УРОКИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

H.C. Ковач, заместитель генерального директора по развитию и работе с филиалами ООО «Геопроектизыскания»,

И.В. Клименок, руководитель группы мобильного лазерного сканирования ООО «Геопроектизыскания»

Сегодня одним из приоритетных направлений развития дорожной отрасли является информационное моделирование автомобильных дорог на всех этапах их жизненного цикла. Для создания детальной модели существующей автодороги широкое применение получил метод мобильного лазерного сканирования.

Этот метод позволяет в короткие сроки выполнять высокоточинженерно-геодезические ные изыскания протяженных объектов, таких как автомобильные или железные дороги. Мобильное лазерное сканирование позволяет получить детальную модель существующей автодороги, что помогает сократить затраты на ремонт и реконструкцию за счет разработки оптимального проекта, и как следствие - уменьшения объемов фрезерования и расхода асфальтобетона.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технологию мобильного лазерного сканирования можно рассмотреть на примере работы сканирующей системы RieglVMX-450 (рис. 1). Она состоит из двух прецизионных импульсных лазерных сканеров, системы высопозиционирования, коточного блока фотокамер, одометра и системы контроля, установленных на одной платформе. Каждый из сканеров производит измерения с частотой до 550 кГц, образуя полную круговую плоскость сканирования $(0^{\circ}-360^{\circ})$. В сумме общая производительность системы составляет до 1100 кГц. Приборы расположены таким образом, что их плоскости пересекаются под углом 60° между собой и наклонены на угол 35° к горизонту. Такое их расположение позволяет избегать «теневых» зон за счет сканирования одних и тех же объектов с разных ракурсов.

Дальность сканирования зависит от отражающей способности объекта и частоты работы прибора. При ≥80% отражающей способности дальность составляет до 500 м, при максимальной частоте работы сканера и средней отражающей способности снимаемого объекта эффективная дальность составляет порядка 100—150 м.

Высокая точность достигается за счет применения системы высокоточного позиционирования



Рис. 1. Мобильная сканирующая система RieglVMX-450.

фирмы Applanix, модель POS-LV 510. В основе принципа лежит совместная работа приемника и инерциального модуля. Система производит определение координат и углов ориентации с частотой 200 Гц. Точность во многом зависит от качества приема сигнала.

Помимо лазерных сканеров, система оборудована шестью цифровыми камерами с разрешением пяти мегапикселей. Фотокамеры установлены на одной платформе со сканирующей системой. Камеры в автоматическом режиме с заданной частотой (до пяти кадров в секунду) производят съемку. Это позволяет получать фотоснимки, совмещенные с точками лазерных отражений, что значительно упрощает распознавание объектов в точках.

В зависимости от ширины проезжей части сканирование выпол-



Рис. 2. Образец облака точек.

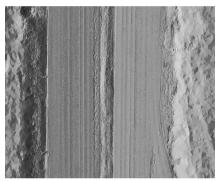


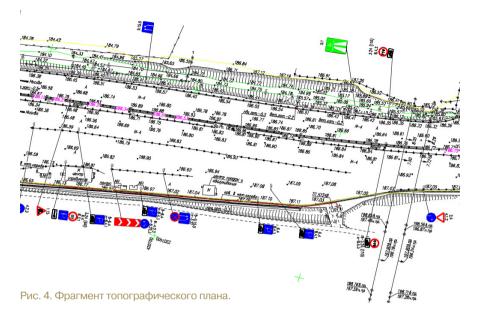
Рис. 3. Цифровая модель рельефа.

няется по двум или трем полосам движения. Обычно сканирование выполняется в двух направлениях при проезде по крайней правой полосе движения, со средней скоростью 60—80 км/ч (в зависимости от необходимой плотности точек). Одновременно со сканированием выполняется фотосъемка объекта с использованием фотокамер, установленных на одной платформе со сканирующей системой.

В недоступных для съемки местах (подошва крутых откосов, объекты местности за звукозащитными экранами, водопропускные трубы) производится досъемка стандартными методами с использованием тахеометрии или спутниковых методов.

ПОЛУЧАЕМЫЕ ДАННЫЕ

Результатом мобильного лазерного сканирования является об-



лако точек лазерных отражений и фотоданные с элементами внешнего ориентирования. На основании этих материалов создаются:

- цифровая модель местности (рис. 3);
- топографические планы (рис. 4);
- поперечные и продольные профили;
 - графики колейности;
- различные таблицы характеристик и базы данных.

Фотоматериалы позволяют проводить фиксацию дефектов дорожной одежды, состояния объектов освещения, дорожного сервиса, обследование состояния существующего барьерного ограждения.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ

В марте 2015 года специалистами ООО «Геопроектизыскасния» выполнены комплексные инженерно-геодезические изыскания автодороги М-4 «Дон» на участке км 48+642 - км 52+000. Для выполнения работ была создана опорная геодезическая сеть, состоящая из четырех пунктов долговременного закрепления и девяти пунктов геодезической разбивочной основы. Сканирование участка, полевая досъемка и измерение контрольных точек заняли 10 рабочих дней. Средняя квадратическая ошибка высот точек лазерных отражений по твердому покрытию автодороги

относительно контрольных точек, полученных с помощью геометрического нивелирования III класса, составила не более 10 мм.

По результатам работ были получены и переданы заказчику материалы в достаточном для проектирования объеме: топографический план масштабов 1:1000 и 1:500, продольный и поперечные профили, графики колейности, ведомости углов поворота, пересечений и примыканий, пересекаемых коммуникаций и так далее. Также была составлена таблица фотографий дефектов дорожной одежды (рис. 5.), дефектная ведомость водопропускных труб. С использованием геопривязанных фотоданных камерально было проведено визуальное обследование состояния существующего барьерного ограждения, освещения и объектов придорожного сервиса.

Благодаря детальной поверхности, полученной по результатам лазерного сканирования, уменьшение объемов фрезерования составило 40.3%, что сократило расходы на работы по фрезерованию на 4.09 млн руб. на участок протяженностью 3,5 км.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день технология мобильного лазерного сканирования и ее комбинация с воздушным и наземным лазерным сканированием широко применяется при инженерно-геодезических сканиях автомобильных дорог и дает наиболее полную пространственно-геометрическую картину с возможностью ее внедрения в информационную модель. Данные используются на всех этапах жизненного цикла автомобильных дорог: при изысканиях, проектировании, строительстве, для проведения исполнительной съемки, эксплуатации и ремонте. В ГК «Автодор» налажена системная работа по внедрению технологии мобильного лазерного сканирования в практику своей работы. •



Рис. 5. Таблица фотографий дефектов дорожной одежды.