

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

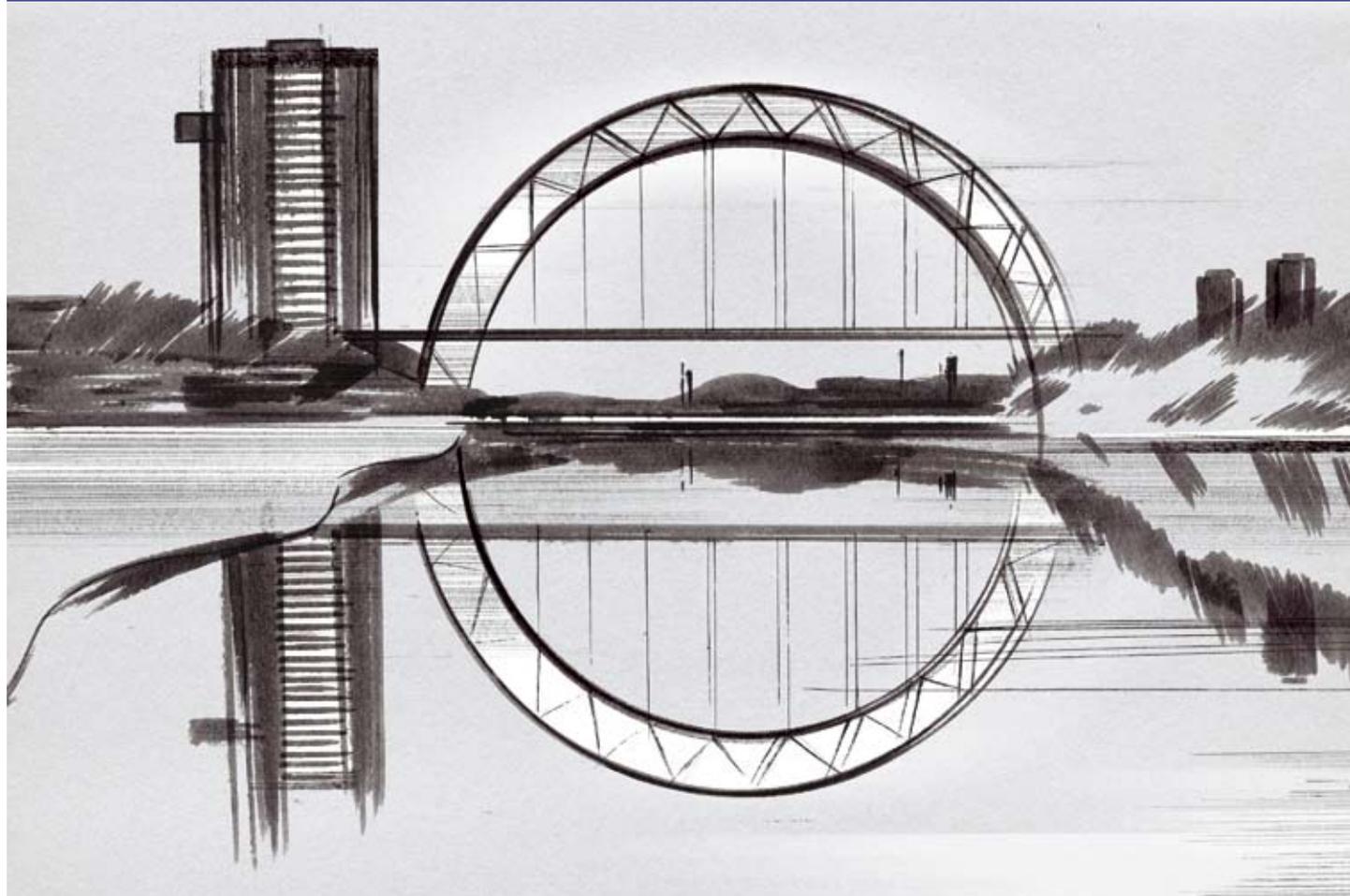
# ДОРОГИ

№26

февраль / 2013

[www.techinform-press.ru](http://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](http://www.stroysist.ru) [stroysist@basf.com](mailto: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.**

**О**дним 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**

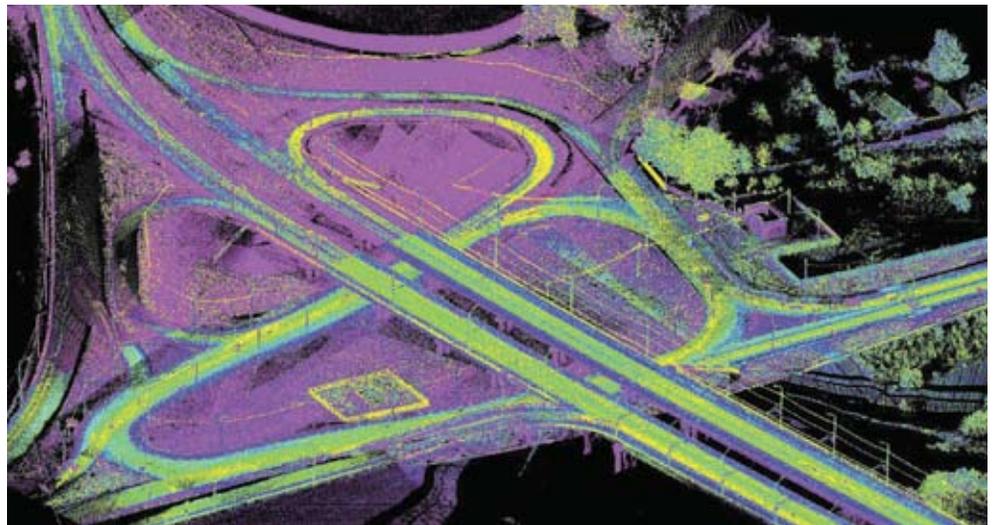


**VMX-250, установленная на автомобиле**

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**

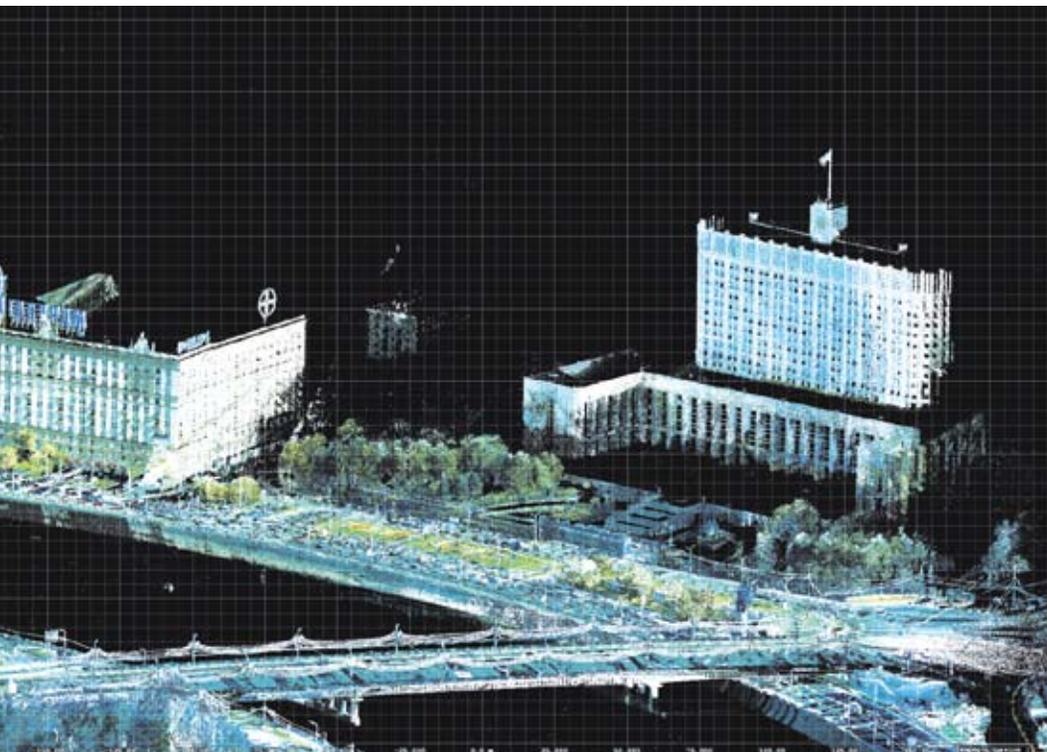
монтаже. Этап определения калибровочных параметров для каждого отдельного проекта отсутствует — это, в свою очередь, повышает точность съемки и сокращает время обработки данных.

### 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 м<sup>2</sup>.

## 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»