

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

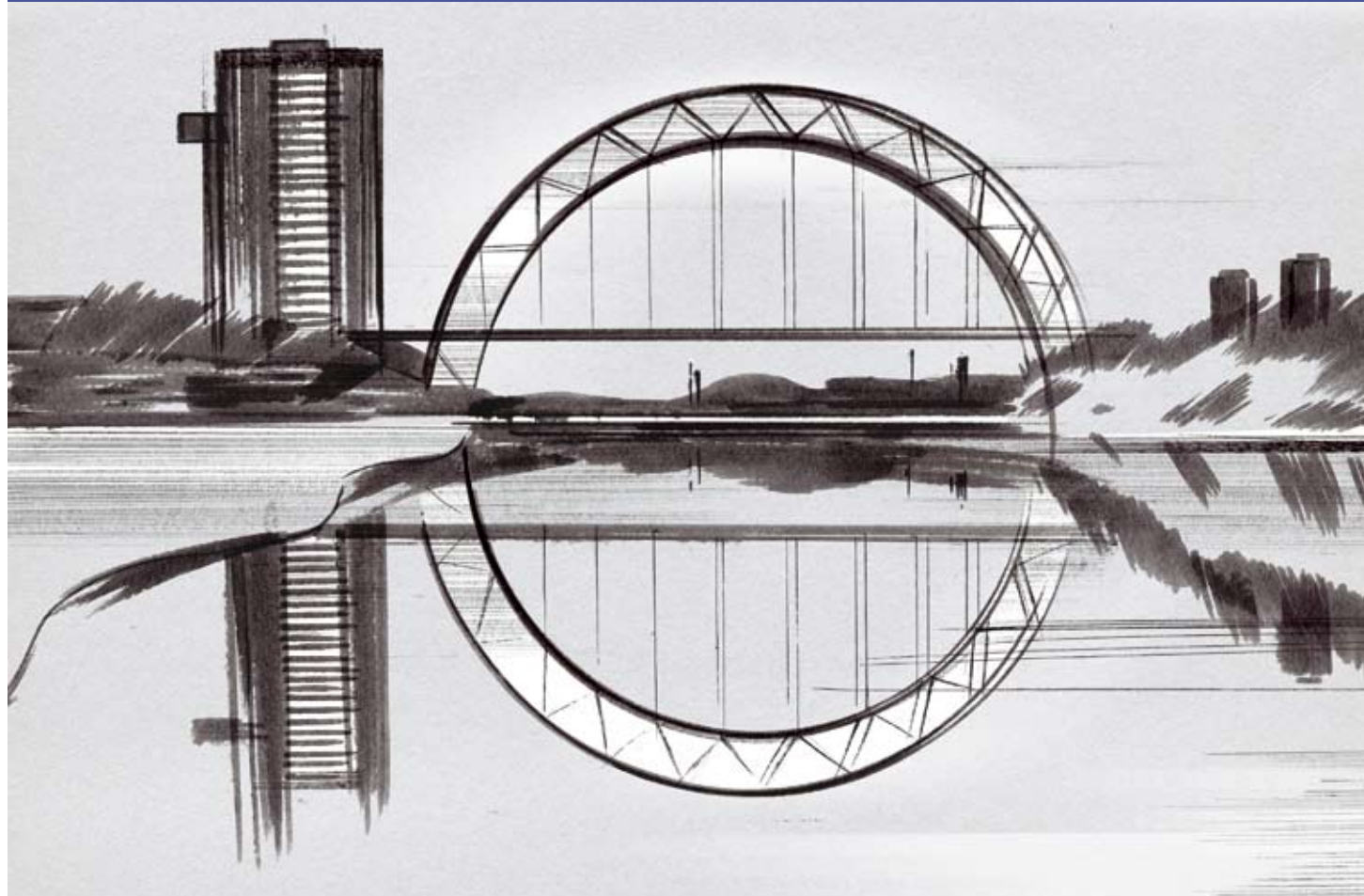
ДОРОГИ

№26

февраль / 2013

www.techinform-press.ru

BASF Строительная химия — 10 лет в России!



Материалы BASF для строительства и ремонта искусственных сооружений транспортной отрасли

ООО «БАСФ Строительные системы»

www.stroysist.ru stroysist@basf.com

Офис в Москве +7 495 225 6436

Офис в Санкт-Петербурге +7 812 332 0412

Офис в Казани +7 843 212 5506

 **BASF**

The Chemical Company

МОБИЛЬНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ



При топографической съемке многоуровневых комплексных объектов, которая проводится с помощью традиционных методов, часто возникает такая проблема, как пропуски отдельных измерений. Обилие контуров, большое количество деталей приводят к неизбежным ошибкам. Гораздо более полную информацию об объекте съемки предоставляет лазерное сканирование. Данная технология все шире используется для решения задач инженерной геодезии в разных областях, в том числе в дорожном строительстве. Лазерное сканирование является одним из направлений деятельности управления геоинформационных технологий НИПИСтройТЭК.

Одним из самых высокотехнологичных методов лазерной съемки можно назвать мобильное лазерное сканирование (МЛС), которое осуществляется при движении сканера, установленного на транспортное средство. Соответственно, скорость съемки составляет десятки километров в час. Ни один другой метод не дает подобной производительности при сборе пространственной информации, только аэрофотосъемка и воздушное лазерное сканирование превосходят МЛС по скорости сбора данных, но значительно уступают в точности и детальности.

Для выполнения мобильного сканирования компания «НИПИСтройТЭК» использует современную мобильную сканирующую систему Riegl VMX-250. Данная система сочетает в себе все передовые разработки в области лазерного сканирования, навигационных измерений и мобильной фотосъемки. Riegl VMX-250 позволяет выполнять сканирование и фотосъемку местности с высокой скоростью, плотностью (600 тыс. измерений в секунду, до 20 кадров

в секунду) и точностью измерений (внутренняя точность — 3–5 см).

Описание технологии

Система мобильного лазерного сканирования состоит из двух основных блоков: измерительного и навигационного. Измерительный блок производит сканирование объектов, а система позиционирования осуществляет привязку траектории движения сканера. Например, в мобильном лазерном сканере Riegl VMX-250 дальномерный блок включает два импульсных лазерных сканера, работающих в режиме профилографа. Каждый сканер, по времени задержки сигнала, измеряет расстояние до объекта с частотой до 300 тыс. Гц на расстоянии до 200 м. Таким образом, общая частота системы — до 600 тыс. измерений в секунду. Вращающаяся с частотой 100 Гц призма производит отклонение сканирующего луча по полной окружности. Одновременно с измерением расстояния производится регистрация угла отклонения сканирующего луча и время приема отраженного лазерного импульса. Измеренное расстояние, угол и время позволяют определить

координаты точек в системе координат сканера. Таким образом, осуществляется развертка облака точек в направлении, поперечном движению. Продольная развертка производится за счет движения транспортного средства, на котором установлена сканирующая система.

Координатно-временную привязку полученного облака точек обеспечивает система высокоточного позиционирования, состоящая из GNSS-приемника и инерциального блока. GNSS-приемником определяются текущие координаты сканерного блока, обычно с частотой 1 Гц, а также производится определение точного времени для синхронизации всех элементов системы. Инерциальная система, основываясь на данных GNSS-приемника, определяет свое начальное положение и далее производит измерение координат и углов ориентации сканерного блока с частотой 200 раз в секунду. Инерциальная система не может продолжительное время работать автономно, поскольку имеет так называемый дрейф, то есть ухудшение точности координат со временем, поэтому периодически ее необходимо корректировать дан-



Монтаж Riegl VMX-250 на железнодорожной автомотрисе

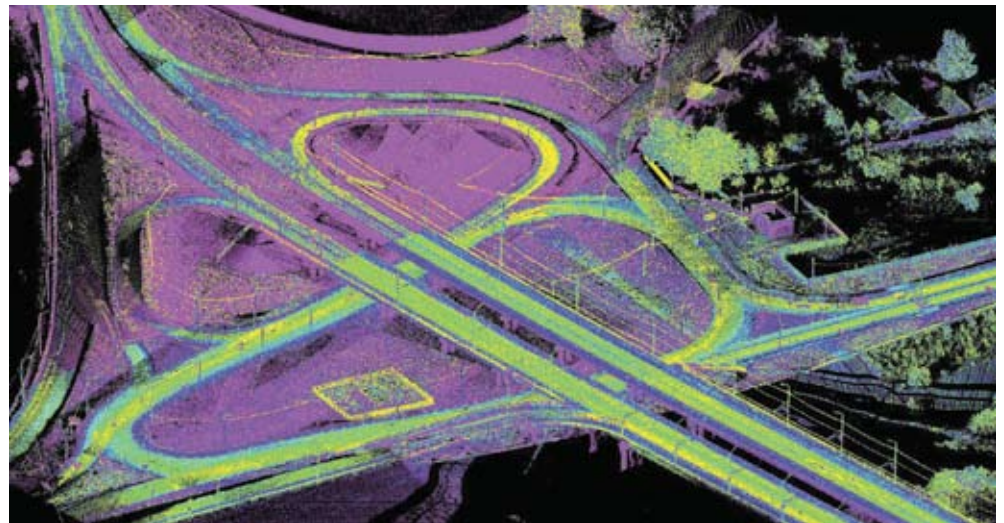


VMX-250, установленная на автомобиле

ными GNSS-приемника. В штатном режиме это происходит 1 раз в секунду, но, как показывает опыт, отсутствие GNSS-данных до 30 секунд приводит к ухудшению точности не более чем на 1–2 см. При работе системы в штатном режиме (при отсутствии помех для приема спутниковых сигналов) среднеквадратическое отклонение (СКО) пространственных координат составляет около 2–5 см. При совместной постобработке данных всех подсистем МЛС (дальномерных и траекторных) производится формирование облака точек вдоль траектории движения сканера, в требуемой системе координат.

Сканирующая система Riegl VMX-250 также оснащена четырьмя цифровыми калиброванными камерами, установленными на одной платформе со сканером. Камеры в автоматическом режиме, с заданной частотой (до 20 кадров в секунду) производят съемку. Использование фотокамер позволяет раскрашивать точки лазерных отражений в истинные цвета, что существенно облегчает дешифрирование объектов по точкам, а также может быть использовано для текстурирования трехмерных моделей.

Неоспоримое преимущество данного устройства — конструктивная особенность размещения компонентов относительно друг друга на жесткой платформе, что исключает риск раскалибровки при эксплуатации и



Облако точек автомобильной развязки в г. Калуге

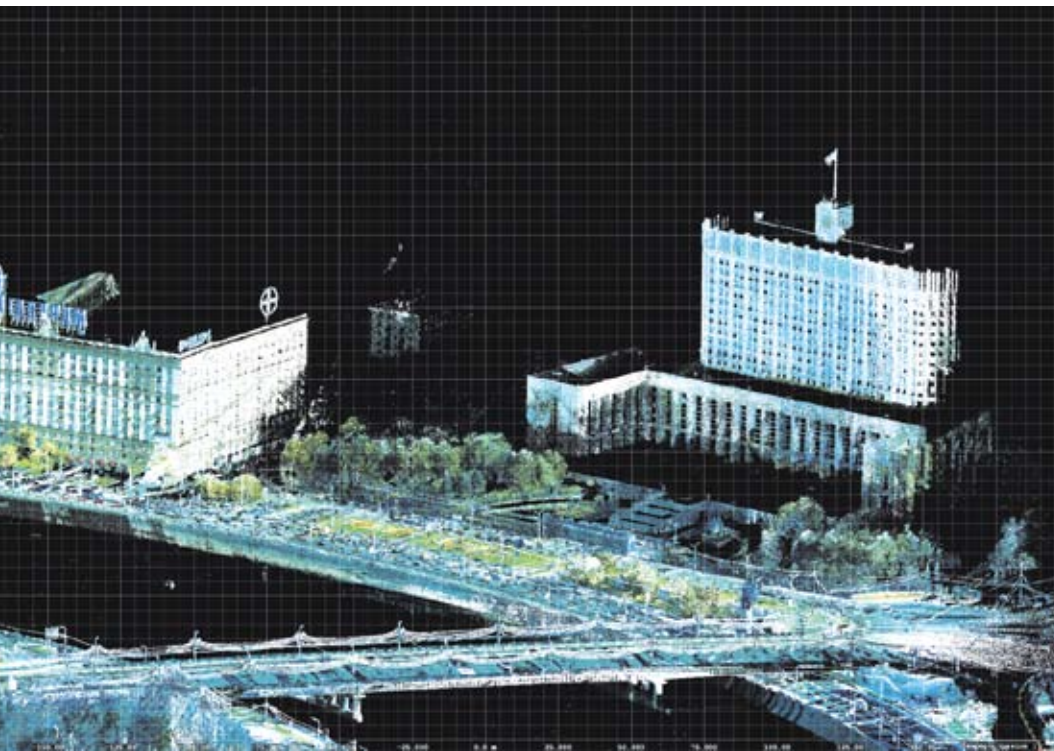
монтаже. Этап определения калибровочных параметров для каждого отдельного проекта отсутствует — это, в свою очередь, повышает точность съемки и сокращает время обработки данных.

Опыт применения в России

Мобильное сканирование с успехом применяется везде, где есть возможность проезда транспортного средства, на котором установлена система: на автомобильных и железных дорогах, любых водных путях сообщения, промышленных объектах, улицах города. При необходимости

система может быть установлена на вездеходную технику — работы выполняются даже на бездорожье. Также МЛС применяется при съемке автомобильных, железнодорожных тоннелей и линий метрополитена.

Мобильное лазерное сканирование может выполняться как самостоятельно, так и в сочетании с другими видами съемки (наземным и воздушным лазерным сканированием, классическими геодезическими методами). ООО «НИПИСтройТЭК» имеет самое современное оборудование дистанционного зондирования применяемый метод съемки и технология выполнения работ определяется



Раскрашенные по фотоснимкам ТЛО (Кутузовский проспект, Москва)

в ходе подготовки к каждому проекту индивидуально.

В III квартале 2011 года специалисты «НИПИСтройТЭК» выполнили полевые изыскания для ЗАО «ИнтехГеоТранс» (ОАО «РЖД») на Октябрьской железной дороге и на брянском, смоленском и рязанском направлениях Московской железной дороги. Работы проводились с помощью системы МЛС Riegl VMX-250, установленной на автотрисе (средняя скорость 60–70 км/ч). Общая протяженность трассы съемок — 1400 км, полевые работы заняли по времени всего 11 дней.

Базовые GNSS-станции, представляющие в совокупности единую сеть координат, размещались через каждые 20 км на заранее заложенных опорных пунктах. После съемки был произведен контроль данных с использованием реперных объектов, расположенных в характерных точках вдоль железнодорожного полотна. В итоге СКО планового и высотного положения составляет приблизительно 5 см, внутренняя же точность данных (без привязки к пунктам геодезической сети) — 1 см.

При выполнении обработки данных особое внимание уделяется автоматизации процессов. В частности, был использован программный про-

дукт SiRailScan разработки немецкой компании TechNet, позволяющий в автоматическом режиме по облаку точек лазерных отражений (ТЛО) проверять габариты железнодорожных путей и формировать подробные отчеты о выявленных нарушениях. По результатам измерений была создана трехмерная модель, охватывающая всю территорию исследований.

Вообще же МЛС дает возможность получать:

- паспорта геометрического состояния инженерных объектов;
- ведомости деформаций дорожного покрытия (колейность, выбоины, трещины) и железнодорожного полотна;
- продольные и поперечные профили линейных сооружений;
- цифровые модели местности.

Также по данным МЛС выполняются:

- планирование и расчет траектории движения транспорта;
- создание комплексной системы пространственных данных инфраструктуры;
- инвентаризация объектов инфраструктуры;
- определение параметров объектов инфраструктуры и сопоставление их с нормативными показателями,

вычисление критически опасных значений (определение провиса проводов контактной сети, деформации объектов инфраструктуры и обвалов земельного полотна).

Таким образом, на основании данных МЛС можно провести доскональный анализ исследуемых участков дороги и выявить участки, требующие ремонта или реконструкции.

Изыскательские работы могут выполняться в комплексе — данные воздушно-лазерного, мобильного, наземного сканирования совмещаются, и мы получаем массив показателей без так называемых мертвых зон. Плотность полученных измерений на Московской железной дороге составила до 2 тыс. точек лазерных отражений на 1 м².

На международной арене

С 28 февраля по 1 марта 2012 года в Орландо, штат Флорида, США, прошла первая Международная конференция пользователей воздушных и мобильных сканеров Riegl LiDAR 2012. Она была посвящена мировому опыту применения сканеров этого производителя, а также новым разработкам и научным исследованиям с применением лазерных технологий. Живой отклик у присутствующих вызвал доклад ООО «НИПИСтройТЭК», подготовленный совместно с компанией «Арк-он», об опыте получения пространственных данных инфраструктуры автомобильных, железных дорог и трехмерного моделирования городов. Эта работа была отмечена как важный инновационный опыт в развитии геопространственных технологий.

Итак, технология лазерного сканирования, используемая для создания трехмерных моделей объектов, топографических планов сложных загруженных территорий, значительно повышает производительность труда и уменьшает затраты времени. Разработка и внедрение новых технологий производства геодезических работ всегда велись с целью сокращения сроков полевых работ. Можно с уверенностью сказать, что этому принципу полностью отвечает лазерное сканирование.

Наталья Ковач,
начальник управления
геоинформационных технологий
ООО «НИПИСтройТЭК»