

УДК 528.721.221.6:528.8.042

Е. И. Бавбель, кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ);
Т. С. Селезнева, студентка (БГТУ)

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Наземное лазерное сканирование – один из самых оперативных и производительных способов получения пространственных данных об объекте. Суть технологии состоит в определении пространственных координат точек поверхности объекта. В зависимости от поставленной задачи итогом работ может быть облако точек отражений или 3-D модель объекта.

Terrestrial laser scanning is one of the most responsive and productive ways-beans obtain spatial data about the object. The essence of the technology consists in the determination of spatial coordinates of points of the surface of the object. Depending on the task the result of work may be cloud of points reflections, or 3-D model of an object.

Введение. Технология наземного лазерного сканирования основана на использовании новейших приборов – лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью (тысячи измерений в секунду). Полученный в результате набор точек, называемый «облаком точек», содержит информацию о миллионах измерений. Опираясь на такой значительный массив данных, можно выполнять высокоточное трехмерное моделирование имеющихся объектов (точность пространственного положения объектов составляет 3–5 мм), создавать плоские чертежи, делать сечения, выполнять проектирование и визуализировать решения по реконструкции. Ни один из известных способов измерений не обеспечивает таким объемом данных, получаемых при помощи лазерного сканирования.

Основная часть. Лазерное сканирование – это технология, позволяющая за минимум времени получить максимум информации. Лазерный дальномер существует уже давно. Его принцип основан на измерении времени прохождения узконаправленного луча лазера до объекта и обратно. Такой дальномер есть в каждом электронном тахеометре. Отличие тахеометра от лазерного сканера в том, что у первого лазерный дальномер приводится в действие по команде человека, а у сканера этот процесс автоматизирован. В результате значительно увеличивается производительность: несколько тысяч измерений в секунду лазерным сканером против одного измерения электронным тахеометром. При этом выигрыш в скорости не отражается на качестве.

Принципы трехмерного лазерного сканирования и моделирования. Система состоит из портативного, работающего в автоматическом режиме пульсового лазера и полевого персонального компьютера со специализированным программным обеспечением. Для сканирования пользователь направляет лазер в сторону объекта (если можно так сказать про систему с полем зрения 360×180°),

встроенная система визуализации выводит на экран компьютера изображение, позволяющее оператору контролировать поле зрения сканера. Оператор при необходимости уточняет область сканирования, расстояние между точками (разрешение) и запускает процесс сканирования, после чего прибор автоматически сканирует выбранную область при помощи оптико-механических систем, быстро «проводящих» пульсирующим лазерным лучом сканера по измеряемой области. Процесс работы лазерного сканера представлен на рис. 1, основные технические характеристики лазерных сканеров указаны в таблице.



Рис. 1. Процесс работы лазерного сканера

Основные технические характеристики наземных лазерных сканеров

Показатели	Значения
Точность	от 5 мм до 5 см
Дальность действия, м	от 25 до 2500
Угол поля зрения	от 40×40 до 360×180°
Время сканирования	от 15 с до 15 мин.
Количество точек	от нескольких тысяч до нескольких миллионов

Результаты сканирования (сканы), проведенного с различных точек, могут быть «сшиты» друг с другом для создания полной модели комплекса конструкций и местности с помощью программного обеспечения (ПО), которое позволяет визуализировать модель, вращать объект, перемещаться

и проводить измерения между любыми точками или моделируемыми поверхностями, «заглядывать», «гулять» по только что снятому объекту. Каждая графическая точка может быть окрашена в зависимости от интенсивности отраженного лазерного сигнала, «истинного цвета» или другого параметра (например, высотной отметки или удаления от точки съемки), что улучшает визуализацию объекта.

По результатам полевой съемки возможно построение модели снимаемой местности или объекта (рис. 2) – объединения точек в сеть триангулированных ячеек (TIN-модель). Программа автоматически определяет границы ячеек, формирует очертания отдельных объектов, анализирует интенсивность и цвет изображения и получает модель с четкими контурами и цветовым разграничением различных геометрических элементов (откосы, трубы, резервуары, стальные конструкции и т. д.). Процесс занимает немного времени, что позволяет получать трехмерное изображение объекта непосредственно в полевых условиях.

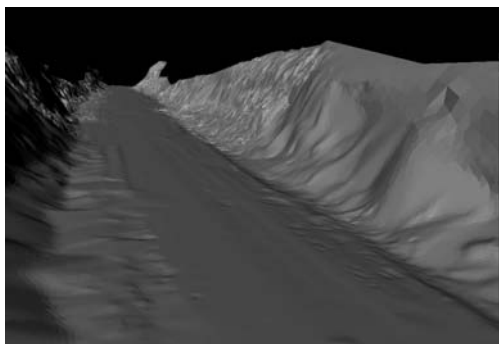


Рис. 2. TIN-модель

Преимущества метода перед тахеометрической съемкой и другими наземными видами съемки:

- мгновенная трехмерная визуализация;
- высокая точность;
- несравнимо более полные результаты;
- быстрый сбор данных;
- обеспечение безопасности при съемке труднодоступных и опасных объектов.

Преимущества метода перед фотограмметрическими способами съемки. Лазерное сканирование и моделирование аналогично фотограмметрическим методам, но позволяет получать координаты с одной точки стояния и без последующей камеральной обработки – с возможностью контроля измерений непосредственно в полевых условиях. Кроме того, обеспечивается более высокая точность измерений по сравнению с фотограмметрическими методами при одинаковом удалении от снимаемого объекта.

Также необходимо отметить такие преимущества лазерного сканирования, как:

- возможность настройки некоторых моделей сканеров на фиксацию первого и/или последнего отражения, что позволяет разделять отраженный сигнал от растительности и поверхности земли – «пробивать» растительность;
- упрощенная схема привязки к системе координат.

Финансовые и временные затраты говорят в пользу лазерного сканирования. При отсутствии необходимости векторизации трехмерного раstra работа с результатами лазерного сканирования может выполняться в режиме реального времени, что для фотограмметрических способов невозможно.

Некоторые области применения лазерного сканирования. Инженерные изыскания с применением наземного лазерного сканирования [1]:

- оперативное проведение изысканий больших и/или протяженных, труднодоступных и/или труднопроходимых территорий;
 - мониторинг больших территорий;
 - создание цифровых моделей сложных технологических объектов и узлов для реконструкции;
 - создание и мониторинг цифровых моделей карьеров;
 - определение объемов выработок и складов;
- Строительство и эксплуатация инженерных сооружений:
- контроль строительства;
 - корректирование проекта в процессе строительства;
 - оптимальное планирование и контроль перемещения, установки и удаления крупных частей сооружений или оборудования;
 - монтажные работы, калибровка;
 - исполнительная съемка в процессе строительства и после его окончания;
 - мониторинг состояния объекта при эксплуатации.

Выводы. Материальные затраты по сбору данных и моделированию объекта методами трехмерного лазерного сканирования на небольших участках и объектах сопоставимы с традиционными методами съемки, а на участках большой площади или протяженности – ниже. Даже при сопоставимых расходах на съемку полнота и точность результатов лазерного сканирования позволяют избежать дополнительных расходов на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Литература

1. Медведев, Е. М. Лазерная локация земли и леса: учеб. пособие / Е. М. Медведев, И. М. Данилин, С. Р. Мельников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Геолидар, Геоскосмос; Красноярск: Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2007. – 230 с.

Поступила 21.02.2013