

УДК 528.42

М.Н. Токарев

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков

ОСОБЕННОСТИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК СОВРЕМЕННЫМИ ТАХЕОМЕТРАМИ

Рассмотрены вопросы производства топографических съемок при помощи роботизированного тахеометра.

Ключевые слова: тахеометр, обоснование, привязка снимков, дистанционное управление тахеометром.

Введение

Тахеометр – это прибор, в первую очередь предназначенный для топографических съемок, он практически для них и разрабатывался [1]. Однако, после его внедрения оказалось, что данный прибор является универсальным геодезическим прибором для всех наземных геодезических работ. Тахеометр позволил отстранить оператора от нудной и трудоемкой работы снятия и записи отсчетов с прибора. И это сразу же сказалось на производительности труда.

Цель работы – разработать эффективный способ производства топографических съемок при помощи роботизированного тахеометра.

Основной материал

При использовании оптических теодолитов средняя производительность геодезистов в смену составляла порядка 300 пикетов, электронные тахеометры обеспечивают производительность в пределах 3000 пикетов при минимальной эмоциональной нагрузке исполнителей. Использование электронного теодолита и светодальномера в тахеометре повысило нижний уровень точности данных работ [2].

Если при использовании оптических теодолитов и нитяного дальномера погрешность положения точки на расстоянии 50 м от прибора составляет:

$$m = \sqrt{m_D^2 + \left(\frac{m_\beta S}{\rho}\right)^2}, \quad (1)$$

где m_D – погрешность линейных измерений;

m_β – погрешность угловых измерений;

ρ – число угловых единиц в одном радиане.

Для оптических теодолитов имеем:

при $m_D = (1/300 \times 50000 \text{ мм}) = 167 \text{ мм}$; $m_\beta = 1'$ получим $m = 167 \text{ мм}$.

Для тахеометров –

$m_D = (1/10000 \times 50000 \text{ мм}) = 5 \text{ мм}$; $m_\beta = 10''$ получим $m = 5.6 \text{ мм}$.

Таким образом, тахеометр оказывается в 30 раз точнее, чем оптический теодолит. Если принять критерий точности съемки равный 15 см, то для тахеометра значение предельного расстояния до твердых контуров можно получить, решив выражение (1) относительно расстояния S .

При $m = 5.6 \text{ мм}$, $m_D = (1/10000 \times 50000 \text{ мм}) = 5 \text{ мм}$; $m_\beta = 10''$ получим $S \approx 200 \text{ м}$.

Следующий момент, определяющий точность съемки. При использовании старых технологий составление плана осуществляется графическим способом, углы откладываются тахеографом ($m_\beta = 0.3^\circ$), расстояния – масштабной линейкой ($m_D = 0.3 \text{ мм}$). Подставив эти данные в формулу (1) получим $m = 0.5 \text{ мм}$. С учетом погрешностей съемки, погрешностей графических построений, погрешностей обоснования и деформации бумаги можно с уверенностью констатировать, что погрешность положения точки при тахеометрической съемке старыми методами составляет порядка 1 мм, что с учетом масштаба плана, например, 1/500 будет равна 0.5 м. При использовании электронных тахеометров погрешность положения точки по материалам съемки составляет $m = 5.6 \text{ мм}$, такую же погрешность дадим и для обоснования. Погрешность графических построений отсутствует, так как тахеометр выдает информацию в цифровом виде, а графические материалы составляются только по координатам в векторном виде.

Сделаем промежуточный вывод. Применение тахеометров при выполнении топографических съемок является одним из этапов технологической революции в геодезии. Производительность повышается в 10 раз, точность съемки повышается в 50 раз, эмоциональная нагрузка геодезистов приблизительно уменьшается в три раза. Ориентировочно представим, что процесс съемки состоит из комплекса следующих компонентов: составление абриса и выбор мест установки съемочных точек, снятие отсчетов с приборов, запись отсчетов на носитель и все это составляет 100%. По старой технологии полно-

стью используются все три процесса, то есть 100%. Если съемка выполняется тахеометром, снятие отсчетов, запись и передача информации осуществляется автоматически, следовательно, остается только один процесс составление абриса и выбор мест установки съемочных точек – 30%. Следовательно, наше утверждение, что эмоциональная нагрузка геодезиста уменьшена в 3 раза, имеет место.

Рассмотрим современную методику съемки роботизированным тахеометром.

Закрепляются точки обоснования и тахеометр устанавливается над первой точкой, рис. 1. Последовательно наводится тахеометр на точки 4 и 2 осуществляется их захват. Вводятся параметры измерения и включается автоматический режим. Тахеометр автоматически измеряет горизонтальный угол 1, вертикальные углы на точки 4 и 2 и расстояния S_{1-2} , S_{1-4} .

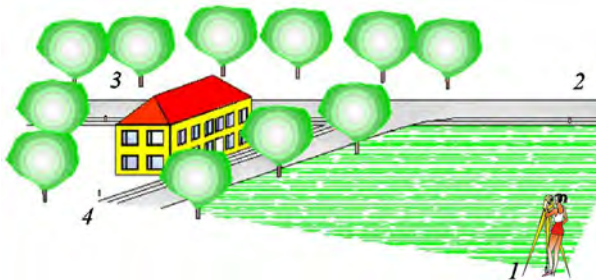


Рис. 1. Создание обоснования

Одновременно тахеометром делается снимок участка тахеометрической станции и на нем намечаются опорные точки, 01, 02, 03 для координатной привязки снимка, рис. 2.



Рис. 2. Привязка снимков

Координирование опорных точек осуществляется совместно с измерениями теодолитного хода. По полученным координатам осуществляется трансформация снимка, то есть выполняется его координатная привязка.

Теперь нажав стилусом на какую-либо точку снимка, автоматически в эту точку местности тахеометр развернет свою трубу.

На снимке намечаются съемочные пикеты, рис. 3, и выбирается система обозначения.

Например:

DN – дом N – угол;

BN – бордюр N – точка;

RN – рельеф N – точка;

DerN – дерево N – дерево.

Роботизированные тахеометры позволяют работать даже без речника. Геодезист переключает управление тахеометром на планшетный компьютер, выводит трансформированное и закоординированное изображение участка съемки на дисплей компьютера, включает режим автопоиска.

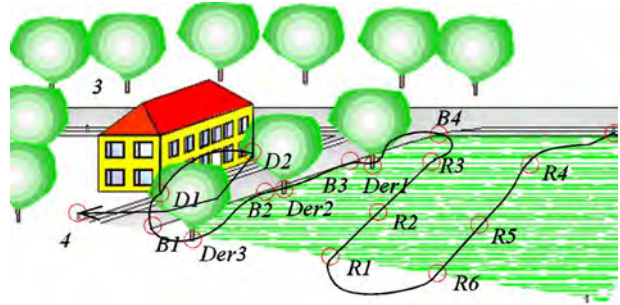


Рис. 3. Расстановка пикетов

Дистанционно управляя тахеометром, он непосредственно на планшете вычерчивает план, рис. 4. В этом случае тахеометрическая съемка приобретает положительные свойства мензульной съемки, а именно, становится возможным составление плана непосредственно в поле.

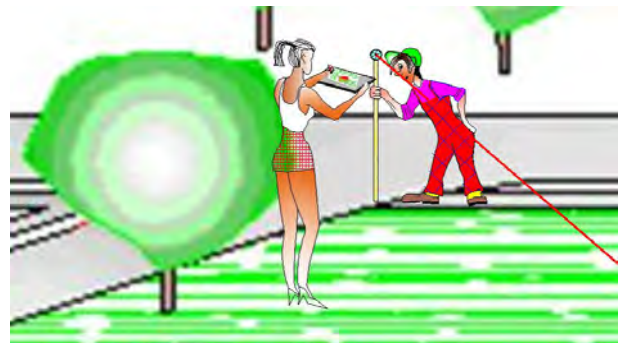


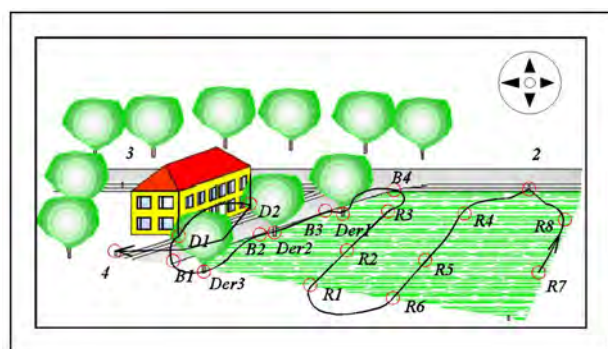
Рис. 4. Дистанционное управление тахеометром

Экран планшета формируется в зависимости от выполняемых задач.

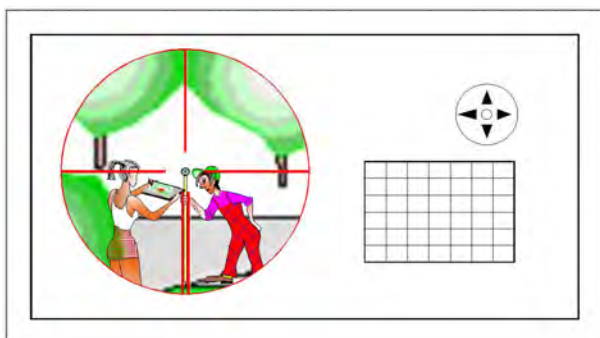
Например, при выполнении топографических съемок наиболее распространены экраны с координатной привязкой снимка участка съемки, рис. 5, а, поле зрения трубы, рис. 5, б и рабочей зоны программы составления плана, рис. 5, в.

Речник обходит все пикетные точки, в режиме автонаведения тахеометр отслеживает перемещение рейки и по команде геодезиста производит фиксацию точки. При этом геодезист может непосредственно показывать речнику пикетные точки. Используя программное обеспечение для составления плана, рис. 5, б, геодезист имеет возможность непосредственно в поле вычерчивать план, рис. 5, б.

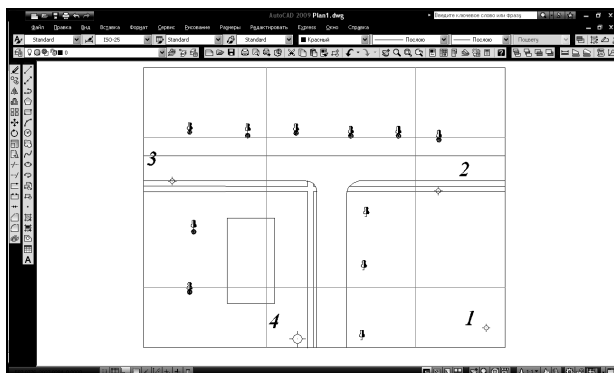
Выходным документом является специализированный файл в специальном формате, свойственном модели тахеометра. Большинство современных тахеометров кроме специального формата имеют открытый текстовый формат, табл. 1.



а



б



в

Рис. 5. Виды рабочих экранов для топографической съемки

Таблица 1

Текстовый формат
выходной информации тахеометра

№ пикета	X	Y	Z	Код условного знака	Примечания
E\$MN	X _{ESN}	Y _{ESN}	Z _{ESN}	M _{усл зн}	\$\$

Здесь E\$ – условное наименование объекта ситуации, например – дом, бордюр;

M – условный номер объекта ситуации, например – дом2;

N – номер пикета на объекте ситуации;

X_{ESN}, Y_{ESN}, Z_{ESN} – координаты заданной пикетной точки;

M_{усл зн} – код условного знака по справочнику;

\$\$ – дополнительный комментарий.

Такой формат выходной полевой информации позволяет максимально автоматизировать процесс составления топографических материалов. Алгоритм обработки в этом случае будет следующий. Съемка выполняется в произвольном порядке с соблюдением правил формирования выходного файла. После завершения съемки и преобразования текстового файла в табличную форму он сортируется по объектам и номерам пикетов, формируется пакетный файл и программа полигиниями прорисовывает линейные, площадные объекты и наносит по условным знакам точечные объекты.

Таким образом, полностью автоматизируется весь процесс съемки. Исполнителю остается только выбрать места установки пикетных точек.

Выводы

Геодезист получает возможность управлять тахеометром через планшетный компьютер, что полностью автоматизирует весь процесс съемки.

Список литературы

1. Роботизированный электронный тахеометр Topcon IS-201 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://gskgeo.ru/catalog/elektronnye_tacheometry/robotizirovannyy_elektronnyy_tacheometr_topcon_is_201/.

2. Отчет о научно-исследовательской работе «Анализ современных геодезических технологий в строительстве относительно действующих нормативных геодезических документов. Исследование современных геодезических технологий». – Х.: ХНУСА, 2015.

Поступила в редколлегию 19.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Г. Вандоловский, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков.

ОСОБЛИВОСТІ ТОПОГРАФІЧНИХ ЗЙОМОК СУЧАСНИМИ ТАХЕОМЕТРАМИ

М.М. Токарев

Розглянуті питання виробництва топографічних зйомок за допомогою роботизованого тахеометра.

Ключові слова: тахеометр, обґрунтування, прив'язка знімків, дистанційне керування тахеометром.

TOPOGRAPHICAL SURVEYS FEATURES BY MODERN TACHYMETERS

M.N. Tokarev

The questions of production of topographical surveys are considered through robotized tachymeter.

Keywords: tachymeter, ground, attachment of pictures, remote control of tachymeter.