

*ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФАСАДНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ИССЛЕДУЕМЫХ  
ЗДАНИЙ И СТРОЕНИЙ*

**И.А. БУШНЕВА, Ю.А. БЕЗВЕРХОВА, Г.Г. ШЕВЧЕНКО, Д. А. ГУРА**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: grettel@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы преимущества наземного лазерного сканирования для получения детальных фасадных чертежей. Приведены преимущества технологии наземного лазерного сканирования перед другими методами геодезической съемки фасадов зданий и сооружений. Представлен пример получаемого после сканирования «облака точек» с отображением его по интенсивности отраженного сигнала. Также в статье авторы перечисляют виды работ, для которых необходимо проведение съемки методами наземного лазерного сканирования. Приведен анализ достоинств и недостатков наземного лазерного сканирования. Указано, что в зависимости от круга поставленных задач и типа сканера, скорость выполнения съемки фасада увеличивается по сравнению с другими традиционными приемами; информация, полученная в результате лазерного сканирования, позволяет отобразить геометрические характеристики объекта и описать характер и форму обследуемой поверхности, что при съемке стандартными методами получить невозможно.

**Ключевые слова:** наземное лазерное сканирование, фасадная съемка, облако точек.

На сегодняшний день, одним из современных и актуальных средств измерений является метод наземного лазерного сканирования (НЛС).

Наземное лазерное сканирование – современный метод сбора и регистрации пространственных данных. В отличие от традиционных способов съемки (с применением тахеометра или спутникового приемника), где исполнителю требуется выбирать характерные точки объекта, для его отображения, при сканировании объекта происходит автоматическая регистрация координат точек на его поверхности, с заданным шагом. При этом, скорость сканирования может достигать более 1 000 000 точек в секунду, а количество получаемого «облака точек» сотни и тысячи точек, на 1 кв. метр. При использовании наземного лазерного сканирования точность измерений в значительной степени возросла, в зависимости от модели сканера и расстояния, точность варьируется в диапазоне от нескольких миллиметров до единиц сантиметров.

Наземное лазерное сканирование используется для решения широкого спектра инженерных задач, от создания обмерных чертежей и 3D моделей до выполнения классической топографической съемки сложных промышленных объектов.

В зависимости от различных деталей проектов, наземное сканирование может осуществляться, как самостоятельный вид работ, а так же комбинироваться с другими видами съемки: тахеометрической, мобильным и воздушным лазерным сканированием.

Преимущества технологии наземного лазерного сканирования:

- дистанционный сбор данных исключает доступ персонала в опасные зоны;
- высокая точность и детальность получаемых данных;
- высокая производительность сбора данных;
- простота создания детальных трехмерных моделей;
- значительная экономия средств по сравнению с традиционными методами съемки [1].

Технология наземного лазерного сканирования необходима для сбора геометрических параметров объекта и основана на измерении пространственных координат точек на его поверхности. Используя фазовый или импульсный лазерный дальномер и угломерное устройство, прибор измеряет расстояние до объекта и направление лазерного луча, а встроенное программное обеспечение пересчитывает измеренные величины в трехмерные координаты. Сканер, исходя от режима работы, от модели прибора, может производить измерения точек от нескольких тысяч до миллиона. Вращающееся зеркало или призма производит отклонение сканирующего луча в вертикальной плоскости, таким образом осуществляет вертикальную развертку сканера. Горизонтальная развертка прибора осуществляется с помощью вращения сканера вокруг своей оси, с заданной скоростью. Конечный итог данной работы – это «облако точек» (рисунок 1, 2). Плотность такого «облака» может быть равно десяткам тысяч точек на квадратный метр поверхности, этот критерий

зависит от определенного времени сканирования и расстояния до необходимого объекта.

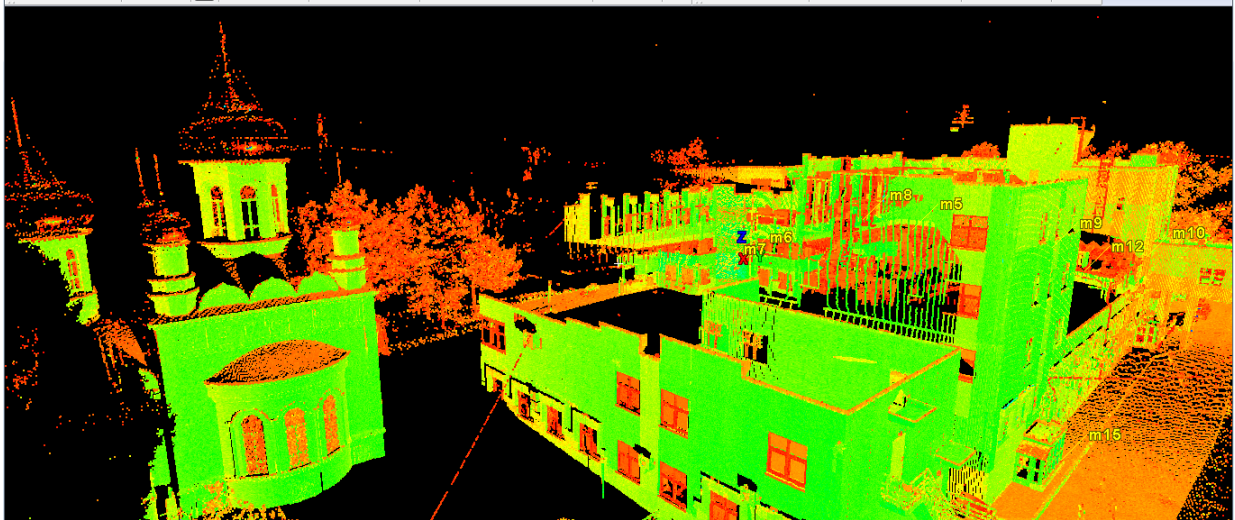


Рисунок 1 – Облако точек с отображением интенсивности отраженного сигнала

Детализировано изучить любой интересующий объект можно благодаря высокой плотности данных, полученных путем способом НЛС (промежуток между соседними измеренными точками может достигать десятых долей миллиметра).

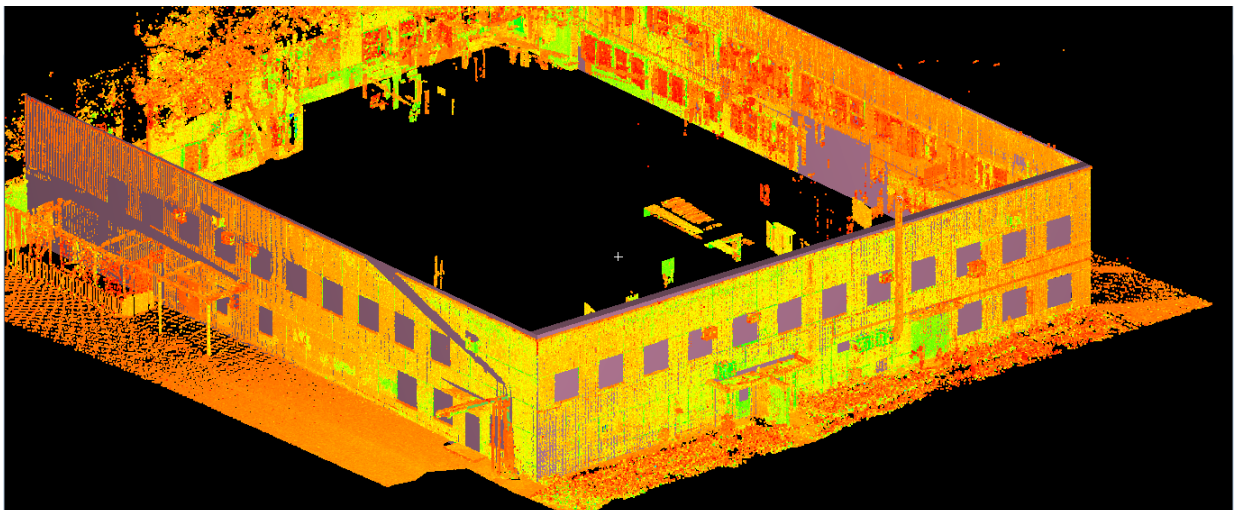


Рисунок 2 – Облако точек учебного корпуса «В» с частичной трехмерной моделью фасада

Большое количество моделей наземных лазерных сканеров обладают встроенной либо монтируемой на специальном кронштейне калиброванной

цифровой фотокамерой. Дальнейшее текстурирование полученного объекта осуществляется при использовании фотоизображения, с помощью которого мы имеем возможность окрашивать точки отражения лазера в их истинный цвет, что способствует легкому восприятию [4].

Прибор производит измерения координат в собственной условной системе, с точностью до 0.2 мм (в зависимости от модели), таким образом, для каждого положения сканера исполнитель получает отдельное облако точек [3]. После этого координаты с разных положений соединяются в одно геометрическое пространство и привязываются к требуемой системе координат. Точность уравнивания (объединения) облаков точек достигает нескольких миллиметров. Для исключения мертвых зон (невидимых), обусловленных отсутствием прямой видимости различных частей и деталей объектов и предметов помех, применяют сбор данных с различных сканпозиций. В дальнейшем, соединенное облако точек несет в себе полную визуальную и геометрическую информацию об объекте съемки и применяется для реализации большого количества инженерных задач.

Продукт работы НЛС представляет собой растровое изображение - скан, значения пикселей которые являются элементы вектора со следующими компонентами: измеренное расстояние, интенсивность отраженного сигнала и RGB составляющая, характеризующая реальный цвет точки.

Благодаря лазерному сканированию возможно в кратчайшие сроки произвести съемку фасада здания и получить модель любого объекта с мелкими деталями, размер которых может быть несколько миллиметров.

Главным элементом любого здания является фасад. От его характерных черт зависит архитектурная ценность всего сооружения[2]. С современными видами навесных фасадов, утепления, декоративной отделки требуется как можно более детальное представление о геометрических параметрах и форм каркаса здания, стен и выступающих элементов конструкций. Геодезические схемы фасада, с указанным максимально приближенными отклонениями от проектного положения построенных элементов конструкции, и трехмерная

модель фасада здания очень хорошо решат проблему наружной отделки домов. Проектировщики по полученным результатам от инженеров-геодезистов смогут создать проект фасада здания с точными геометрическими параметрами — это позволит быстро рассчитать объемы материалов и избавит от непредвиденных ситуаций, связанных с качеством монолитных работ и стеновой кладки.

Трехмерная съемка фасада здания применяется для следующих работ:

– для проектирования здания с вентилируемым фасадом и с большим количеством светопрозрачных конструкций (витражи, панорамные окна). В данном случае проектировщиков интересует монолитный каркас, информацию о нем можно получить методом лазерного сканирования и после обработки всего массива данных инженеры смогут быстро и беспрепятственно владеть информацией о геометрических параметрах любого элемента монолитной конструкции. Благодаря собранным сведениям проектировщики создают чертежи вентилируемого фасада и светопрозрачных конструкций, значительно облегчается подсчет объема материалов необходимых для возведения сооружения;

– при реставрации конструкции можно также применять данные методы геодезической съемки фасадов. Не редким случаем является отсутствие технической документации, либо недостоверная информация, которая, безусловно, повлечет за собой серьезные ошибки в расчетах;

– для определения дефектов фасадов зданий. Лазерный сканер способен отобразить все трещины, смещение относительно вертикальной и горизонтальной оси здания;

– для получения точных геометрических размеров фасада сооружения;

– при предъявлении фасада здания техническому надзору и составлении исполнительной документации;

– при реконструкции фасада дома, которые предполагают изменение элементов декора или физических параметров и размеров конструкции [5-7].

Исходя из всего вышеуказанного, имеем возможность сделать вывод о достоинствах наземного лазерного сканирования фасадов:

– высокая скорость выполнения съемки. В зависимости от круга поставленных задач и типа сканера, скорость выполнения съемки фасада увеличивается по сравнению с другими традиционными приемами;

– информативность и детальность извлеченных данных. Информация, полученная в результате лазерного сканирования, позволяет отобразить геометрические характеристики объекта и описать характер и форму обследуемой поверхности, что при съемке стандартными методами получить невозможно;

– стоимость работ. Прием наземного лазерного сканирования, по сравнению с традиционными методами, обладает значительно высокой точностью и большой производительностью прибора, что сказывается на цене работы, которая становится гораздо ниже;

– полная безопасность. Безопасность достигается путем использования безотражательного метода сканирования, при котором не требуется человек на объекте съемки. Благодаря этому, есть возможность получить достоверные данные в тяжело доступных местах объекта и опасных районах съемки;

– экономия трудозатрат. Необходимые полевые работы выполняет бригада, которая состоит из четырех человек в сравнительно короткий промежуток времени;

– автоматизация процесса обработки. Цифровой формат информации позволяет автоматизировать обработку и почти исключить вероятность влияния субъективных факторов [8-10].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бруннер, В. Справочник по лазерной технике Текст. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 544 с.

2. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика // Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения

направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений. – ООО «Издательский Дом – Юг», 2014. – 104 с.

3. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательного процесса КУБГТУ. Выполнение хоздоговорных работ //Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 64-66.

4. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. – 2012. – № 6. – С. 23-24.

5. 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.

6. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. История проблемы исследования погрешностей измерений углоизмерительных приборов //Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 5. – С. 43-45.

7. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учётом особенностей работ на строительной площадке //Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 23-24.

8. 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 //Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 4. – С. 77-83.

9. Гура Д.А., Доценко А.Е. Необходимости выполнения геодезической съёмки // В сборнике: Актуальные вопросы науки Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204-205.

10. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 116-119.

#### REFERENCES

1. Brunner, V. Spravochnik po lazernoy tekhnike Tekst. – М.: Energoatomizdat, 1991. – 544 s.

2. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Uchebnaya geodezicheskaya praktika // Spravochnoe posobie po organizatsii i kontrolyu uchebnoy praktiki dlya studentov vseh form obucheniya napravleniy: 120700 – Zemleustroystvo i kadastry, 270800 – Stroitelstvo, 130500 – Neftegazovoe delo, 271101 – Stroitelstvo unikalnykh zdaniy sooruzheniy. – ООО «Izdatelskiy Dom – Yug», 2014. – 104 s.

3. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Opyt ispolzovaniya tekhnologii i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrazovatelnoy protsessе KUBGTU. Vypolnenie khozdogovornykh rabot // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). – 2013. – № 4. – S. 64-66.

4. Gura D.A., Shevchenko G.G. Sovremennyye izmeritelnyye tekhnologii na kafedre kadastra i geoinzhenerii v KubGTU // Nauchno-tekhnicheskiy zhurnal po geodezii, kartografii i navigatsii Geoprofi. – 2012. – № 6. – S. 23-24.

5. Gura D.A., Shevchenko G.G. Ekologicheskiy monitoring deformatsii sooruzheniy s ispolzovaniem nazemnogo lazernogo skanirovaniya // V sbornike: Stroitelstvo – 2010: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Dorozhno-transportnyy institut. – 2010. – S. 152-153.

6. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Istoriya problemy issledovaniya pogreshnostey izmereniy ugloizmeritelnykh priborov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotosemka. – 2013. – № 5. – S. 43-45.



7. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Metod opredeleniya smeshcheniy i osadok sooruzheniy s uchetom osobennostey rabot na stroitelnoy ploshchadke //Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. – 2012. – № 11. – S. 23-24.

8. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. Analiz poluchennykh dannykh metodom lazernogo skanirovaniya dlya vypolneniya periodicheskogo monitoringa na primere zdaniya raspolozhennogo v g. Krasnodare //Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. – № 4. – S. 77-83.

9. Gura D.A., Dotsenko A.E. Neobkhodimosti vypolneniya geodezicheskoy semki //V sbornike: Aktualnye voprosy nauki Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – 2013. – S. 204-205.

10. Khortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Gorizontálne i vertikalnye smeshcheniya sooruzheniy i prichiny ikh vozniknoveniya // V bornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – 2012. – S. 116-119.

## *USING TERRESTRIAL LASER SCANNING FOR FACADE DRAWINGS STUDIED BUILDINGS AND STRUCTURES*

**I.A. BUSHNEVA, YU.A. BEZVERKHOVA, G. G. SHEVCHENKO, D. A. GURA**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: grettel@yandex.ru*

This article discusses the advantages of terrestrial laser scanning for detailed facade drawings. Given the advantages of the technology of terrestrial laser scanning over other methods of geodetic shooting of facades of buildings and structures. Shows an example obtained after scan "point cloud" showing their intensity of the reflected signal. Also in the article the authors list the types of work that require survey methods terrestrial laser scanning. The analysis of the advantages and disadvantages of terrestrial laser scanning. It is indicated that depending on the tasks set and the type of scanner, the speed of taking a picture of the facade is increased compared with other traditional techniques, the information obtained as a result of laser scan allows to display the geometrical characteristics of the object and describe the nature and shape of the target surface that when shooting standard methods can not be obtained.

**Key words:** terrestrial laser scanning, exterior shot, point cloud.