

Б. Г. Иргит¹, М. А. Губанищева¹, А. К. Ямилова¹✉

Создание трехмерной модели объекта культурного наследия с применением наземного лазерного сканирования

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Российская Федерация
e-mail: vasiakhom@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию применения технологии наземного лазерного сканирования для создания трехмерных моделей объектов культурного наследия. Подчеркивается актуальность технологии, обусловленная необходимостью высокоточного и оперативного документирования памятников, находящихся под угрозой деградации. На примере конкретного объекта культурного наследия регионального значения в г. Томске рассмотрен процесс первичной обработки полученных данных по результатам наземного лазерного сканирования.

Ключевые слова: объект культурного наследия, наземное лазерное сканирование, воздушное лазерное сканирование, облако точек, трехмерная модель

B. G. Irgit¹, M. A. Gubanishcheva¹, A. K. Yamilova¹✉

Creation of a 3D model of a cultural heritage site using terrestrial laser scanning

¹Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russian Federation
e-mail: vasiakhom@mail.ru

Abstract. This article explores the use of terrestrial laser scanning technology to create 3D models of cultural heritage sites. It emphasizes the technology's relevance, driven by the need for highly accurate and timely documentation of monuments at risk of degradation. Using a specific regional cultural heritage site in Tomsk as an example, the process of initial processing of data obtained from terrestrial laser scanning is examined.

Keywords: cultural heritage site, terrestrial laser scanning, airborne laser scanning, point cloud, 3D model

Введение

Актуальность применения наземного лазерного сканирования для создания трехмерных моделей объектов культурного наследия (ОКН) обусловлена комплексом современных вызовов, стоящих перед сохранением и изучением памятников истории и архитектуры. В условиях их прогрессирующей деградации под воздействием природных факторов, антропогенной нагрузки и непредсказуемых угроз остро встает задача документирования с максимально возможной точностью и детализацией. Традиционные методы обмеров и фотограмметрии зачастую не обеспечивают необходимой полноты, скорости и неизменяемой метрической основы.

Технология наземного лазерного сканирования позволяет оперативно получать высокоточные, не зависящие от субъективного восприятия исследователя, трехмерные модели, которые в дальнейшем могут стать основой для создания цифровых двойников. Цифровые двойники ОКН становятся не только исчерпывающим архивным документом для будущих поколений, но и фундаментальным инструментом для решения прикладных задач: мониторинга состояния, виртуальной реставрации, создания научно-обоснованных реконструкций, а также обеспечения широкого удаленного доступа в сфере культурного туризма и образования. Интеграция наземного лазерного сканирования в практику сохранения наследия представляет собой закономерный и необходимый переход к цифровой парадигме, отвечающей требованиям XXI века.

Тем самым, технология наземного лазерного сканирования имеет преимущества по высокой детализации объектов, высокой геометрической точности, скорости проведения работ на местности. Перечисленные преимущества позволяют создавать высокоточные и детализированные трехмерные модели объектов и поверхностей [1].

Методы и материалы

Для выполнения наземного лазерного сканирования был выбран ОКН (регионального значения), расположенный в г. Томске.

В качестве наземного лазерного сканирования использовался GOSLAM N100 PRO (GSI). Внешний вид представлен на рисунке 1, технические характеристики представлены в таблице 1. Наземное лазерное сканирование осуществлялось совместно с ООО «Геостройизыскания-Новосибирск».



Рис. 1. Внешний вид GOSLAM N100 PRO (GSI) [4]

Таблица 1

Технические характеристики GOSLAM N100 PRO (GSI) [4]

Дальность сканирования, м	120
Класс лазера	Класс 1 (безопасен для глаз)
Длина волны лазерного излучения, нм	903

Дальность сканирования, м	120
Относительная погрешность измерения расстояний, мм	10
Определение допускаемой погрешности (при доверительной вероятности 0.95) определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат (приращения координат) по полученным в процессе сканирования облакам точек, мм	±20
Дисплей	Цветной сенсорный дисплей
Угол поля зрения, °	360x285
Скорость сканирования, точек/с	640 000
Объем внутренней памяти, ГБ	1000
Лидар, количество излучений	32
Метод обработки траектории	На устройстве / На ПК
Рабочая температура	-40°C ... +60°C
Время работы, ч	1.5ч (стандартный аккумулятор)
Масса, кг	1.7
Источник питания	Литий-ионный аккумулятор
Напряжение питания, В	14.8
Температура зарядки аккумулятора	0°C ... +40°C

Целью данной статьи является первичная обработка результатов наземного лазерного сканирования ОКН. Обработка результата наземного лазерного сканирования проводилась в программе Agisoft Metashape Professional. В программе реализована современная технология создания трехмерных моделей высокого качества на основе цифровых снимков – аэросъемка, наземная съемка, спутниковые снимки [5].

Результаты

Порядок проведения съемочных работ приведена на рисунке 2.

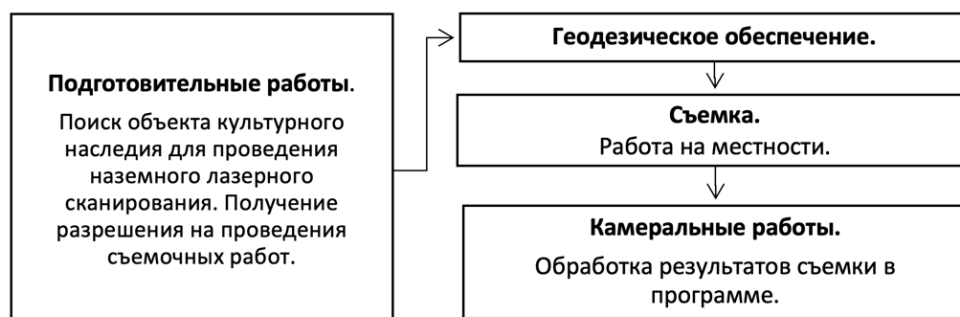


Рис. 2. Порядок проведения съемочных работ

Обработка результатов проводилась в программном обеспечении Agisoft Metashape Professional. При импорте файлов был использован файл формата .laz, облако точек составляло в количестве 17 928 744 точек (рис. 3). После открытия файла была произведена классификация точек для отображения ОКН и его последующей обработки. В конечном результате количество облака точек сократилось до 2 267 719 точек, что облегчило экспорт файла и его загрузку для дальнейшей работы. Заключительным этапом является построение модели по облаку точек (рис. 4, а).



Рис. 3. Импортированный .laz файл в Agisoft Metashape Professional

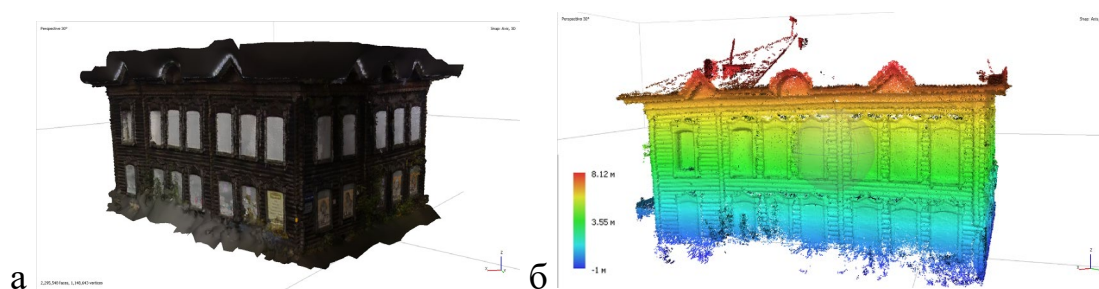


Рис. 4. а) Цифровая модель фасада здания; б) Высота расположения точек, в метрах

Заключение

Наземное или воздушное лазерное сканирование в отношении ОКН используется для создания трехмерных моделей объекта в его природном и урбанистическом контексте. Наземное лазерное сканирование обеспечивает детальную фиксацию объекта «снизу» (фасады, интерьеры, рельеф декора), но страдает от «эффекта затенения» – затрудненности или невозможности сканировать крыши, верхние части сооружений и обширную территорию вокруг. Воздушное лазерное сканирование, выполняемое, например, с беспилотного воздушного судна, заполняет эти пробелы, обеспечивая точную геометрию кровель, рельефа местности, археологических ландшафтов и крупных планировочных структур. В результате комбинации наземного и воздушного лазерного сканирования получается единое, метрически

точное цифровое пространство, которое становится основой для создания цифрового двойника ОКН. Помимо трехмерной модели объекта, облако точек можно использовать и в других целях, например, при создании цифровой модели местности или рельефа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молоков, П. В. Создание трехмерных моделей объектов историко-культурного наследия с использованием наземного лазерного сканирования и аэрофотосъемки / П. В. Молоков // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. – 2024. – Т. 2, № 9. – С. 55-63. – DOI 10.23885/2500-123X-2024-2-9-55-63. – EDN YBEUUA.
2. Воловодова, А. В. Применение данных мобильного лазерного сканирования при формировании пространственной основы для мониторинга объектов культурного наследия / А. В. Воловодова, Е. Н. Кулик // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 80-86. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-6-1-80-86. – EDN QMJЕOT.
3. Петтай, М. В. Использование технологии лазерного сканирования с целью создания цифровых двойников объектов культурного наследия / М. В. Петтай, Я. А. Олехнович // Научный альманах Центрального Черноземья. – 2022. – № 1-9. – С. 81-85. – EDN ISBBKM.
4. Лазерный сканер GOSLAM N100 PRO (GSI) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://a-geo.com/catalog/lazernyy-skaner-goslam-t100-pro-gsi.html>.
5. Руководство пользователя Agisoft Metashape Professional Edition, версия 2.2. Agisoft LLC, 2025, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_2_ru.pdf.

© Б. Г. Иргит, М. А. Губанищева, А. К. Ямилова, 2026