

УДК 528.4.42

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Н. Канашин

Петербургский государственный университет путей сообщения

К. Виноградов, Д. Степанов

ООО “НПП “Бента”

Ключевые слова: топографическая съемка, наземное лазерное сканирование.

Введение

Опыт применения наземного лазерного сканирования для съемок различных объектов достаточно полно изложен в литературе [см., например, работы 1–3]. Однако сейчас появились более совершенные модели как сканеров, так и программного обеспечения, которые позволяют коренным образом изменить методику полевых работ и существенно ускорить обработку результатов сканерной съемки.

Цель статьи – ознакомить читателя с опытом применения сканера *Riegl VZ – 400* для съемок линейных сооружений Санкт-Петербурга и технологическими решениями, принятыми для их выполнения.

Съемка масштаба 1:500 строящегося участка западного скоростного диаметра

Для отработки технологии работы со сканером *Riegl VZ – 400* выполнили съемку строящегося участка западного скоростного диаметра протяженностью около 1,2 км.

В качестве каркаса съемочной основы использовали пункты разбивочной сети, созданной для строительства диаметра. Сканерную съемку выполнили, проложив вдоль участка работ четыре последовательных сканерных хода, методика создания которых описана, например, в работе [4]. Для предрасчета их точности использовали рекомендации, приведенные в [5]. Для удобства работы сканерные марки закрепили в подставках, которые при работе устанавливали на штативе или пунктах каркаса съемочной сети (рис. 4).

Если невозможно было установить подставку с маркой на пунктах каркаса съемочной сети, координаты марок геодезическими измерениями определяли, используя предложения, изложенные в работе [6]. Полевые работы три человека выполняли три рабочих дня, получив 16 сканов. На каждой сканерной станции вели абрис и выполняли панорамную фотосъемку.

Уравнивание сканерных ходов выполнили в программном комплексе *Geonet*, в основу работы которого положены алгоритмы, описанные в [7]. Средние квадратические погрешности координат пунктов сканерных ходов по результатам уравнивания не превысили 7 мм. Используя полученные координаты, в стандартном программном обеспечении *Riscan Pro* осуществили регистрацию сканов.

План постройки с учетом всех исправлений за три дня с применением программных модулей *CloudWorx* и *XTools*, с помощью которых облака точек загрузили в пакет *Autocad*, где выполнили их векторизацию и получили отметки строящихся опор и пролетных строений (рис. 1).

Для контроля отметки отдельных точек определили электронным тахеометром. Расхождения не превысили 3 см. Фрагмент построенного плана представлен на рис. 6.

Съемка масштаба 1:500 реконструированного участка Киевского шоссе

С помощью лазерного сканирования также выполнено исполнительную съемку реконструированного участка Киевского шоссе протяженностью порядка 4,5 км. Выполняли сканирование трое человек, получили 32 скана, время полевых работ составило 5 рабочих дней.

Съемочную сеть создали, закрепив ряд расположенных вдоль шоссе через 1,5–2 км пар пунктов. Плановые координаты пунктов получили с помощью спутниковых определений, отметки пунктов вычислили, проложив ход геометрического нивелирования IV класса.

Выбрана методика полевых работ, которая сокращает трудоемкость съемки. Учитывая, что сканер имеет встроенные датчики наклона оси вращения и возможность установки спутниковой геодезической аппаратуры, для съемки использован комплект спутниковых двухчастотных приемников из трех штук. Один приемник устанавливали на пункте съемочной сети, второй – на сканере, а сам прибор для увеличения обзора располагали на автомобиле (рис. 2).

Третий приемник использовали для определения координат сканерной марки, с помощью которой в стандартном программном обеспечении ориентировали горизонтальный круг сканера (рис. 3).

Записывали информацию в приемники в ходе сканирования, после чего автомобиль без снятия сканера переезжал на новую станцию. На каждой станции вели абрис и выполняли панорамную фотосъемку.

Регистрацию полученных сканов выполнили в стандартном программном обеспечении *Riscan Pro*. Перед ориентированием горизонтального круга ось вращения сканера приводили в отвесное положение, вводя поправки за ее наклон, измеренный с помощью датчиков.

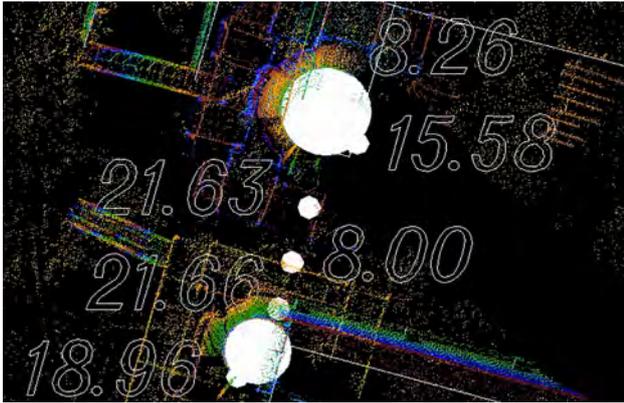


Рис. 1. Применение программного модуля XTools для построения плана

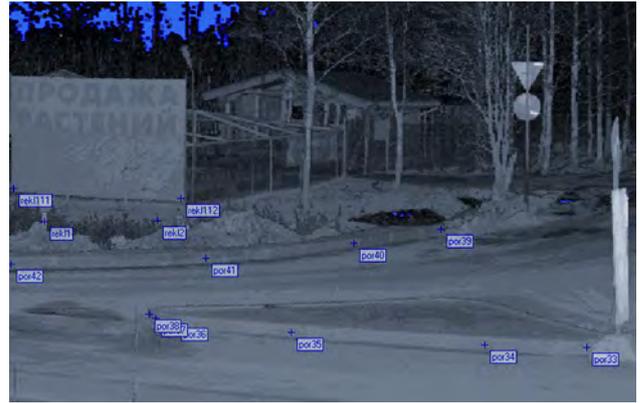


Рис. 5. Отбор съемочных пикетов в программном обеспечении Riscan Pro



Рис. 2. Установка сканера на автомобиле

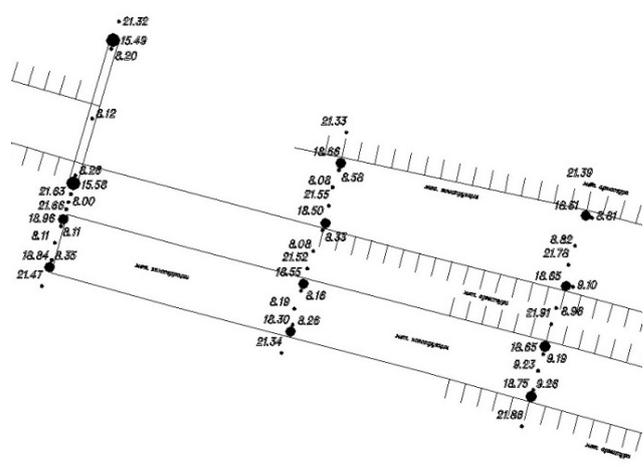


Рис. 6. Фрагмент топографического плана строящегося участка западного скоростного диаметра

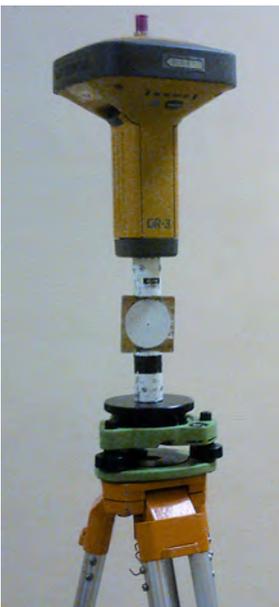


Рис. 3. Объединение марки и спутникового приемника в единую конструкцию



Рис. 4. Закрепление сканерной марки на подставке, установленной на штативе

Построение контуров топографического плана выполнили двумя путями. Первый путь заключался в применении программных модулей *CloudWorx* и *XTools*. Второй путь – отбор съемочных пикетов по скану и их экспорт в *Autocad*, где выполнили их соединение векторными линиями в обычном порядке (рис. 5).

Для получения отметок местности и сооружений с помощью программного модуля *TerraSolid* в пакете *Microstation* выполнили фильтрацию точек облаков, разделив их на классы.

В ходе построения плана возникла необходимость съемки отдельных участков, не попавших в поле зрения сканера или недостаточно четко отобразившихся в облаке точек. Их съемку выполнили электронным тахеометром, используя пункты съемочной сети. План с учетом необходимых добавлений и исправлений построен в течение двух недель.

Контроль точности построения плана выполнили, сравнивая геометрические характеристики отдельных объектов, измеренных на плане и рулеткой на местности в ходе выполнения полевых работ. Расхождения не превысили 2 см. Фрагмент полученного топографического плана представлен на рис. 7.

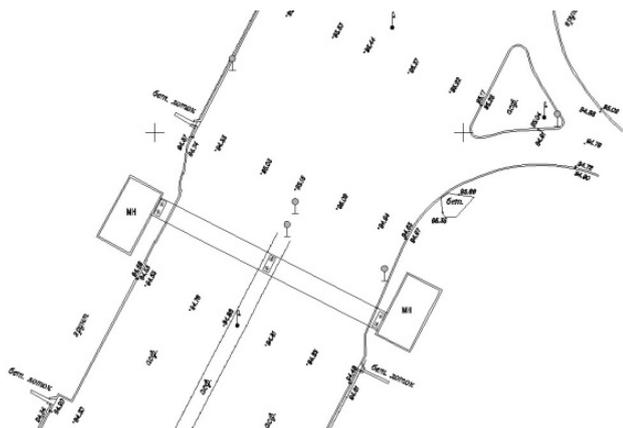


Рис. 7. Фрагмент топографічного плану участка Київського шосе

Заключення

Приведенные методы выполнения полевых и камеральных работ можно применять при съемках не только линейных объектов. При использовании новых приборов и программных продуктов в дальнейшем могут быть усовершенствованы.

Література

1. Канашин Н. Съемка железнодорожных станций методом лазерного сканирования / Н. Канашин // Путь и путевое хозяйство. – 2008. – № 7. – С.15–16.
2. Середович А. Методика топографической съемки застроенных территорий с применением наземного лазерного сканирования / А. Середович // Известия вузов. Горный журнал. – 2006. – № 6. – С. 3–8.
3. Комбинированный способ создания инженерно-топографических планов масштаба 1:500 промышленных территорий и отдельных промплощадок / Г. Уставич, В. Середович, А. Середович [и др.] // Геодезия и картография. – 2009. – № 1. – С. 31.–37.
4. Комиссаров Д. Разработка и исследование методики прокладки сканерных ходов / Д. Комиссаров, А. Комиссаров // Геодезия и картография. – 2008. – № 4. – С. 14–16.
5. Коугия В. Исследование точности объединения облаков точек, полученных по данным наземного лазерного сканирования / В. Коугия, Н. Канашин // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2007. – Вып. 1 (13). С. 87–92.
6. Толстов Е. Оперативный контроль исходной разбивочной сети (на примере строительства второй сцены Мариинского театра) / Е. Толстов, Д. Крашеницин // Современные проблемы инженерной геодезии: труды международной научно-практической конференции. – СПб: ПГУПС, 2009. – С. 190–194.
7. Коугия В. Исследование способов уравнивания сканерных сетей / В. Коугия, Н. Канашин // Современные проблемы инженерной геодезии: труды международной научно-практической конференции. – СПб: ПГУПС, 2009. – С. 144–150.

Досвід застосування наземного лазерного сканування для топографічних знімків лінійних споруд

Н. Канашин, К. Виноградов, Д. Степанов

Застосування наземних сканерів для знімків різних об'єктів достатньо детально викладено. Однак сьогодні з'явилися досконаліші сканери та програмне забезпечення, які дають змогу істотно змінити сканерне знімання. Наведено досвід використання сканера Riegl VZ – 400 для знімання лінійних споруд Санкт-Петербурга.

Опыт применения наземного лазерного сканирования для топографических съемок линейных сооружений

Н. Канашин, К. Виноградов, Д. Степанов

Применение наземных сканеров для съемок различных объектов достаточно подробно изложено. Однако сегодня появились более совершенные сканеры и программное обеспечение, которые позволяют существенно изменить сканерную съемку. Изложен опыт использования сканера Riegl VZ – 400 для съемок линейных сооружений Санкт-Петербурга.

Experience of terrestrial laser scanner using for linear objects surveying

N. Kanashin, K. Vinogradov, D. Stepanov

Using of terrestrial scanner for different objects surveying is adequately presented. However, more sophisticated scanners and software versions presently have appeared. This can significantly change the way of scanner surveying. Experience of scanner Riegl VZ – 400 using for St. Petersburg linear structures surveying is presented in this article.

II З'ЇЗД УКРАЇНСЬКОГО ТОВАРИСТВА ГЕОДЕЗІЇ І КАРТОГРАФІЇ

31 жовтня – 1 листопада 2011 р.

м. Київ

www.utgk.com.ua

тел.: +380503706402