

И. В. Павлов¹✉, В. И. Сергунцов¹

Методика создания обмерных чертежей объектов культурного наследия по данным наземного лазерного сканирования

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: pavlov_nsk@bk.ru

Аннотация. Наземное лазерное сканирование является одним из методов геодезической съемки, который применяется для создания обмерных чертежей зданий и их 3D моделей как в строительстве, так и архитектуре. Среди таких зданий особый интерес представляют уникальные строительные сооружения (объекты культурного наследия). Наземное лазерное сканирование позволяет выполнить детализированную съемку многочисленных элементов объектов культурного наследия с высокой точностью и за короткий временной интервал. Обработка данных лазерного сканирования, как правило, выполняется в специализированных программных комплексах. Ее результатом является облако точек, которое далее может быть использовано в системах автоматизированного проектирования для создания обмерных чертежей. В последнее время в подобные системы начинают добавлять инструментарий, позволяющий отказаться от специализированных программ по первичной обработке данных лазерного сканирования. Среди таких систем можно выделить NanoCAD, для которого разрабатываются отдельные программные модули. Это приводит к необходимости совершенствования существующих методик создания обмерных чертежей. В статье предлагается соответствующая методика и выполнена ее апробация на примере данных лазерного сканирования, полученных для объекта культурного наследия – стоквартирного дома, расположенного в г. Новосибирск.

Ключевые слова: Наземное лазерное сканирование, облако точек, уравнивание, САПР, обмерный чертеж

I. V. Pavlov¹✉, V. I. Serguncov¹

The technique for creating dimensional drawings of cultural heritage objects based on the terrestrial laser scanning data

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: pavlov_nsk@bk.ru

Abstract. Terrestrial laser scanning is one of the surveying survey methods that can be used for creating dimensional drawings and 3D models in both construction and architecture. Unique constructions (cultural heritage objects) are of particular interest among such buildings. Terrestrial laser scanning allows carrying out the detailed survey of cultural heritage object numerous elements with high accuracy and in a short time interval. Laser scanning data processing is usually performed in specialized software. Point cloud is the result of processing which can be used in computer-aided design systems for creating dimensional drawings. Recently, special tools have been added to such systems to eliminate specialized software for the primary processing of laser scanning data. NanoCAD can be distinguished among such systems, for which individual software modules are being developed. This leads to the need to improve existing techniques for creating dimensional drawings. The appropriate technique is proposed. It tested for laser scanning data obtained for the cultural heritage object – an apartment building located in Novosibirsk.

Keywords: Terrestrial laser scanning, point cloud, registration, CAD, dimensional drawing

Введение

Для создания обмерных чертежей необходимы данные, которые можно получить с помощью различных методов съемки. Лазерное сканирование является одним из них. Для создания обмерных чертежей фасадов зданий применяются системы автоматизированного проектирования (САПР), одной из которых является отечественный продукт NanoCAD. NanoCAD включает различные инструменты, позволяющие упростить процесс векторизации и выполнить оформление чертежей по специальным стандартам.

Для программного продукта NanoCAD разрабатываются различные дополнительные модули. Модуль ReClouds ориентирован на обработку массива точек лазерного сканирования и решение инженерно-информационных задач в геодезической и строительной отраслях. Он позволяет обрабатывать результаты полевых измерений, выполненных с помощью лазерного сканирования, а именно, уравнивать сканы, выполнять фильтрацию и классификацию облаков точек, выполнять распознавание векторных элементов, оценивать величины деформаций [1].

Таким образом, сочетание NanoCAD и его модуля ReClouds позволяет в единой программной среде выполнить построение обмерных чертежей по данным лазерного сканирования. Для ускорения этого процесса необходимо выполнять разработку соответствующих методик.

Методы и материалы

Методика обработки данных наземного лазерного сканирования (НЛС) с целью создания обмерных чертежей в NanoCAD заключается в следующем:

- получение полевых данных и импорт их в платформу NanoCAD;
- регистрация сканов с помощью Reclouds;
- выбор плоскостей для созданий чертежей;
- создание сечения плоскости;
- векторизация объектов сечения;
- оформление обмерного чертежа.

Для апробации методики был выбран уникальный архитектурный объект, а именно, памятник культуры федерального значения – сто-квартирный дом на площади Свердлова в городе Новосибирск (рисунок 1). Здание имеет сложный архитектурный дизайн: обширные, тяжелые колоннады и выступающие из плоскости здания углы, реализованные в виде эркер-фасада.

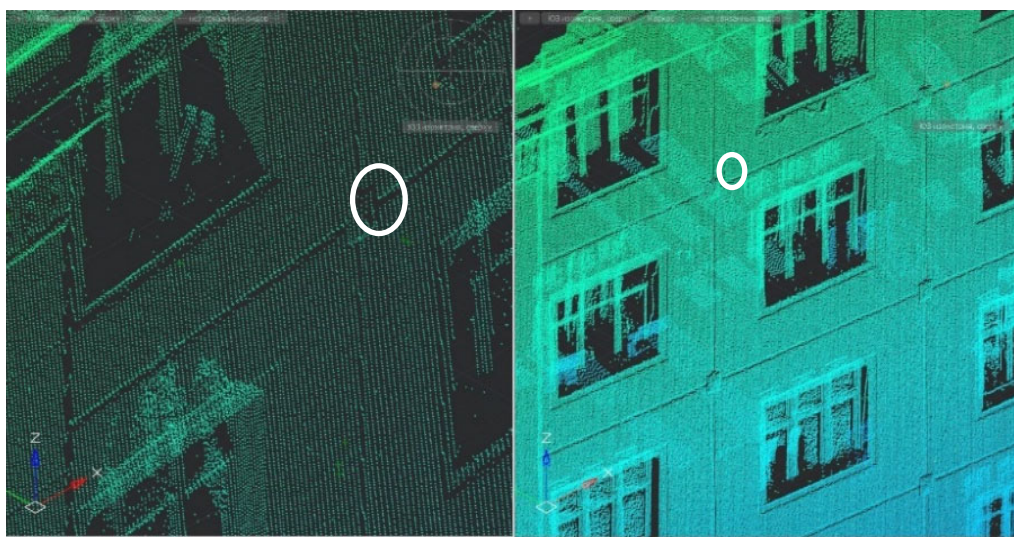
Геодезические работы были выполнены научным руководителем наземным лазерным сканером Riegl VZ – 2000i, который разработан на основе новой инновационной архитектуры обработки данных. Архитектура обработки данных позволяет выполнять различные задачи в фоновом режиме, такие как регистрация облака точек, гео-привязка, позиционирование с помощью встроенной инерциальной системы, параллельно выполняя сбор данных сканирования. Уникальная технология Riegl по оцифровке сигнала обеспечивает выполнение измерений

больших расстояний с высокой скоростью, точностью даже при неблагоприятных погодных условиях.



Рис. 1. Стоквартирный дом на площади Свердлова

После импорта данных наземного лазерного сканирования в программе ReClouds была произведена регистрация облаков точек [2]. Регистрация сканов производилась с помощью набора соответствующих точек. При использовании инструмента сегментации и классификации дополнительно были выделены группы объектов с похожими характеристиками, которые помогли выполнить уравнивание сканов с более высокой точностью (рисунок 2).



○ – одинаковые объекты на паре сканов

Рис. 2. Выбор схожих элементов на паре сканов

При регистрации один из сканов выбирался за исходный, остальные сканы привязывались к исходному. После набора соответственных точек между всеми

парами сканов выполнялось автоматическое более точное уравнивание с помощью встроенного в ReClouds алгоритма. На рисунке 3 показан пример результата оценки точности уравнивания пары сканов. Строка, отмеченная красным цветом, означает пару соответственных точек, идентифицированных в облаке точек с наименьшей точностью [3].

Регистрация точек				
Имя точки	X	Y	Z	Имя точки
Точка 1	1558519.4818	839335.8792	17233.6476	Точка 1
Точка 2	1558646.823	839374.2823	13771.2308	Точка 2
Точка 5	1550222.5573	838135.2095	24338.6791	Точка 5
Точка 6	1550650.4365	838609.6018	30453.0291	Точка 6
Точка 7	1551265.8937	838816.2646	28255.734	Точка 7
Точка 8	1547853.6439	840418.854	22998.4075	Точка 8

Рис. 3. Оценка точность уравнивания сканов

На рисунке 4 продемонстрировано местоположение пар соответствующих точек уравнивания сканов.



Рис. 4. Процесс регистрации пары сканов

На рисунке 5 представлен фрагмент результата уравнивания, который можно было использовать для создания обмерных чертежей фасада здания.

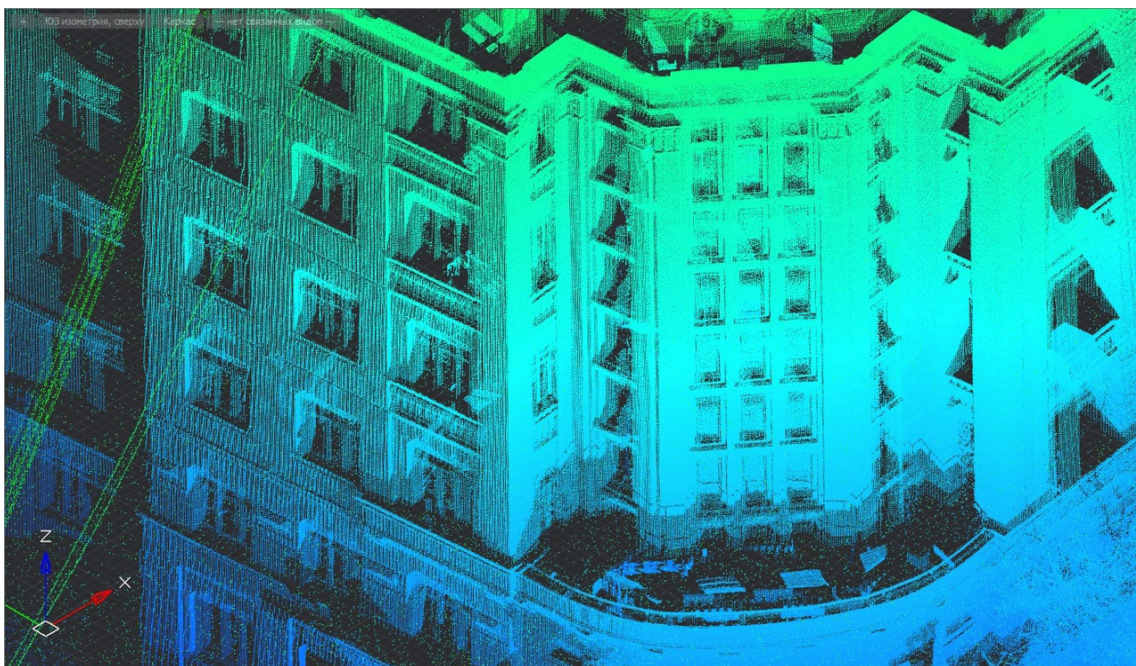


Рис. 5. Сшитое облако точек в единую модель

Результаты

Высокая плотность данных лазерного сканирования позволила создать объемный чертеж фасада здания с точностью до 1 см [4].

На рисунке 5 представлен процесс векторизации коллонады и фасада здания.



Рис. 6. Векторизованный фасад здания

Размеры на чертеже фасада здания наносились с точностью до 1 мм. Рисунок 6 показывает только отдельно нанесенные размеры.

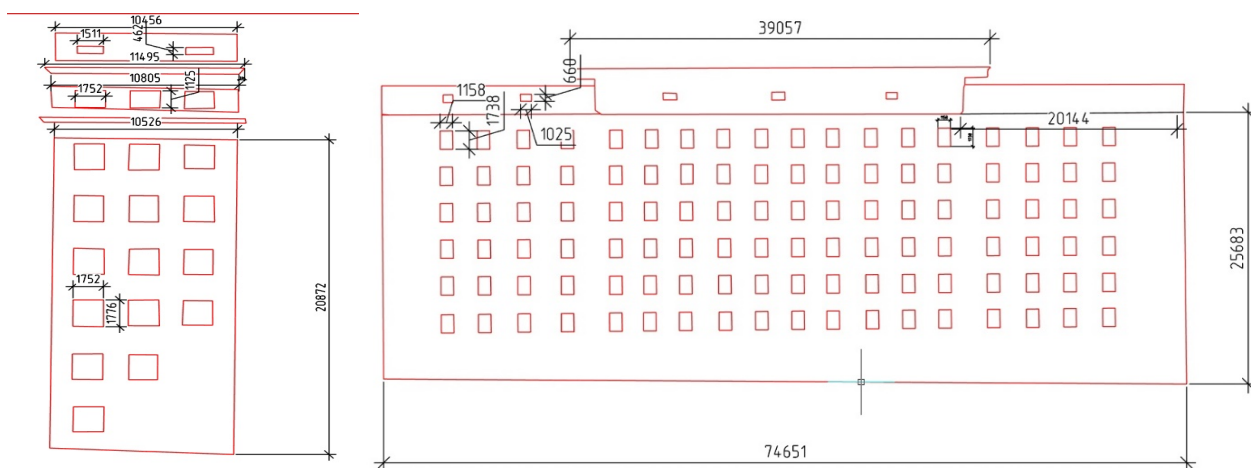


Рис. 6. Чертеж с обмерными части стоквартирного дома

Еще один пример, для колонны, показан на рисунке 7.

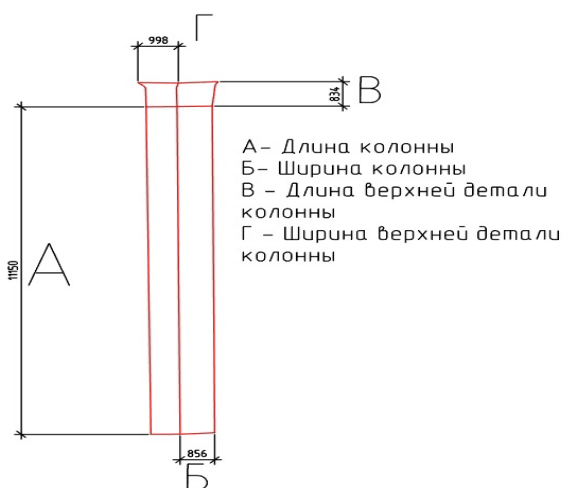


Рис. 7. Чертеж колонны с обмерными размерами

Заключение

Проведя пошаговый процесс обработки данных лазерного сканирования в NanoCAD и, в частности, в ReClouds, и построение обмерного чертежа можно сделать вывод о больших шагах развития российской цифровой платформы [5].

Была рассмотрена методика обмерного чертежа фасада здания с использованием данного программного обеспечения на примере уникального архитектурного сооружения. Программный комплекс NanoCAD продемонстрировал свою эффективность в создании детализированных чертежей уникальных архитектурных объектов. Благодаря встроенным в программное обеспечение алгоритмам сегментации, классификации и уравнивания данных лазерного сканирования, а также инструментам черчения, были созданы обмерные чертежи одного из уникальных объектов – стоквартирного дома, находящегося в центре г. Новосибирска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтынцев М. А., Карпик П. А. Методика создания цифровых трехмерных моделей объектов инфраструктуры нефтегазодобывающих комплексов с применением наземного лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 121–139. Маркшейдерское обеспечение разработки месторождений нефти и газа / Ю. А. Кашников, К. В. Беляев, Е. С. Богданец, А. А. Согорин : монография. – Москва : Недра, 2018. – 454 с.
2. Комиссаров А. В., Алтынцев М. А. Метод активного дистанционного зондирования: лазерное сканирование : монография. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 254 с.
3. Кемербаев, Н. Т. Геодезическая информация в системе автоматизированного технического обеспечения и ремонтов / Н. Т. Кемербаев. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 27–36. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-4-27-36
4. Середович В. А., Алтынцев М. А., Попов Р. А. Выбор методики уравнивания данных мобильного лазерного сканирования в зависимости от качества полученных данных и снимаемой территории // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. – С. 142–149.
5. Медведев В. И., Сарычев Д. С., Скворцов А. В. Предварительная обработка данных мобильного лазерного сканирования в системе IndorCloud // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – № 2 (3). С. 67–74.
6. Levinson J., Montemerlo M., Thrun S. Map-Based Precision Vehicle Localization in Urban Environments // Conference: Robotics: Science and Systems III (June 27-30). – Atlanta, Georgia, USA Georgia Institute of Technology, 2007. doi:10.15607/RSS.2007.III.016.

© И. В. Павлов, В. И. Сергунцов, 2025