

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра городского кадастра

С.В. АРТАМОНОВА

ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендовано к изданию
Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

УДК 528.4(076.5)
ББК 26. 12я73
А 86

Рецензент
доктор сельскохозяйственных наук, профессор А.Ж. Калиев

А 86 **Артамонова С.В.**
 Тахеометрическая съемка: методические указания /С.В.
Артамонова. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 20 с.

Методические указания содержат краткие сведения о способах выполнения тахеометрической съемки в полевых условиях и камеральную обработку.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки - «Строительство».

ББК 26. 12я73

© Артамонова С.В., 2008
© ГОУ ОГУ, 2008

Содержание

1 Сущность тахеометрической съемки.....	5
2 Измерение внутренних горизонтальных углов планово высотного обоснования.....	5
3 Превышения в теодолитно-нивелирном ходе.....	9
4 Выполнение тахеометрической съемки.....	12
5 Составление плана тахеометрической съемки.....	16
6 Автоматизация тахеометрической съемки.....	18
Список использованных источников.....	20

1 Сущность тахеометрической съемки

Тахеометрическая съемка является самым распространенным видом топографических съемок, применяемых при инженерных изысканиях объектов строительства. При тахеометрической съемке одновременно производится и горизонтальная, и вертикальная съемки. По полевым материалам составляют план местности, на котором изображают не только ситуацию, но и рельеф. Тахеометрия применяется для съемки небольших территорий в крупных масштабах (1:500-1:5000) там, где использование других видов топографической съемки не эффективно.

Плановое и высотное положения точек местности и ситуации определяют с меньшей точностью, чем в горизонтальной и вертикальной съемках, поэтому она применяется для создания небольших незастроенных и малозастроенных участков, а также полос местности вдоль линий будущих дорог, трубопроводов и других коммуникаций, где требования к точности ниже. Сущность любой топографической съемки заключается в определении положения точек местности и ситуации относительно точек обоснования как в плановом, так и в высотном отношениях. В тахеометрической съемке плановое положение точек определяют способом полярных координат, а высотное - тригонометрическим нивелированием, с помощью наклонного луча.

Полевые работы при тахеометрической съемке начинают с рекогносцировки местности, т.е. с ее осмотра, создания планово-высотного обоснования. Закрепляют точки с таким расчетом, чтобы они могли обеспечить необходимую обозреваемость снимаемой местности и были удобны для съемки ситуации, затем обеспечивают ее с возможно меньшего количества точек и дают необходимую точность определения точек ситуации и рельефа местности. Съемка ситуации и рельефа местности может выполняться после работы по проложению планово-высотного обоснования или совместно. Планово-высотным обоснованием тахеометрической съемки служат теодолитно-нивелирные ходы, привязанные к реперам. При проложении теодолитно-нивелирных ходов расстояния между точками измеряют стальной мерной лентой или рулеткой, внутренние горизонтальные углы - теодолитом, а превышения определяют геометрическим нивелированием. Для контроля длины линий обоснования промеряют дважды: в прямом и обратном направлениях. Точность измерения длин линий не должна быть меньше 1:1000, и в этом случае за окончательный результат берут среднее значение измеренного расстояния.

2 Измерение внутренних горизонтальных углов планово-высотного обоснования

Перед измерением внутренних горизонтальных углов планово-высотного обоснования теодолит необходимо привести в рабочее положение, которое включает в себя следующие операции: центрирование инструмента над вершиной угла, приведение плоскости лимба в горизонтальное положение и установка зрительной трубы для наблюдений. Центрирование прибора над

точкой обоснования в зависимости от точности выполняемой работы может быть выполнено при помощи нитяного отвеса или оптического центрира. При центрировании с помощью нитяного отвеса теодолит прикрепляют к головке штатива станovým винтом. При помощи ножек штатива производят предварительное центрирование, наблюдая при этом, чтобы головка штатива была приблизительно горизонтальна, а острие отвеса находилось в непосредственной близости от вершины угла. Центрирование уточняют передвижением инструмента по головке штатива. Для этой цели предварительно открепляют становой винт, и после уточнения центрирования вновь закрепляют.

Центрирование при помощи оптического центра выполняют следующим образом: производят предварительное центрирование нитяным отвесом. Далее отводят нитяной отвес в сторону, открепляют становой винт и, слегка перемещая теодолит по головке штатива, вводят изображение точки в центр окружности сетки оптического центрира, затем снова закрепляют теодолит на головке штатива станovým винтом. Центрирование при этом выполняется точнее, чем при использовании нитяного отвеса.

Приведение плоскости лимба в горизонтальное положение осуществляется тремя подъемными винтами, расположенными на подставке, путем выведения пузырька цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга на середину. Для этого, вращая алидаду, устанавливают пузырек параллельно любым двум подъемным винтам и, вращая эти винты в противоположные стороны, приводят пузырек на середину. Затем поворачивают алидаду на 90 градусов и, вращая третьим подъемным винтом, снова приводят пузырек уровня на середину. Эту операцию выполняют несколькими последовательными приближениями. Для того, чтобы убедиться в горизонтальности плоскости лимба, теодолит возвращают в первоначальное положение и, вращая алидаду, инструмент поворачивают на 180 градусов, и если пузырек цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга остался на середине или отклонился не более чем на одно деление, то прибор исправен и готов для измерения горизонтальных углов обоснования.

Установка зрительной трубы теодолита для наблюдений складывается из установки трубы на предмет, по предмету и по глазу. Для грубой наводки зрительной трубы на предмет служит оптический визир, прикрепленный к трубе. Глядя вверх трубы, совмещают крест визира с точкой наведения (она должна появиться в поле зрения трубы). После попадания в поле зрения трубы точки наведения фиксируют направление, зажимая закрепленные винты алидады и трубы. Наводящими или микрометренными винтами алидады и зрительной трубы совмещают центр сетки нитей с изображением точки наведения. Установка зрительной трубы по предмету выполняется перемещением фокусирующей линзы в трубе при помощи кремальеры до получения отчетливого предмета. Установка зрительной трубы инструмента по глазу осуществляется окулярным или диоптрийным кольцом, вращением которого добиваются отчетливого изображения сетки нитей.

Измерение внутренних горизонтальных углов планово-высотного обоснования производят полным приемом при двух положениях вертикального круга: при круге «право» (КП) и при круге «лево» (КЛ). Из результатов измерений угла в полуприемах берут среднее значение, если расхождения между двумя значениями угла не превышают двойной точности отсчетного устройства, т.е. 1 минута, если измерения проводились теодолитом марки Т30 или 2Т30.

Определяют практическую сумму всех измеренных углов:

$$\sum \beta_{\text{прак}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n$$

Вычисляют теоретическое значение суммы внутренних углов по формуле:

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^\circ(n - 2),$$

где n - количество углов замкнутого планово-высотного обоснования.

Разность между практической суммой измеренных внутренних углов и теоретической суммой называется угловой невязкой и обозначается через f_β :

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{прак}} - \sum \beta_{\text{теор}}$$

Вычисленная таким образом угловая невязка не должна превышать допустимую:

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 2t\sqrt{n}$$

где $t = 30'' = 0,5'$ - точность инструмента, определяемая его маркой.

Если подсчитанная угловая невязка не превышает допустимую, ее распределяют поровну на все измеренные углы путем введения поправок. Поправки вводят с обратным знаком к невязке в значения внутренних горизонтальных углов и, складывая их алгебраически, получают исправленные углы. Сумма всех поправок в углы должна равняться невязке с обратным знаком, а сумма исправленных углов планово-высотного обоснования - теоретической, т.е.

$$\sum \beta_{\text{испр}} = \sum \beta_{\text{теор}}$$

По исходному дирекционному углу и по исправленным углам вычисляют дирекционные углы сторон замкнутого обоснования по формуле

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^\circ - \beta_{испр}$$

где α_{n+1} - дирекционный угол последующей линии;
 α_n - дирекционный угол предыдущей линии;
 $\beta_{испр}$ - правый по ходу, лежащий исправленный угол.

Горизонтальные проложения находят только для тех длин сторон планово-высотного обоснования, углы наклона которых больше $1,5^\circ$ градуса. В этом случае горизонтальные проложения вычисляют по формуле

$$d = D - \Delta D,$$

где d - горизонтальное проложение длины стороны;
 D - измеренная длина стороны;
 ΔD - поправка в измеренную длину за наклон к горизонту.

Приращения координат Δx и Δy находят по значениям вычисленных дирекционных углов и горизонтальных проложениях по формулам:

$$\Delta x = d \cdot \cos \alpha,$$

$$\Delta y = d \cdot \sin \alpha.$$

Находят невязки $f_{\Delta x}$ и $f_{\Delta y}$ в приращениях координат соответственно по осям X и Y.

Для этой цели отдельно складывают положительные, затем отрицательные приращения и находят их алгебраическую сумму. Прежде чем распределять полученные невязки, необходимо убедиться в их допустимости. Для этого сначала вычисляют абсолютную невязку обоснования.

$$f_{абс} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2}$$

После этого определяют относительную невязку по следующей формуле

$$f_{отн} = f_{абс} : P,$$

где P - периметр планово-высотного обоснования.

Если относительная невязка допустима, то в вычисленные приращения координат вводят поправки с обратным знаком к невязке, пропорционально длинам линий. Сумма поправок в приращениях по оси абсцисс и оси ординат должна равняться невязке с обратным знаком. Полученные поправки алгебраически прибавляют к соответствующим приращениям и получают их исправленные величины. Алгебраическая сумма исправленных приращений координат по каждой оси в замкнутом обосновании должна равняться нулю, т.е.

$$\sum \Delta x_{испр} = 0 ,$$

$$\sum \Delta y_{испр} = 0 .$$

Зная исходные координаты, по исправленным приращениям вычисляют координаты всех точек плано-высотного обоснования по формулам:

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x_{испр} ,$$

$$y_{n+1} = y_n + \Delta y_{испр}$$

где x_{n+1} , y_{n+1} – координаты последующей точки;

x_n , y_n – координаты предыдущей точки,

$\Delta x_{испр}$, $\Delta y_{испр}$ - исправленные приращения координат по оси абсцисс и оси ординат, взятые со своими знаками.

3 Превышения в теодолитно-нивелирном ходе

Превышения в теодолитно-нивелирном ходе определяют геометрическим нивелированием способом из середины. Перед началом работы нивелир необходимо привести в рабочее положение, которое включает в себя приведение оси прибора в отвесное положение и установку зрительной трубы для наблюдений. Установка оси инструмента в отвесное положение производится при помощи круглого уровня (предварительная установка нивелира). Нивелир прикрепляют к головке штатива станковым винтом. Действуя ножками штатива, устанавливают его головку приблизительно в горизонтальное положение. Затем при помощи трех подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня на середину, верхнюю часть нивелира поворачивают на 180 градусов, и если пузырек не вышел за пределы большой окружности, то инструмент готов к работе.

Установка зрительной трубы нивелира для наблюдений складывается из установки трубы на предмет, по предмету и по глазу. Установка зрительной трубы на предмет осуществляется мушкой, расположенной на трубе. Глядя вверх трубы, совмещают мушку с нивелирной рейкой (рейка должна появиться в поле зрения трубы). После попадания нивелирной рейки в поле

зрения трубы фиксируют направление, зажимая закрепленный винт зрительной трубы, а чтобы рейка располагалась по центру объектива, вращают наводящий винт трубы. Установку зрительной трубы по предмету производят кремальерой для резкого изображения нивелирной рейки. Установку зрительной трубы по глазу выполняют окулярным кольцом для четкого изображения сетки нитей.

Ставя на две смежные точки теодолитно-нивелирного хода рейки отвесно, а между ними, по возможности на одинаковых расстояниях, - нивелир, снимают отсчеты по черной и красной сторонам, не забывая перед каждым прочтением отсчета элевационным винтом цилиндрический уровень выводить на середину, так как он служит для точной установки визирной оси инструмента в горизонтальное положение. Правильность взятия отсчетов по рейкам контролируют, вычисляя пятку: отсчет по красной стороне минус отсчет по черной стороне. Расхождения в пятках на одной станции не должно отличаться более чем на 5 мм. Также контроль, наблюдений на станции производится по превышениям, вычисляемым дважды по черным и красным отсчетам:

$$h_{\text{черн}} = a_{\text{задн. черн}} - b_{\text{пер. черн}} ,$$

$$h_{\text{красн}} = a_{\text{задн. красн}} - b_{\text{пер. красн}} ,$$

где $a_{\text{задн. черн}}$ - черный отсчет на заднюю рейку;

$b_{\text{пер. черн}}$ - черный отсчет на переднюю рейку;

$a_{\text{задн. красн}}$ - красный отсчет на заднюю рейку;

$b_{\text{пер. красн}}$ - красный отсчет на переднюю рейку.

Разность превышений на одной станции не должна быть больше 5 мм. Превышения имеют знак, поэтому их всегда подсчитывают как задний отсчет минус передний отсчет. Если задний отсчет больше переднего, то превышения будут иметь знак плюс, а если передний отсчет больше заднего, то знак минус. При соблюдении указанных условий из двух вычисленных превышений находят его среднее значение следующим образом:

$$h_{\text{ср}} = (h_{\text{черн}} + h_{\text{красн}}) : 2 .$$

Сумма всех практических превышений теодолитно-нивелирного хода будет:

$$\sum h_{\text{прак}} = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n .$$

Полученную сумму превышений сравним с теоретической для замкнутого хода:

$$\sum h_{\text{теор}} = 0 .$$

Для замкнутого хода теоретическую сумму найдем по следующей формуле:

$$\sum h_{теор} = H_{Rp.k} - H_{Rp.n} ,$$

где $H_{Rp.k}$ - отметка конечного репера;

$H_{Rp.n}$ - отметка начального репера.

Разность между суммой всех практических превышений и теоретической суммой называется высотной невязкой хода и обозначается через f_h :

$$f_h = \sum h_{практ} - \sum h_{теор} .$$

Полученная таким образом невязка не должна превышать допустимую:

$$f_{h_{дон}} = \pm 50 \sqrt{L} ,$$

где L - длина теодолитно-нивелирного хода, км.

Если вычисленная невязка не превышает допустимую, ее распределяют в виде поправок поровну во все превышения с обратным знаком к невязке. Полученные поправки алгебраически прибавляют к соответствующим превышениям, получая их исправленные величины. Сумма всех поправок должна равняться невязке с обратным знаком, а сумма исправленных превышений - теоретической, т.е.

$$\sum h_{испр} = \sum h_{теор} .$$

Зная отметку репера, по исправленным превышениям находим отметки всех точек теодолитно-нивелирного хода по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + h_{испр} ,$$

где H_{n+1} - отметка последующей точки;

H_n - отметка предыдущей точки;

$h_{испр}$ - исправленные превышения, взятые со своими знаками.

4 Выполнение тахеометрической съемки

Для производства тахеометрической съемки требуется минимальное количество инструментов: теодолиты или специальные приборы, которые называются тахеометрами, и нивелирная рейка. Слово тахеометрия в переводе с греческого обозначает быстрое измерение. Быстрота измерения достигается тем, что положение точек местности и ситуации в плане и по высоте определяют при одном наведении зрительной трубы инструмента на рейку, получая расстояние по дальномеру, горизонтальный угол и вертикальный угол или превышение. Тахеометрическая съемка выполняется с заранее подготовленного планово-высотного обоснования, т.е. с закрепленных на местности точек, координаты и отметки которых определены с надлежащей точностью. Съемка может вестись с одной или нескольких точек обоснования, для этого теодолит устанавливают над точкой, центрируют, приводят плоскость лимба в горизонтальное положение и устанавливают зрительную трубу для наблюдений. При каждой постановке инструмента рулеткой или рейкой измеряют высоту прибора от верхнего среза колышка до оси вращения теодолита с точностью до 0,01 м и дважды вычисляют место нуля. Для этого на две смежные точки обоснования устанавливают нивелирные рейки и зрительной трубой визируют средней нитью на отсчет, равный высоте инструмента, снимают отсчеты по вертикальному кругу при КП и при КЛ. Значения места нуля для теодолитов марки Т30 вычисляют по следующей формуле:

$$MO = (КЛ + КП \pm 180^\circ) : 2,$$

а если измерения проводились теодолитами марки 2Т30, по формуле:

$$MO = (КЛ + КП) : 2.$$

Расхождения в вычисленных значениях места нуля не должны превышать двойной точности отсчетного устройства, т.е. 1 минуты.

Постоянство места нуля на каждой станции - гарантия правильности измерения вертикальных углов.

Выбрав исходное направление, которым является линия планово-высотного обоснования, примыкающая к данной вершине, на нее выставляют отсчет по горизонтальному кругу, равный 0 град. 00 мин. Для этого, зажимая закрепительный винт лимба и открепляя закрепительный винт алидады, вращают инструмент до тех пор, пока в отсчетном устройстве нуль лимба и алидады приблизительно совпадут, и зажимают закрепительный винт алидады, а точное совмещение осуществляют наводящим винтом алидады. Далее, зажимая закрепительный винт алидады и открепляя закрепительный винт лимба, зрительную трубу теодолита наводят на выбранное исходное направление. Вокруг станции намечают реечные или пикетные точки, которые берут на всех характерных точках рельефа: на вершинах и подошвах холмов,

дне и бровке котловин и оврагов, водоразделах и тальвегах, перегибах скатов; при съемке ситуации определяют границы угодий, дороги, контуры зданий, колодцы, т.е. их плановое положение и высота которых относительно точек установки инструмента должны быть определены в процессе съемки.

Выбор пикетных точек составляет наиболее ответственный момент тахеометрической съемки, при этом необходимо использовать минимальное количество точек, но так, чтобы с их помощью полностью отобразить ситуацию и рельеф на данном участке. Число пикетных точек, снимаемых с каждой точки планово-высотного обоснования, зависит от рельефа местности, особенностей ситуации, видимости и масштаба съемки. Чем рельеф сложнее, тем пикетных точек требуется брать больше, и, наоборот, при слабо выраженном рельефе их нужно брать меньше.

Для определения положения каждой точки необходимо иметь: направление на эту точку, расстояние от точки стояния инструмента до пикетной точки и угол наклона визирного луча к горизонту. Направление получают отсчетом по горизонтальному кругу, расстояние по дальномеру и угол наклона - по вертикальному кругу теодолита. Отсчеты снимают при одном положении вертикального круга, а именно, при КЛ, если съемка выполнялась теодолитами марки Т30 или 2Т30. Так как в этом случае получают истинный знак угла наклона, от которого зависит знак табличного превышения в тахеометрической съемке, то формула для вычисления углов наклона будет следующая:

$$v = \text{КЛ-МО.}$$

Нитяной дальномер представляет собой приспособление, служащее для определения расстояния без непосредственного измерения. В поле зрения трубы теодолита имеются две добавочные горизонтальные нити, расположенные симметрично относительно средней. Расстояние между этими нитями всегда постоянно. Они нанесены таким образом, чтобы коэффициент дальномера был равен 100. При определении расстояния нитяным дальномером пользуются нивелирными рейками, на которых нанесены сантиметровые деления. В этом случае каждому сантиметровому делению, отсчитанному по рейке между крайними дальномерными нитями, будет соответствовать расстояние, равное 1 м ($K = 100$). Тогда измеренное наклонное расстояние от инструмента до точек местности и ситуации в метрах получают как разность отсчетов по дальномерным нитям, умноженное на коэффициент дальномера. В том случае, когда по одной из дальномерных нитей отсчет сделать нельзя, его осуществляют по одной из крайних нитей и по средней, а результат удваивают. Точность измерения расстояний нитяным дальномером относительно невелика и составляет порядка 1:300 измеренного расстояния, которая является достаточной для данного вида топографической съемки.

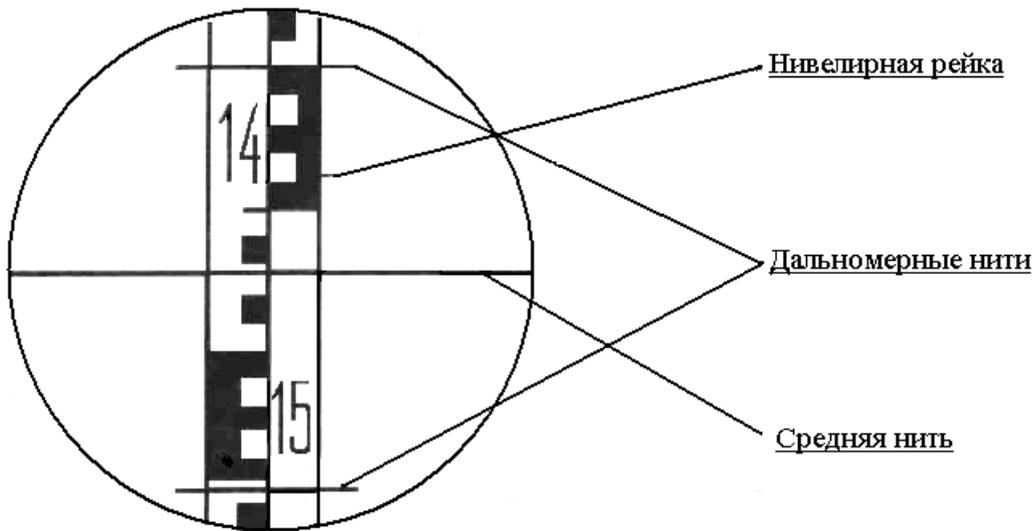


Рисунок 1

Такая невысокая точность обусловлена невысокой точностью отсчета по рейке отрезка n и толщиной дальномерных нитей.

Поочередно устанавливая нивелирную рейку на пикетные точки, для этого зажимая закрепительный винт лимба, и открепляя закрепительный винт алидады, зрительную трубу теодолита наводят на рейку. Если по каким-то причинам невозможно навести на отсчет, равный высоте инструмента (этот отсчет закрыт каким-либо предметом), то в этом случае средней нитью прибора визируют на верх рейки или любой другой отсчет, точное совмещение производят наводящим винтом зрительной трубы, но превышение вычисляют по полной формуле

$$h_{пол} = (K \cdot n \cdot \sin 2v) : 2 + i - l,$$

где K – коэффициент дальномера;

n – отсчет по нивелирной рейке;

v – угол наклона;

i – высота инструмента;

l – высота визирования;

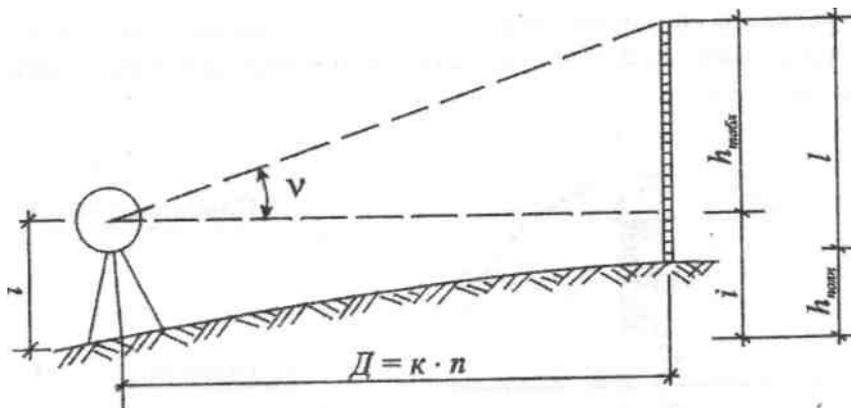


Рисунок 2

$h_{табл}$ - табличное превышение в тахеометрической съемке.

Из данного рисунка следует, что

$$h_{пол} + l = h_{табл} + i ,$$

Из полученного равенства находим величину полного превышения

$$h_{пол} = h_{табл} + i - l .$$

Если навести среднюю нить теодолита на отсчет по нивелирной рейке, равной высоте инструмента, то превышение вычислим по формуле

$$h_{пол} = h_{табл} = (K \cdot n \cdot \sin 2v) : 2 .$$

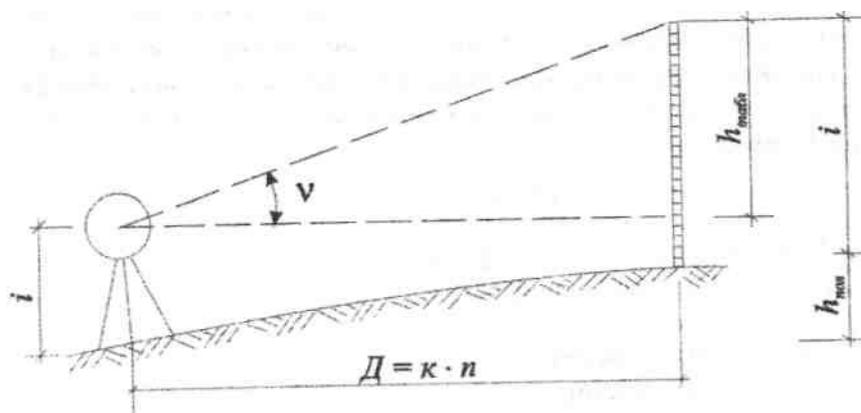


Рисунок 3

При измерении расстояний дальномером предполагается, что нивелирная рейка должна стоять перпендикулярно визирному лучу. На практике приходится определять расстояния на наклонной местности, когда рейка устанавливается отвесно (не перпендикулярно визирному лучу), а, чтобы нанести измеренное наклонное расстояние на план, необходимо найти величину горизонтального проложения, т.е. проекцию этого отрезка на горизонтальную плоскость, которое вычисляют по формуле

$$d = k \cdot n \cdot \cos^2 v .$$

Отметки всех пикетных точек тахеометрии при условии, если высота инструмента равна высоте визирования, т.е. $i = l$ вычисляют по формуле

$$H_i = H_{ст} + h_{табл} ,$$

где H_i - отметка пикетной точки;

H_{cm} - отметка станции, с которой велась тахеометрическая съемка данного участка местности.

В том случае, если высота инструмента не равна высоте визирования, т.е. $i \neq l$, то отметки пикетных точек находят по формуле

$$H_i = H_{cm} + h_{пол}$$

По окончании съемки точек местности и ситуации на данной станции снова наводят зрительную трубу теодолита на выбранное исходное направление плано-высотного обоснования и берут контрольный отсчет, который от первоначального отсчета не должен расходиться более чем на 5 минут.

При выполнении тахеометрической съемки одновременно с журналом ведется и абрис. Абрис - это схематичный чертеж, в котором показывают места установки инструмента, направления на исходные точки обоснования, снимаемую ситуацию и взаимное расположение пикетных точек, причем их нумерация сохраняется такой же, как и в журнале съемки. Необходимо в журнале сокращенно указывать название точек (например: заб. - угол забора, дер. - дерево, асф. - асфальт и т.д.). Для правильного изображения рельефа горизонталями на абрисе стрелками показывается направление линий скатов, вдоль которых следует вести интерполяцию горизонталей и схематически примерное направление горизонталей. Абрис ведется на каждой точке стояния, ему следует придавать большое значение, так как он облегчает создание плана в камеральных условиях по результатам съемки.

5 Составление плана тахеометрической съемки

Составление плана начинают с построения координатной сетки с помощью линейки Дробышева со сторонами квадратов, равными 10 см. Правильность разбивки проверяют проведением и сравнением двух диагоналей. После этого ее оцифровывают с учетом масштаба плана и по координатам накладывают все точки плано-высотного обоснования. Правильность нанесения точек обоснования контролируют по длинам его сторон: измеряют расстояния между точками, выраженные в масштабе, они должны быть равны расстояниям между соответствующими точками на плане или отличаться не более чем на 0,2 мм. Вслед за этим наносят пикетные точки циркулем-измерителем, масштабной линейкой и транспортиром. Данные для построения точек местности и ситуации берут из журнала тахеометрической съемки. Транспортир устанавливают центром над точкой обоснования и поворачивают до совмещения нулевого штриха окружности на дуге транспортира с линией, в направлении которой совмещался нуль лимба перед началом набора пикетных точек. Делают наколы на бумаге по дуге транспортира против градусных величин, соответствующих направлениям на пикетные точки. После этого снимают транспортир вдоль линейки, приложенной к точке обоснования, и соответствующего накола для пикетной точки откладывают горизонтальные проложения расстояний, взятых

по этим направлениям. Так получают изображения всех пикетных точек на данной станции. Однако проще и удобнее это делать с помощью специального тахеометрического транспортира (тахеографа), выполненного из прозрачного целлулоида с градусными делениями, оцифрованными против хода часовой стрелки, и миллиметровой линейки с делениями, оцифрованными от центра транспортира. Для установки транспортира над точкой планово-высотного обоснования в центре его сделано отверстие малого диаметра, через которое вставляется игла-наколочка. При нанесении пикетной точки транспортир поворачивают вокруг наконечника до совмещения соответствующего градусного деления с линией, от которой брались в поле направления на пикеты. По миллиметровой линейке в соответствующем масштабе откладывают длину горизонтального проложения до пикетной точки. Таким образом, наносят все пикетные точки на данной станции. Аналогично накладывают точки с других станций тахеометрии.

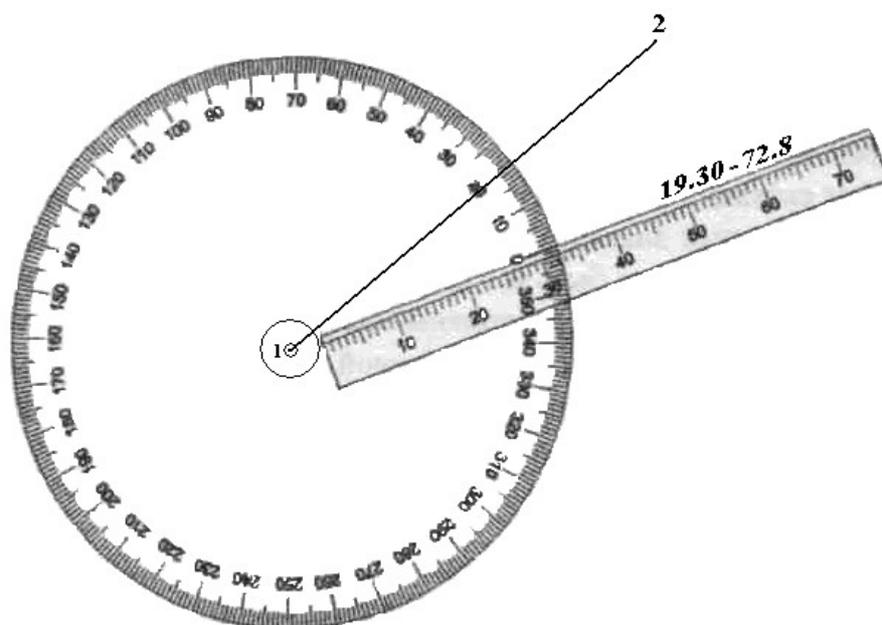


Рисунок 4

После нанесения всех пикетных точек производят рисовку горизонталей. Предварительно, руководствуясь абрисом, намечают слабым пунктиром основные линии рельефа и в соответствии с направлениями скатов соединяют точки, между которыми будет производиться интерполяция высот. При рисовке горизонталей должны быть проработаны все характерные особенности рельефа: вершины, котлованы, склоны, хребты, лощины, обрывы. В зависимости от целей составления плана, масштаба съемки и характера рельефа местности берется ряд секущих плоскостей через определенное расстояние их друг от друга по высоте, называемое высотой сечения рельефа. Правильный выбор высоты сечения рельефа имеет очень важное значение. Чем крупнее масштаб съемки и чем слабее выражен рельеф (более пологие скаты), тем чаще берутся секущие плоскости, и наоборот, чем мельче масштаб съемки и чем сильнее выражен рельеф, тем реже берутся секущие плоскости. Для проведения

горизонталей на плане необходимо выполнить интерполяцию по направлениям, которые на абрисе тахеометрической съемки обозначены стрелками. Для этого берут небольшой лист миллиметровой бумаги, подписывают отметки следов секущих плоскостей, приставляют лист к двум пикетным точкам, по их отметкам строят профиль прямой, точки пересечения ее со следами секущих плоскостей проецируют непосредственно на план в промежуток между пикетными точками. Проведя таким образом интерполяцию между всеми пикетными точками тахеометрии, точки с одинаковыми отметками соединяют плавными кривыми, называемыми горизонталями.

Вся ситуация и рельеф, изображенные на плане, вычерчивают тушью в условных знаках. Ситуация оформляется черной тушью, толщина линий должна быть 0,1 мм. При вычерчивании элементов рельефа горизонтали проводят тонкими сплошными линиями коричневой тушью, толщиной 0,1 мм. Основные горизонтали в пределах плана обрываться не могут. Отметки горизонталей, кратные четырем сечениям рельефа, т.е. 2 м, утолщаются, их толщина составляет 0,25 мм, подписываются в разрывах горизонталей, при этом верх цифры должен быть обращен в сторону повышения ската местности. Отметки горизонталей также показываются коричневой тушью (в отличие от отметок пикетных точек и станций, подписываемых черной тушью параллельно южной рамке координатной сетки). Для большей наглядности и удобства чтения планов на горизонталях ставят указатели направления ската - бергштрихи. Длина бергштриха берется равной 0,8 мм в направлении, перпендикулярном горизонтали.

6 Автоматизация тахеометрической съемки

С появлением электронных тахеометров стала возможна частичная или полная автоматизация тахеометрической съемки.

При съемке электронный тахеометр устанавливается на съемочных точках, а на пикетные точки - специальные вешки с отражателями, входящими в комплект тахеометра. При наведении на отражатели в автоматическом режиме определяются горизонтальные и вертикальные углы, а также расстояние до смежных и пикетных точек. С помощью микроЭВМ тахеометра производят обработку результатов измерений и в итоге получают приращения Δx и Δy координат и превышения h на смежные съемочные и пикетные точки. Результаты измерений могут быть введены в специальное запоминающее устройство (накопитель информации) или переписаны на магнитную кассету. В дальнейшем из накопителя или магнитной кассеты информация поступает в ЭВМ, которая по специальной программе производит окончательную обработку результатов измерений, включающую в себя вычисление координат съемочных и пикетных точек, уравнивание хода и другие вычисления, необходимые для графического построения топографического плана и цифровой модели местности. Графическое построение топографического плана осуществляется графопостроителем, соединенным с ЭВМ. Электронные

тахеометры являются чрезвычайно дорогими видами измерительной техники (стоимость их на порядок выше современных оптических теодолитов и поэтому они доступны не каждому пользователю). В связи с этим проблема автоматизированной обработки материалов традиционных тахеометрических съемок остается актуальной по сей день.

Список использованных источников

1. Инженерная геодезия: учебник для вузов/ Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д.Фельдман; под общ.ред. Д.Ш. Михелева. Изд. 2-е, испр.. – М.: Высш.школа., 2001. – 464 с.
2. Неумывакин Ю.К. Практикум по геодезии: учебное пособие/ Ю.К. Неумывакин, А.С. Смирнов. - М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1995. – 315 с.
3. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: учебник/ Г.А. Федотов. - М.: Высш.шк., 2002. - 463 с.
4. Хаметов Т.И. Задачи и упражнения по инженерной геодезии: учебное пособие/ Т.И. Хаметов, Э.К. Громада, Л.Н. Золотцева. - М.: Изд-во АСВ, 2001. – 142 с.