

УДК 621.182

**РАБОТА С ОБЛАКОМ ТОЧЕК ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВОЙ  
МОДЕЛИ КОТЕЛЬНОЙ  
WORKING WITH A POINT CLOUD WHEN CREATING A DIGITAL  
MODEL OF A BOILER ROOM**

А. П. Каменко

Научный руководитель – В.И. Лазакович, преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

pte@bntu.by

A. Kamenko

Supervisor – V. Lazakovich, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** краткое описание работы с облаком точек, а также с 3D-моделями и их использование на всех этапах проектирования котельной с возможным применением технологий 3D-печати.

**Abstract:** a brief description of working with a point cloud, as well as with 3D models and their use at all stages of boiler room design with the possible use of 3D printing technologies.

**Ключевые слова:** теплоэнергетика, котельные, облако точек, 3D-модели, 3D-печать.

**Keywords:** thermal power engineering, boiler rooms, point cloud, 3D models, 3D printing.

### **Введение**

Облако точек или трехмерная визуализация, является отправной точкой при создании точной трехмерной модели реального мира. Облака точек создаются путем сканирования физических объектов, таких как внутренние или наружные элементы производственных зданий или, как в нашем случае, котельных.

В зависимости от метода, используемого для захвата облака, и задействованных датчиков каждая точка может также включать данные о цвете или даже информацию об интенсивности, которая отражает силу отраженного лазерного импульса, сгенерировавшего точку [1].

Трехмерные модели, основанные на данных облака точек, используются во всем большем числе отраслей для визуализации, планирования и настройки. Данные могут трансформироваться, благодаря чему повышается точность информации, доступной всем, от архитекторов до руководителей.

### **Основная часть**

Съемка облака точек фактически является обратной стороной цифрового 3D-моделирования. Инженеры используют лазерные сканеры для точного цифрового захвата физического пространства и объектов. Эта информация может быть использована, к примеру, либо для формирования основы котельной, либо для сверки уже построенного объекта с имеющимися

планами. Оба варианта дают гибкость и ценную информацию, которая необходима для процесса проектирования.

Если говорить про подходы и способы захвата облака точек, то в настоящее время выделяют захват с помощью лазерных сканеров и фотограмметрию.

Лазерный сканер — это система геодезического класса, которая включает в себя ряд различных датчиков и технологий. Наиболее важным из них является лидар, который использует лазерные импульсы инфракрасного спектра для измерения расстояний. Эти лазерные сканеры могут излучать до 100 000 импульсов в секунду, что дает невероятно детальное представление о картографируемой области [2]. Большинство лазерных сканеров также включают в себя RGB-камеру для добавления цвета в облако точек и блок инерциальных измерений (IMU), который является профессиональным родственником акселерометра в наших смартфонах. Также стоит отметить, что лазерный сканер дает более точные данные, в сравнении с фотограмметрией.

Фотограмметрия — это скорее методология, чем конкретный тип инструмента. Для захвата облака точек с помощью фотограмметрии, необходимо использовать камеры, чтобы просканировать пространство со всех сторон, а затем обработать полученные изображения с помощью специального программного обеспечения для реконструкции пространства в 3D [3].

После того, как облако точек создано с помощью лидара или фотограмметрии, оно проходит через процесс преобразования в сетку и превращение в 3D-модель.

Облака точек и лазерные сканеры не являются новыми технологиями, они существуют в коммерческих формах еще с 1990-х годов. Меняется сама технология обработки. Самым медленным этапом создания облака точек всегда была «регистрация». Это процесс объединения множества сканов, необходимых для получения изображения сцены или объекта. Традиционное программное обеспечение для регистрации требует значительной ручной проверки, что увеличивает временные затраты.

Также стоит отметить, что использование облаков точек влияют на коммуникацию на всех этапах расчетов, проектирования и строительства котельной. 3D-модели позволяют командам, работающим над любым процессом проектирования, легко сотрудничать. Там, где используется центральная база данных или облачная технология, изменения в один файл могут беспрепятственно вноситься несколькими людьми [4].

Сначала облако точек используется для создания основ цифровой модели. Затем его можно использовать для отслеживания прогресса и обновления моделей на основе разработок. Это позволяет не только контролировать качество, но и расширять возможности коммуникации посредством быстрого распространения самой последней информации об объекте.

Одним из самых важных преимуществ, которые дает облако точек при проектировании котельной, является возможность охвата большего

количества экспериментальных концепций. Возможность поместить модель в физические симуляторы и экспериментировать с новым материалом до начала строительства, позволяет разрабатывать принципиально новые конструкции и продукты с меньшими затратами и рисками. Возможность сканировать выходные данные для перекрестных проверок и контроля качества обеспечивает комфортное принятие незначительных допусков на ошибки и предоставляет инженерам большую свободу. Это также повышает уверенность в использовании готовых материалов при последующем строительстве.

К конечному продукту, то есть к котельной, можно применять метод «построить и проверить», используя лазерные сканеры для наблюдения за каждым этапом проекта, чтобы обеспечить соответствие планированию. Эти разработки призваны произвести революцию в строительстве и напрямую зависят от развития технологии облака точек. Однако многие процессы проектирования сильно зависят от точности и итерационных возможностей 3D-моделей и самих облаков точек.

Одной из областей, где облака точек особенно помогают инженерам расширить границы традиционных процессов, является 3D-печать.

Трехмерные модели необходимы для управления процессом 3D-печатного производства. Облака точек можно использовать для создания этих моделей при воспроизведении существующих объектов. Сканы существующих продуктов также могут быть использованы для создания базовой схемы для дальнейшего изменения. Для тестовых и исследовательских целей можно легко изготовить 3D-модели для любого количества продуктов с использованием технологии облака точек.

Можно печатать, к примеру, составные части теплопровода – фланцы, переходы, отводы с помощью SLM и DMLS принтеров, которые используются для печати объектов из металла со сложной геометрией и высокими прочностными характеристиками [5].

#### Заключение

Технология создания и обработки облаков точек становится дешевле и проще в использовании. В сочетании со способностью современных технологий обрабатывать и хранить больше данных, чем когда-либо прежде, облака точек становятся доступными для большего числа пользователей.

Облака точек позволяют использовать цифровые модели в полной мере. Вместо того чтобы оставаться теоретической платформой для проектирования, облака точек можно использовать для создания 3D-модели на основе существующих физических объектов и проводить перекрестную сверку с проектом. 3D-модели сами по себе являются мощной технологией проектирования, которая упрощает совместную работу и итерационные процессы.

Облака точек позволяют инженерам рассчитывать на то, что они создают, и обеспечивают невероятно низкий уровень допуска ошибок в производстве. Ведь результат можно отсканировать и сравнить с чертежами в мельчайших деталях. Создание нестандартных конструкций становится проще благодаря

возможности начать с 3D-сканирования, на основе которого можно построить модель.

Сочетание этой технологии с 3D-печатью делает возможным серийное производство изделий по индивидуальному заказу. Начальные затраты на создание основы для запуска производства становятся все более доступными.

### Литература

1. Autodesk [Электронный ресурс] / Работа с облаками точек. – Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/RUS/AutoCAD-Core/files/GUID-C0C610D0-9784-4E87-A857-F17F1F7FEEBE-htm.html>. – Дата доступа: 04.05.2022.
2. TOPS [Электронный ресурс] / What is point cloud modeling? – Режим доступа: <https://www.takeoffpros.com/2020/07/14/what-is-point-cloud-modeling/>. – Дата доступа: 04.05.2022.
3. NavVis [Электронный ресурс] / Все что вам нужно знать об облаках точек. – Режим доступа: <https://www.navvis.com/blog/everything-you-need-to-know-about-point-clouds-navvis>. – Дата доступа: 04.05.2022.
4. Elysium [Электронный ресурс] / Explore the Infinite Possibilities of Point Cloud Data – Режим доступа: <https://www.elysium-global.com/en/news/explore-the-infinite-possibilities-of-your-point-cloud-data/>. – Дата доступа: 04.05.2022.
5. Inovatech [Электронный ресурс] / Принцип печати по технологии SLM. – Режим доступа: <https://inovatech.by/uslugi/3d-pechat-metallom-slm/>. – Дата доступа: 04.05.2022.