**Практическая работа №3**

**Тема:** Теодолитная съемка местности.

**Цель работы:** получение практических навыков проложения теодолитного хода, вычисления координат вершин теодолитного хода и нанесения точек хода по координатам на план.

**Порядок выполнения работы**

1. Выполнение теодолитной съемки местности.
2. Вычисление координат теодолитного хода.
3. Нанесение точек хода по координатам на план.

**Инструкция к выполнению.**

1. ***Выполнение теодолитной съемки местности.***

Работы при теодолитной съемке организуют так, чтобы в первую очередь произвести измерения, обеспечивающие получение координат закрепленных точек. Поэтому в теодолитную съемку входят следующие этапы работ:

1. камеральная подготовка материалов;
2. рекогносцировка местности и закрепление точек;
3. полевые измерения;
4. камеральная обработка материалов, включая составление плана.

В период камеральной подготовки устанавливают наличие планов съемок прежних лет. На имеющихся планах, а при отсутствии таковых на схематическом чертеже местности составляют проект схемы теодолитных ходов. Длины сторон теодолитного хода не должны превышать 400-500 м и быть не менее 30 м. Координаты имеющихся опорных пунктов берут из каталогов.

В результате рекогносцировки (т.е. детального изучения местности в полевых условиях) уточняют составленный проект в части направления ходов и расположения углов поворота. Точки поворота теодолитного хода намечают так, чтобы:

а) между смежными точками хода была видимость;

б) над каждой точкой можно было установить теодолит;

в) с точек хорошо просматривалась и была доступна для съемки окружающая местность;

г) удобно было измерять линии между смежными точками и др.

Выбранные точки закрепляют центрами (металлическими трубками, деревянными кольями и столбами и др.).

Теодолитные ходы обязательно должны быть привязаны к геодезической сети. Привязка теодолитных ходов заключается в измерении примычных углов между сторонами теодолитного хода и геодезической сети.

После закрепления точек теодолитного хода на местности приступают к угловым и линейным измерениям.

При определении поворотного угла βi между сторонами хода теодолит центрируют над вершиной i угла, после чего измеряют угол (обычно правый по ходу) одним приемом с перестановкой лимба перед вторым полуприемом на малый (1о – 3о) угол. Вычисляют в ходе все углы, включая примычные.

Длины сторон в теодолитных ходах измеряют в прямом Dпр и обратном Dобр направлениях. Для средних условий местности разность (Dпр - Dобр) между измеренными значениями одной и той же стороны, отнесенная к длине D стороны хода, должна удовлетворять требованию:

(Dпр - Dобр) / D ≤ 1:2000

Все данные полевых измерений записывают в журнал.

1. ***Вычисление координат теодолитного хода.***

Данные для вычислений необходимо принять согласно варианту.

Далее в качестве образца рассмотрен пример расчета:

1. Определяем сумму измеренных углов: Σβизм.=115о13/+136о34/+73о53/+135о56/+78о26/=540о02/

**Не забываем, что 1о=60/ !!!**

1. Определяем теоретическую сумму углов теодолитного хода по формуле: Σβт = 180о \* (n – 2), где n – число вершин теодолитного хода.

Σβт = 180о \* (5 – 2) = 540о00/

Определяем угловую невязку: ƒβ = Σβизм. - Σβт = 540о02/ - 540о00/ = 0о02/

1. Определяем допустимую невязку в теодолитном ходе:  ƒβ, где t – точность отсчёта, t = 1/; n – число вершин теодолитного хода.

ƒβ

1. Если угловая невязка меньше допустимой, её распределяют равномерно по всем вершинам с обратным знаком и записывают в графу 3.

У нас угловая невязка равна +0о02/, следовательно, отнимаем у двух первых вершин по одной минуте (см. графу 3).

1. Заполняем графу 4, вычисляя исправленные углы.
2. По известному исходному дирекционному углу стороны 1 – 2 и исправленным значениям углов хода вычисляем дирекционные углы всех остальных сторон по формуле: ,

где αпосл. – последующий дирекционный угол,

αпред. – предыдущий дирекционный угол,

βпр. – правый по ходу угол.

α2-3 = α1-2 + 180о – β2 = 329о34/ + 180о - 136о33/ = 373о01/.

Так как, угол получился больше 360о, отнимаем от него 360о.

Тогда, α2-3 = 373о01/ - 360о=13о01/

Далее вычисляем все остальные дирекционные углы:

α3-4 = α2-3 + 180о – β3=13о01/ + 180о - 73о53/ = 119о08/ и т.д.

**Не забываем, что 1о=60/ !!! Правильно отнимайте минуты. Делайте это в столбик, а не на калькуляторе!!!**

После вычисления всех дирекционных углов выполняем проверку:

α1-2 = α5-1 + 180о – β5 = αисх. Если это условие выполняется, дирекционные углы вычислены верно.

α1-2 = α5-1 + 180о – β5 =264о46/ + 180о - 115о12/ = 329о34/ Условие выполнено.

1. Переводим дирекционные углы в румбы:

1)градусная величина румба в 1 четверти равна дирекционному углу,

т.е. если α = 00- 900 , то r : СВ = α

2) градусная величина румба во 2 четверти равна 1800  минус дирекционный

угол, т.е. если α = 900 – 1800 , то r : ЮВ = 1800 - α

3) градусная величина румба в 3 четверти равна дирекционный угол минус 1800

т.е. если α = 1800 – 2700, то r : ЮЗ = α - 1800

4) градусная величина румба в 4 четверти равна 3600 минус дирекционный угол

т.е. если α = 2700 – 3600, то r : СЗ = 3600 - α

1. Определяем приращение координат вершин теодолитного хода по формулам:

Δх = d×cos r и Δy = d×sin r,

где d – длина линии, м

r – румб линии.

Приращения координат имеют знаки, которые зависят от знака косинуса и

синуса дирекционного угла или от названия румба линии:

Румбы…………………СВ ЮВ ЮЗ СЗ

Приращения:

Δх………………….. + - - +

Δу………………….. + + - -

Вычисление приращений координат выполняют с помощью таблиц

натуральных значений sin и cos или с помощью калькулятора.

Перед вычислением проверьте, верно ли считает ваш калькулятор синусы и косинусы (сверьтесь с примером в таблице). Не забудьте, что набирая величину на калькуляторе в долях единицы, нельзя минуты просто записать через запятую после значения градусов. Прежде чем это сделать нужно минуты разделить на 60. Например, 30о26/ = 30,26 – НЕВЕРНО.

26:60=0,4333. 30о26/ = 30,43 – ВЕРНО.

1. Определяем линейную невязку по оси х и по оси у:

 и ,

где ΣΔхвыч. – сумма вычисленных приращений координат по оси х,

ΣΔувыч. - сумма вычисленных приращений координат по оси у.

**Складываем с учетом знака!**

*fх* = 176,52+193,63 – 131,87 – 216,11 – 22,28 = - 0,11м

*fу* = -103,69+44,78+236,62+65,24 – 243,33 = - 0,38 м

1. Определяем абсолютную линейную невязку в периметре хода: 
2. Определяем относительную линейную невязку в периметре хода: где Р – периметр хода, м *fотн.* = 0,39 : 1144,47 = 0,0003
3. Сравниваем относительную линейную невязку в периметре хода с допустимой, которая равна 1:2000 = 0,0005 м. Если относительная невязка меньше допустимой, то её распределяют пропорционально приращению координат с обратным знаком. Поправки определяют по формулам: и . Округляем до сотых. Сумма поправок должна дать относительную невязку по оси.











Проверяем, 0,02+0,02+0,03+0,02+0,02 = 0,11 условие выполнено.

Аналогично высчитываем поправки по оси У. В формулу соответственно подставляем значение *fу*, т.е. - 0,38.

Поправки подписываем над каждым приращением.

Вычисляем исправленные приращения.

**Не забывайте считать с учетом знака!!!**

1. Вычисляем координаты вершин теодолитного хода. Координаты вершин теодолитного хода получают путём алгебраического сложения координат вершин с соответствующими исправленными приращениями координат:  и , при n ≥ 2. Контролем правильности вычислений является получение исходных координат.

Например, Х2 = Х1+ ΔХ1=1837,24+176,54=2013,78

Х3 = Х2+ ΔХ2=2013,78+193,65=2207,43

Х4 = Х3+ ΔХ3=2207,43-131,84=2075,59

Х5 = Х4+ ΔХ4=2075,59-216,09=1859,5

Выполняем проверку: Х1 = Х5+ ΔХ5=1859,5-22,26=1837,24 – условие выполнено

Аналогично высчитываем координаты вершин по оси У.

Не забываем выполнить проверку!

Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода (пример)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вершин  хода | Измеренные  углы | | Поправки | Исправлен  углы | | Дирекцион  углы | | Румбы | | | Длины линий, м | Приращение координат, м | | | | | | | | Координаты, м | | | | № вершин  хода |
| Вычисленные  приращения | | | | Исправленные  приращения | | | |
| о | / | о | / | о | / | Направл | о | / | ± | ΔХ | ± | ΔУ | ± | ΔХ | ± | ΔУ | ± | Х | ± | У |  |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | | 5 | | 6 | | | 7 | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 |
| 1 | **115** | **13** | -01 | 115 | 12 |  |  |  |  |  |  | + | **+0,02**  176,52 | - | **+0,07**  103,69 | + | 176,54 | - | 103,62 | + | **1837,24** | + | **2072,99** | 1 |
|  |  |  |  |  |  | 329 | 34 | СЗ | 30 | 26 | **204,73** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | **136** | **34** | -01 | 136 | 33 |  |  |  |  |  |  | + | **+0,02**  193,63 | + | **+0,07**  44,78 | + | 193,65 | + | 44,85 | + | 2013,78 | + | 1969,37 | 2 |
|  |  |  |  |  |  | 13 | 01 | СВ | 13 | 01 | **198,74** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | **73** | **53** |  | 73 | 53 |  |  |  |  |  |  | - | **+0,03**  131,87 | + | **+0,09**  236,62 | - | 131,84 | + | 236,71 | + | 2207,43 | + | 2014,22 | 3 |
|  |  |  |  |  |  | 119 | 08 | ЮВ | 60 | 52 | **270,89** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | **135** | **56** |  | 135 | 56 |  |  |  |  |  |  | - | **+0,02**  216,11 | + | **+0,07**  65,24 | - | 216,09 | + | 65,31 | + | 2075,59 | + | 2250,73 | 4 |
|  |  |  |  |  |  | 163 | 12 | ЮВ | 16 | 48 | **225,75** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | **78** | **26** |  | 78 | 26 |  |  |  |  |  |  | - | **+0,02**  22,28 | - | **+0,08**  243,33 | - | 22,26 | - | 243,25 | + | 1859,5 | + | 2316,24 | 5 |
|  |  |  |  |  |  | 264 | 46 | ЮЗ | 84 | 46 | **244,36** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ∑βиз | 540 | 02 |  |  |  |  |  |  |  |  | Р=1144,47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ∑βт | 540 | 00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *fх* =  -0,11 | *fу* | *fу* =  -0,38 |  | 0,0 |  | 0,0 |  |  |  |  |  |
| *fβ* | +0 | 02 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*допfβ* = 1/

1. ***Нанесение точек хода по координатам на план.***

План вычерчивают на чертежной бумаге; размеры листа зависят от размера участка съемки и выбранного масштаба плана.

* 1. Построение координатной сетки.

Размеры сетки определяют следующим способом:

Наибольшее значение координат: Х = 2207,44 м У = 2316,24 м

Наименьшее значение координат Х = 1837,2 м У = 1969,37 м

Протяженность по оси Х: 2207,44 – 1837,2 = 370,2 м

Протяженность по оси У: 2316,24 – 1969,37 = 346,87 м

Принимаем масштаб плана 1:2500; в 1 см – 25 м

Определяем размеры сетки: 370,2 : 25 = 14,8 см

346,87 : 25 = 13,87 см

Выбираем масштаб 1:2500. Т.е. в 1 см – 25 м. Нам необходим квадрат с размерами 100×100 м.

Для построения полных квадратов сетки с размерами 4×4 см необходимо принять размеры листа бумаги 16×16 см

После построения сетки необходимо произвести ее оцифровку, при этом необходимо проставить цифры таким образом, чтобы теодолитный ход разместился в середине листа

Для нанесения точек на план по их координатам вначале определяют, в каком квадрате она располагается. Затем в принятом масштабе откладывают значение Δхi = хi – хс (где хс – значение абсциссы южной координатной линии данного квадрата) с одной и другой стороны квадрата; после этого откладывают величину Δу = уi – ус (где ус – подпись ординаты западной координатной линии данного квадрата) по верхним и нижним основаниям квадрата. Нанесенные на сторонах квадрата метки соединяют прямыми линиями; в месте пересечения их будет находится искомая точка i. Правильность накладки точек I обязательно проверяют по расстояниям между смежными точками.

Например, точка 1 имеет координаты: Х1=1837,24 м, У1=2072,99

Тогда, 1837,24-1800=37,24

Помним, что в 1 см – 25 м. 37,24:25=1,5 см. Следовательно от 1800 откладываем вверх 1,5 см.

2072,99-2000=72,99

72,99:25=2,9 см. Следовательно от 2000 (по У) откладываем 2,9 см.

На пересечении этих линий будет точка 1.

Аналогично наносим на план все остальные точки. (Пример приведен на рис. 1)

**Для построения плана по вашему заданию принять масштаб 1:1000 (в 1 см – 10 м). Следовательно размеры квадратов будут другие!!! Всего будет 4 квадрата.**

Рис. 1 – Нанесение точек хода на план

