

## Лекция №14

### Тахеометрическая съемка

*Сущность тахеометрической съемки. Принцип тригонометрического нивелирования. Тахеометры. Производство тахеометрической съемки. Абрис съемки. Обработка результатов полевых измерений. Составление плана участка. Оформление плана.*

Тахеометрическая съемка представляет собой топографическую, т.е. контурно-высотную съемку, в результате которой получают план местности с изображением ситуации и рельефа. Тахеометрическая съемка выполняется самостоятельно для создания планов небольших участков местности в крупных масштабах (1:500-1:5000) либо в сочетании с другими видами работ, когда выполнение стереотопографической или мензульной съемок экономически нецелесообразно или технически затруднительно. Ее применение особенно выгодно для съемки узких полос местности при изысканиях трасс железных и автомобильных дорог, линий электропередач, трубопроводов и других протяженных объектов.

Слово «тахеометрия» в переводе с греческого означает «быстрое измерение». Быстрота измерений при тахеометрической съемке достигается тем, что положение снимаемой точки местности в плане и по высоте определяется при одном наведении трубы прибора на рейку, установленную в этой точке.

Тахеометрическая съемка выполняется с помощью технических теодолитов или специальных приборов – тахеометров.

При использовании технических теодолитов сущность тахеометрической съемки сводится к определению пространственных полярных координат ( $\beta, \nu, D$ ) точек местности и последующему нанесению этих точек на план. При этом горизонтальный угол  $\beta$  между начальным направлением и направлением на снимаемую точку измеряется с помощью горизонтального круга, вертикальный угол  $\nu$  – вертикального круга теодолита, а расстояние до точки  $D$  – дальномером. Таким образом, плановое положение снимаемых точек определяется полярным способом (координатами  $\beta, d$ ), а превышения точек – методом тригонометрического нивелирования, осуществляемого с помощью наклонного луча визирования.

Преимущества тахеометрической съемки по сравнению с другими видами топографических съемок заключается в том, что она может выполняться при неблагоприятных погодных условиях; кроме того, камеральные работы могут выполняться другим исполнителем вслед за производством полевых измерений, что позволяет сократить сроки составления плана снимаемой местности.

Основным недостатком тахеометрической съемки является то, что составление плана местности выполняется в камеральных условиях на основании только результатов полевых измерений и зарисовок; при этом нельзя своевременно выявить допущенные промахи путем сличения плана с местностью.

Тахеометрическая съемка на предприятиях выполняется для получения детальных планов поверхности шахты или карьера, при изыскании трасс дорожных сооружений, геологическом картировании и т.п., а также при определении объемов полезного ископаемого на складах и отвалов неправильной формы.

Полевые работы при тахеометрической съемке включают в себя рекогносцировку местности, создание сети съемочного обоснования и съемку ситуации и рельефа.

Рекогносцировка местности. Создание сети съемочного обоснования. Рекогносцировка включает в себя знакомство с местностью в районе будущей съемки, отыскание пунктов планово-высотного обоснования и выбор места для закрепления точек съемочной сети. Эти точки следует располагать по возможности на возвышенных местах с хорошим обзором местности с учетом обеспечения взаимной видимости между смежными точками.

Густота точек съемочной сети зависит от масштаба съемки, сложности рельефа, застроенности или залесенности снимаемой территории. Количество точек съемочных сетей на 1 км<sup>2</sup> незастроенных территорий для планов масштаба 1:1000 должно быть не менее 16, 1:2000 – 12, 1:5000: -4; на незастроенных территориях при съемке в масштабе 1:500 и на застроенных территориях плотность точек съемочных сетей определяется рекогносцировкой.

Планово-высотную основу тахеометрической съемки составляют пункты государственной геодезической опорной сети, сетей сгущения и съемочной сети. Съемочная геодезическая сеть создается в виде теодолитно-нивелирных ходов при съемке рельефа с сечением до 1 м, теодолитно-высотных и тахеометрических ходов – при съемке рельефа с сечением через 2 м и более.

Камеральные работы при тахеометрической съемке включают в себя: 1) проверку полевых журналов измерений; 2) вычисление плановых и высотных координат ( $x$ ,  $y$ ,  $H$ ) точек тахеометрических ходов; 3) вычисление отметок реечных точек на каждой станции; 4) составление топографического плана местности.

Нанесение на план реечных точек производится полярным способом с помощью кругового транспортира и масштабной линейки или тахеографа.

*Применение электронных методов для автоматизации геодезических работ.* С середины XX века в геодезии широкое применение находят электронные средства и методы. Измерительная техника современной геодезии для решения задач прикладного характера основана на электронных методах угловых и линейных измерений и широком использовании компьютерных технологий при обработке измерительной информации.

Важнейшими средствами геодезических измерений в настоящее время являются электронные тахеометры и спутниковые навигационные системы. Автоматизация непосредственно обработки результатов геодезических измерений достигается применением компьютерных программ и систем, которые могут включаться в комплектацию геодезических приборов. Для обработки результатов измерений используются разнообразные программные продукты, такие как: AutoCAD, Mapinfo, КРЕДО и т.д.

Применение электронных тахеометров позволяет решать следующие задачи:

1. Сгущение геодезической сети методом полигонометрических ходов.
2. Создание планово-высотного обоснования.
3. Топографическая крупномасштабная съемка местности.
4. Геодезические работы при инженерно-геодезических изысканиях.
5. Геодезическое обеспечение строительства.
6. Кадастровая съемка и др.

Съемку электронным тахеометром и преобразование измеренных данных можно выполнять тремя методами:

1. Методом непосредственных измерений горизонтальных углов, наклонных расстояний при создании планово-высотного обоснования в тахеометрическом ходе и съемкой пикетных точек способом полярных координат с записью результатов измерений в рабочий файл карты памяти.

2. Методом прямоугольных координат, когда непосредственные измерения превычисляются встроенной программой электронного тахеометра в плоские прямоугольные координаты и высоты, а затем записываются в рабочий файл карты памяти.

3. Метод свободной станции. Данный метод можно использовать, если программное обеспечение тахеометра позволяет решать линейно-угловую и обратную угловую засечки.

Тахеометры значительно различаются не только своими техническими характеристиками, конструктивными особенностями, но и ориентацией их на определенную сферу применения.

Современные электронные тахеометры объединяют в себе электронный теодолит, светодальномер, микроЭВМ с пакетом прикладных программ и регистратор информации (модуль памяти). Для управления работой прибора служит пульт с клавиатурой ввода данных и управляющих сигналов. Результаты измерений высвечиваются на экране дисплея (цифровом табло) и автоматически заносятся в карту памяти. Передача накопленной информации в компьютер может выполняться непосредственно из карты памяти либо путем подсоединения тахеометра к компьютеру с помощью интерфейсного кабеля.

Тахеометры работают с призменными отражателями (рис. 1а), с модулем спутникового приемника (рис. 1б), в безотражательном режиме, а также в режиме полной автоматизации – роботизированные электронные тахеометры.

а)

б)



Рисунок 1 - Электронные тахеометры: а) TC 407; б) Leica Smart Station

Leica Smart Station может быть получена модернизацией тахеометров серий TPS 1200 и GPS приемником Leica 1200. При использовании SmartStation отпадает необходимость в создании опорного обоснования, прокладке ходов и выполнении обратных засечек. Координаты станции определяются с помощью RTK технологии за несколько секунд с сантиметровой точностью на удалении до 50 км от базовой GPS станции.

Идея лазерного сканирования заключается в получении пространственных координат большого количества точек, подробно описывающих объекты (рельеф местности, здания, сооружения и т.д.).

Эта задача решается с помощью специализированного прибора - лазерного сканера.

По принципу работы лазерный сканер (рис. 2) представляет собой комбинацию электронного теодолита, лазерного дальномера (безотражательного) и сканирующего элемента, последовательно отклоняющего лазерный луч для получения массива точек – «облака» точек.

Для повышения информативности результирующего изображения в сканере используется одноэлементный приемник излучения (сенсор), который фиксирует яркость облака в виде в виде плотности изображения в точке визирования лазерного дальномера. Либо используется цифровая камера высокого разрешения, позволяющая покрыть область сканирования цветными снимками с заранее заданным перекрытием между ними.



б)



Рисунок 2 - Лазерный сканер Leica ScanStation C10: а) общий вид; б) работа со сканером

Наземные лазерные сканеры находят все более широкое применение при топографо-геодезической съемке, инженерно-геодезических изысканиях, в маркшейдерии, архитектуре и т.д.

В настоящее время наибольшая степень автоматизации геометрического нивелирования достигается при использовании цифровых нивелиров.



Рисунок 3 - Цифровой нивелир Leica Sprinter со штрих-кодовой рейкой

Эти приборы являются пассивными. В качестве приемного устройства в них используется ПЗС – матрица (прибор с зарядной связью), устанавливаемая в плоскости изображений, создаваемых зрительной трубой цифрового нивелира. С помощью матрицы распознается кодовая маска на нивелирной рейке, изображение которой получают с помощью объектива в плоскости сетки нитей и в плоскости чувствительной поверхности ПЗС – матрицы. Уникальные возможности цифровых нивелиров обеспечивают возможность увеличить производительность труда на 50% по сравнению с традиционными оптико-механическими приборами.

**Контрольные вопросы:**

1. Как называется графический документ, составленный в поле от руки на глаз, с нанесенными результатами съемки ситуации?
2. Как распределяется угловая невязка при теодолитной съемке?
3. К какому виду съемок относится тахеометрическая съемка?
4. Преимущества и недостатки тахеометрической съемки?
5. Указать области применения электронных тахеометров.
6. Расскажите принцип работы лазерного наземного сканера.
7. В чем отличие цифровых нивелиров от оптико-механических?
8. Что является рабочей мерой при выполнении нивелирования с использованием цифровых нивелиров?