

6. ГОСТ Р 58406.9-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод приготовления образцов уплотнителем Маршалла. Введ. 2019-06-01. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

7. Кирюхин, Г.Н. Способы структурного регулирования минеральной части асфальтобетона // Дороги и мосты. 2015. № 1(33). С. 297–319.

УДК 528.5

Бак. А.С. Нохрина
Рук. С.А. Чудинов
УГЛТУ, Екатеринбург

ТЕХНОЛОГИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ

Технологии лазерного сканирования на сегодняшний день делятся на три вида: наземное (НЛС), мобильное (МЛС или мобильное картографирование) и воздушное (ВЛС). Наземное лазерное сканирование считается самым быстрым и высокопроизводительным средством получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте сложной формы: зданиях, промышленных сооружениях и площадках, памятниках архитектуры, смонтированном технологическом оборудовании [1].

Суть технологии сканирования заключается в определении пространственных координат объекта лазерным сканером. Процесс реализуется с помощью измерения углов и расстояний до всех определяемых точек с помощью измерений лазерным лучом до отражающих поверхностей с нескольких точек сканирования путем перестановки прибора. Измерения производятся с очень высокой скоростью. Наиболее современные лазерные сканеры производят измерения со скоростью от одного миллиона точек в секунду (рис. 1).



Рис. 1. Лазерный сканер Trimble TX8, позволяющий выполнять измерения с миллиметровой точностью и скоростью до 1 млн точек в секунду

По типу получаемой информации лазерные сканеры во многом схожи с тахеометром, аналогично которому, 3D-сканер при помощи лазерного дальномера вычисляет расстояние до объекта и измеряет вертикальные и горизонтальные углы, получая XYZ-координаты. Отличие от тахеометра заключается в том, что ежедневная съемка при помощи наземного лазерного 3D-сканера – это десятки миллионов измерений. Получение аналогичного объема информации с тахеометра занимает намного больше времени. Первоначальный результат работы лазерного 3D сканера представляет полученные координаты точек, которые создают так называемое облако точек (рис. 2).



Рис. 2. Пример результата съемки автомобильной дороги лазерным сканером

В процессе съемки лазерный сканер записывает три координаты (XYZ) каждой точки и численный показатель интенсивности отраженного сигнала. Он определяется свойствами поверхности, на которую падает лазерный луч. Облако точек раскрашивается в зависимости от степени интенсивности и после сканирования выглядит как трехмерное цифровое фото. Большинство современных моделей лазерных сканеров имеет встроенную видео- или фотокамеру, благодаря чему облако точек может быть также окрашено в реальные цвета.

Управление работой лазерного сканера осуществляется с помощью ноутбука или планшета с набором программ, или с помощью сенсорной панели управления, встроенной в сканер. Работа по сканированию происходит с нескольких точек стояния (станций сканирования) для получения полной информации о форме объектов, потому что сложный объект зачастую не виден с одной точки наблюдения. На стадии полевых работ необходимо предусмотреть зоны взаимного перекрытия сканов. При этом перед началом сканирования в этих зонах часто размещают специальные мишени – цели. Для объединения сканов, выполненных с различных точек, используют процесс сшивки, который может происходить с использованием координат этих

мишеней, либо с использованием машинного зрения непосредственно по облакам точек. Лазерное сканирование предоставляет возможность получить максимум информации о геометрической структуре объекта. Его результатом являются сшитые облака точек и 3D-модели с высокой степенью детализации.

Таким образом, технология НЛС значительно отличается от других методов сбора пространственной информации и имеет следующие особенности [2]:

- полная реализация принципа дистанционного зондирования, позволяющего собирать информацию об исследуемом объекте, находясь на расстоянии от него;
- максимальная полнота и подробность получаемой информации;
- высокая скорость получения информации – съемка на одной точке занимает от 2 до 10 мин (в зависимости от плотности), совокупная скорость полевых и офисных работ в несколько раз выше обычной.

С учетом изложенного можно выделить следующие преимущества технологии наземного лазерного сканирования [3]:

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

С учетом технических преимуществ и высокой производительности, технология НЛС имеет большие перспективы для производства инженерно-геодезических работ на линейных объектах значительной протяженности, т. е. автомобильных дорогах.

Библиографический список

1. Чудинов С.А. Современные геодезические приборы при изысканиях и строительстве автомобильных дорог [Электронное издание]: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Электронный ресурс. URL: <https://www.geoygservis.ru/publishing/ustroystvo-i-printsip-raboty-nazemnogo-lazernogo-skanera/> (дата обращения 17.11.2019).
3. Электронный ресурс. URL: http://www.ngce.ru/pg_publications4.html (дата обращения 17.11.2019).