THE USE OF LASER SCANNING FOR OBTAINING OF DRAWINGS AND
THREE-DIMENSIONAL MODELS OF CULTURAL HERITAGE SITES

D. Gura¹, G. Shevchenko², T. Gura³, A. Katrich⁴

DOI: http://doi.org/10.15350/L_26/8/23

Abstract

This article deals with the concept of terrestrial laser scanning. It is spoken in detail about analyzing the data obtained during scanning, and their further using for dimensioned drawings, orthophotos, three-dimensional models of cultural heritage sites, and others. The article focuses on the importance of providing highly accurate data about the architectural monument for the objective evaluation of his condition and exposing irregularities in its geometry and structural integrity.

Keywords: terrestrial laser scanning, orthophotos, dimensioned drawings, sections, three-dimensional models of cultural heritage sites.

Вопрос о сохранении объектов культурного наследия всегда будет актуален. Под действием времени исторические сооружения, представляющие ценность для человека, теряют свой первоначальный вид. На сегодняшний день проблему сохранения архитектурных объектов культурного наследия помогают решить новые технические разработки, в частности, современное геодезическое оборудование [1]. Примером удачного внедрения новой технологии в исследование объектов культурного наследия является наземное лазерное сканирование [2, с. 94].

Лазерное сканирование - это особый метод исследования, который позволяет создавать цифровые модели всего окружающего пространства, представляя его в виде облака точек с пространственными координатами. НЛС представляет собой технологию, которая за очень короткое время позволяет полностью построить 3D модель необходимого объекта. В основе лазерного сканирования лежит способность лазерного луча отражаться от наземных объектов или поверхности земли [3, с. 78]. Основное преимущество его использования заключается в том, что трехмерная модель, полученная в ходе работы со сканером, является не фотографической (по которой невозможно было бы произвести измерения), а реальной.

¹Dmitry Gura, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Kuban State Technological University, Russia.

²Gittel Shevchenko, assistant, Kuban State Technological University, Russia.

³Tatyana Gura, Research engineer, Kuban State Technological University, Russia.

⁴Alexandra Katrich, student, Kuban State Technological University, Russia.

Ранее при исследовании объектов использовались традиционные методы съемки, которые предполагали участия человека в замерах местоположений характерных точек заданного объекта. Известно, что в результате таких измерений вероятность ошибок или погрешностей очень велика. Если же работа будет производиться с помощью НЛС, то координаты точек объекта будут зарегистрированы автоматически, что обеспечит высокую точность измерений [4].

С помощью наземного лазерного сканирования исторического архитектурного объекта можно решать такие задачи, как:

1. Получение точных трехмерных моделей объектов культурного наследия;

2. Получение обмерных чертежей фасада (поэтажных планов, продольных разрезов, планов крыши, развёртки стен, чертежей декора) в масштабах от 1:50 до 1:200 с отображением фактических размеров, высотных отметок различных элементов здания или сооружения с указанием отклонений от проектных значений [5, с. 111];

3. Выявление дефектов посредством сравнения с проектной моделью;

4. Получение наиболее точных размерных параметров сложных архитектурных форм, создание растровых разверток для фиксации криволинейных поверхностей;

5. Определение и оценка значений деформации посредством сравнения с ранее произведенными измерениями;

Далее более подробно рассмотрим создание на основе полученных высокоточных данных НЛС итоговых продуктов (различных трехмерных моделей памятников архитектуры, ортофотопланов, растровых разверток, обмерных чертежей) с целью изучения конструкции архитектурных объектов культурного наследия и определения их деформации для дальнейшей реставрации [6].

Чтобы получить необходимые конечные продукты, данные, полученные с помощью НЛС, должны быть подвергнуты определенным этапам обработки [7, с. 80]. Выделяют следующие этапы:

1. Сбор данных, начало камеральной обработки;

2. Совмещение сканов;

3. Трансформирование координат;

4. Создание поверхностей.

1. После того, как с помощью сканера были собраны необходимые данные, начинается этап камеральной обработки полученного облака точек. Камеральная обработка проводится с целью подготовки итогового результата, а также технического заключения и комплекта документации по объекту. При первичной обработке результатов съемки избавляются от «шумов», после чего остается объект в «чистом виде», затем начинается прорисовка основных элементов фасада, выделяются контуры [8].

2. Во время съемки объекта проводится несколько сканов для полного покрытия поверхности. Для создания единого скана необходимо проинтегрировать объединение или так называемую «сшивку». Полученный единый

скан объекта содержит миллионы отдельных точек, представляющих поверхность фасада или других объектов, его затем интерпретируют с использованием специальных программ по постобработке облака точек, например, с помощью программ: Cyclone от Leica Geosystems [9, с. 65], AutoCAD, MicroStation, Rhinoceros и других.

3. У каждого отдельного скана, снятого с определенной точки стояния прибора, имеется своя система координат, начало которой находится в центре измерительной головки сканера. При каждом изменении положения сканера, начало координат меняет свое положение в пространственной системе координат. Для связи координат объекта, полученных из разных сканов в единую систему координат, выполняют трансформирование координат.

4. Следующим этапом работы с полученными данными НЛС является создание поверхностей. На данном этапе необходимо представить “облака” точек математически описываемыми поверхностями, которые затем могут быть экспортированы в любые CAD и 3D-приложения[10]. На этом этапе обработки скану можно придать реальные цвета объекта или его структуру, если сканирование сопровождалось фото или видеосъемкой.

После пройденных этапов обработки можно получить следующие конечные продукты:

- Двухмерные чертежи и сечения;
- Ортофотопланы;
- Растровые развертки;
- Трехмерные модели архитектурных объектов.

Двухмерные чертежи, полученные в результате обработки данных НЛС, отличаются непревзойденной детальностью фиксации. На них безошибочно наносятся все, даже самые мелкие детали объекта, получившие точные координаты. Обмерные чертежи не являются новшеством для архитекторов и конструкторов, но благодаря использованию современных технологий, обычный вид документации приобрел неоценимые преимущества [11]. С помощью полученных высокоточных данных обычные двухмерные чертежи стали представлять собой максимально точное отображение действительности, что дает возможность наиболее объективно оценить мельчайшие особенности объекта и создает основу для дальнейшего детального мониторинга деформации здания и его реставрации [12, с 152].

Большим преимуществом работой с данными НЛС является возможность создания сечения по облаку точек [13]. Сечения могут создаваться в вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскостях в заданном месте. По ним могут быть определены необходимые размеры. Полученные сечения также можно совмещать с чертежами вновь запроектированных объектов и вовремя вносить необходимые изменения. По выбранному направлению сечения быстро создается чертеж заданного узла.

Еще одним продуктом, который можно получить с помощью лазерного сканирования, является ортофотоплан. Ортофотоплан представляет

собой ортогональную проекцию точной трехмерной модели объекта на заданную плоскость. Данная форма фиксации сочетает в себе геометрические свойства обмерного чертежа с изобразительными свойствами фотоснимков.

Растровые развертки. Данная форма используется для фиксации и обмера криволинейных поверхностей и отличается от ортофотоплана видом проекции. При создании растровых разверток вид проекции выбирается индивидуально для каждого конкретного случая, для каждого конкретного объекта. Вид выбираемой проекции будет зависеть от формы поверхности. Это делается для того, чтобы развернуть криволинейную поверхность на плоскость с минимальным искажением.

Трехмерные модели представляют собой наиболее полную и точную форму фиксации геометрии памятника [14]. Развитие технических и программных средств приводит к все большему распространению цифровых 3D-моделей, обладающих гораздо более существенными возможностями, чем их двухмерные аналоги. Трехмерные модели могут быть каркасными, поверхностными и твердотельными. Каркасная модель объекта не имеет граней. Она состоит только из точек, отрезков, кривых, которые задают ребра объекта. Каркасная модель представляет собой скелетное описание 3D объекта. Поверхностные модели - это более сложные модели, так как они содержат не только ребра 3D объекта, но и его грани. При твердотельном способе моделирования основными инструментами являются тела, созданные на основе эскизов. Для построения твердого тела используются такие операции, как выдавливание, вырезание и вращение эскиза. В отличие от поверхностных моделей, твердотельная модель не является пустой внутри, она обладает некоторой математической плотностью и массой.

Рис. 1. Трехмерная модель Главного здания МГУ, созданная по данным НЛС

Если параллельно с наземным лазерным сканированием выполнялась цифровая фотограмметрическая съемка, то будет возможно создание цветной 3D модели, фиксирующей не только геометрию, но и цветовые характеристики памятника (Рис. 1) [15].

Наземное лазерное сканирование на объектах культурного наследия играет важнейшую роль. Данные НЛС, прошедшие определенные этапы обработки, становятся основой для создания качественной и максимально детальной итоговой продукции, представленной в виде двухмерной и даже трехмерной формы. Такая продукция может внести неоценимый вклад в подготовку проектов восстановления объектов культурного наследия, их реставрации, реконструкции. Она сможет позволить решать самые сложные технические задачи, направленные на сохранение и восстановление памятников архитектуры. Таким образом, можно сделать вывод о том, что вся технология лазерного сканирования и полученные на его основе итоговые продукты могут внести большой вклад в сохранение объектов культурного наследия.

References:

- [1] Гура Д.А., Рыжкова А.А., Болобан Т.И., Болгова А.С., Черепанов А.С., Кашаев Б.Р. Основные геодезические работы в строительстве // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2016. № 2. С. 133-137.
- [2] Бушнева И.А., Безверхова А.Ю., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Об использовании наземного лазерного сканирования для получения фасадных чертежей исследуемых зданий и строений // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 11. С. 89-97.
- [3] Шевченко А.А., Глазков Р.Е., Пилюшенко А.В. Принцип работы наземной сканирующей системы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 11. С. 76-88.
- [4] Грибкова И.С., Шерстюк Н.А. Лазерное сканирование // В сборнике: Науки о земле на современном этапе VIII Международная научно-практическая конференция. 2013. С. 53-55.
- [5] Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е., Пилюшенко А.В. Технологическая схема проведения фасадной съёмки методами наземного лазерного сканирования // Сборник трудов конференции: WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза, 2016. С. 107-112.
- [6] Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение деформации объекта с использованием наземного лазерного сканирования // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. 2006. № 6. С. 171-177.]
- [7] Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре // Статья в журнале: Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2014. № 4. С. 77-83]:
- [8] Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий // Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр / Краснодар, 2010.

- [9] Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Статья в журнале: Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. № 4. С. 64-66.
- [10] Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Глазков Р.Е. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования // Современное промышленное и гражданское строительство. 2016. Т. 12. № 3. С. 127-140.
- [11] Гура Т.А., Катрич А.Е. Обработка данных наземного лазерного сканирования для получения обмерных чертежей объектов культурного наследия//Статья в журнале: Молодой учёный. 2016. № 26. С. 25-28.
- [12] Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования // В сборнике: Строительство - 2010. Материалы Международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. 2010. С. 152-153.
- [13] Интернет-ресурс: Zemlemer интернет-журнал// Наземное лазерное сканирование в геодезии// <http://www.zemlemer-67.ru/index.php/news/5418-geodeziya-lazernoe-skanirovanie.html>
- [14] Интернет-ресурс: Фотограмметрия, научно-производственное предприятие//Архитектурные обмеры// <http://photogrammetria.ru/18-arkhitekturnye-obmery.html>
- [15] Интернет-ресурс: НГКИ, 3D инженерные изыскания//Обмерные работы на объектах историко-культурного наследия и памятниках архитектуры// http://www.ngce.ru/obmernye_raboty_na_obektah_istoricheskogo_i_kulturnogo_na_slediya.html