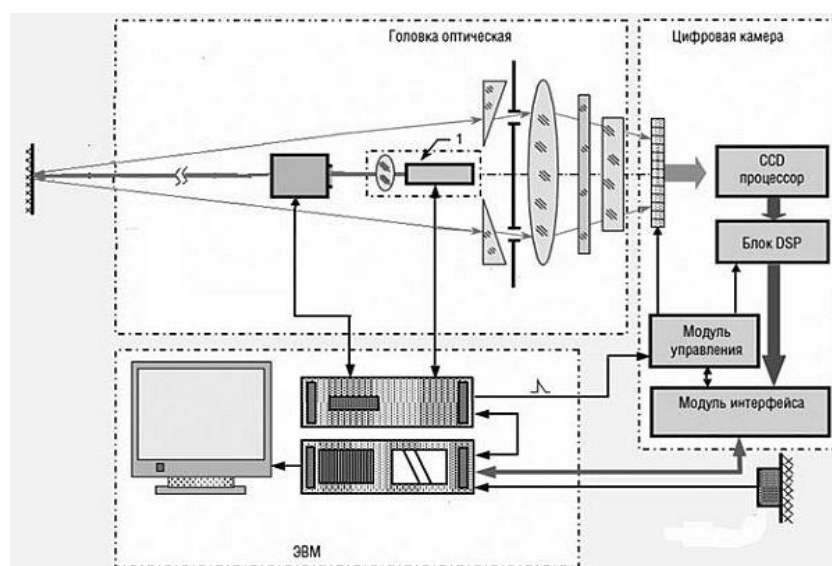


Рисунок 1 – Устройство оптического 3D сканера

Для сканирования человека более подходящим будет оптический сканер. Его устройство показано на рисунке 1. Суть работы такого сканера заключается в подсвечивании объекта структурированным светом и съемке отраженного света с различных ракурсов одной или несколькими камерами. На сканируемый объект проецируется монохромный узор, например черно-белые полосы. После видеочамера передает компьютеру информацию об

искажении полос и компьютер формирует цифровую модель поверхности объекта. Принцип работы оптического 3D-сканера представлен на рисунке 2.

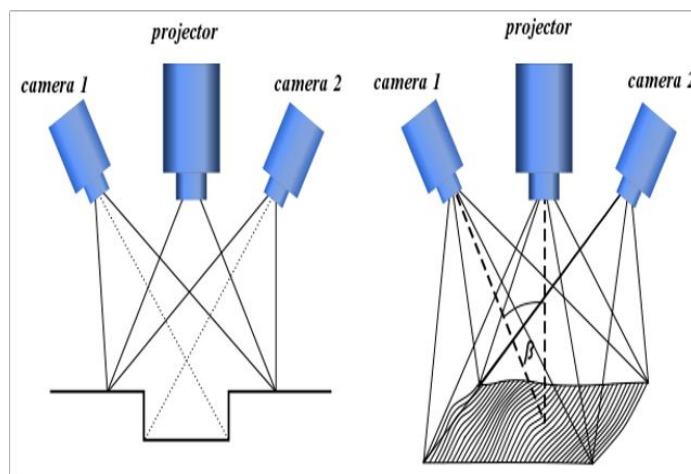


Рисунок 2 – Принцип работы оптического 3D-сканера

От лазерного сканера оптический отличается скоростью сканирования. Поэтому для обработки движущихся тел оптический сканер будет намного эффективнее.

Так же оптический сканер дает информацию о цвете объекта, что очень важно при создании 3D-фигуры человека в качестве сувенира.

При сканировании зеркальных, блестящих или прозрачных объектов возникают трудности. Например, блестящие поверхности отражают излучаемый сканером цифровой паттерн, а черные поверхности поглощают лучи сканера. Что касается прозрачных поверхностей, то там свет проходит через поверхность, а не задерживается на ней. При создании 3D-фигуры нужно учитывать то, что при сканировании человека в очках нужно использовать матирующий антибликовый спрей или же отсканировать очки отдельно.

Процесс сканирования может занимать от 5 до 30 минут. Сканируемый человек помещается на платформу, которая вращается. Скорость такой платформы должна быть низкой и иногда останавливаться для того, чтобы отсканировать труднодоступные места. Процесс сканирования человека на такой платформе показан на рисунке 3.

Происходит оцифровка человека с помощью портативного 3D-сканера или в 3D-кабине. В первом случае сканирование происходит вручную, поэтому могут возникнуть трудности. Сканирование вручную занимает больше времени и поэтому человек может немного изменить позу. Нужно, чтобы во время сканирования объект был неподвижным. Но если возможности переснять ту часть тела, которая изменила свое положение во время сканирования, нет, то эта проблема может быть решена с помощью специальных программ, которые позволяют исправить неудачные сканы. Чем шире зона охвата сканера и чем больше кадров в секунду он способен сделать, тем точнее будет 3D-фигура. Использование 3D-кабины дает возможность сделать изображение более достоверным и за более короткий промежуток времени. Человек становится в центр кабины и снимается со всех ракурсов. На этот процесс уходит меньше минуты. После чего около 5 минут скан подготавливается к предварительному просмотру (если человек пошевелился, делается повторная съемка). После данные обрабатываются в программе (устраняются дефекты, дорисовываются волосы и т.д.) и печатается 3D-фигурка (рисунок 4).

Основные способы изготовления 3D-фигурок – гипсополимерная печать, FDM-печать и фотополимерная печать. Гипсополимерная печать уникальна тем, что печатаемая фигурка не нуждается в дополнительном окрашивании. Первым делом 3D-принтер заполняется гипсополимером и вспомогательными компонентами (красящие вещества и т.д. По подготовленному цифровому макету принтер слой за слоем вытягивает нужную форму. После печати

может понадобиться шлифовка поверхности, раскрашивание, покрытие защитными лаками. Недостаток фигуры из гипса - хрупкость.

Следующая технология - FDM (Fused Deposition Modeling - моделирование методом наплавления) - послойное нанесение расплавленного пластика печатающей головкой. Подразумевается создание трехмерных объектов нанесением последовательных слоев материала, повторяющих контуры цифровой модели. Изделие производится экструзией (выдавливанием) и нанесением капель расплавленного термопластика, имеющих микроскопический размер, с формированием последовательных слоев, которые застывают после выдавливания. В качестве материалов ещё могут использоваться композиты, поликарбонаты, полиамиды, полистирол, лигнин.

Фотополимерная печать обеспечивает большую точность, чем FDM-печать за счет использования более тонких слоев. Эта технология основана на использовании фотополимеров. На затвердевание каждого слоя требуется время, и поэтому процесс будет длиться дольше. Технология предполагает использование лазера, который детально обрабатывает каждую линию и соединяет ее почти без шва. Линии получаются более тонкими, а поверхность более гладкой и точной. Частая проблема при использовании этого метода – трещины и деформации фигурок. Это происходит из-за подверженности смолы механическим факторам и ее небольшой прочности.

**Заключение.** Таким образом стоит отметить, что 3D-сканирование человека и 3D-печать миниатюр – весьма интересное направление бизнеса, которое очень быстро набирает обороты. Как итог, в самых развитых странах мира люди уже давно поняли преимущества 3D-технологий, и активно используют их как для личных целей, так и в целях своих компаний и предприятий.

#### **Список литературы**

1. Интернет-портал [Электронный ресурс] /Оптические 3D-сканеры. – Россия, 2005. – Режим доступа : <https://cybercom.ru/info/articles/2018/opticheskie-3d-skanery/> – Дата доступа : 2005 г.
2. Интернет-портал [Электронный ресурс] /3D-сканирование человека. – Россия, 2008. – Режим доступа : <https://3dklon.ru/3d-skanirovanie/3d-skanirovanie-cheloveka/> – Дата доступа : 2008 г.
3. Интернет-портал [Электронный ресурс] /3D-сканирование человека. – Россия. – Режим доступа : <https://robot-ik.ru/obzory/3d-skanirovanie-cheloveka/> – Дата доступа : 2008 г.
4. Интернет-портал [Электронный ресурс] /3D-сканирование тела человека от А до Я. – Москва, 2020. – Режим доступа : <https://www.artec3d.com/ru/learning-center/3d-body-scanner/> – Дата доступа : 2020 г.

UDC 004.932

## **CREATING MINIATURES: 3D BODY-SCANNING AND PRINTING REDUCED-SIZE COPIES**

*Golubovich A.N., Gromyko A.E.*

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

*Stoler V.A. – PhD of Technical Sciences, Associate Professor*

**Annotation.** The principles of operation of various 3D scanners and the difficulties that may arise when servicing such devices are considered. The features of scanning various surfaces and objects, including humans, have been analyzed. The technologies of 3D printing of objects using various materials are presented.

**Keywords:** 3D scanning, 3D printer, laser scanner, optical scanner, gypsum polymer printing, FDM printing, photopolymer printing.