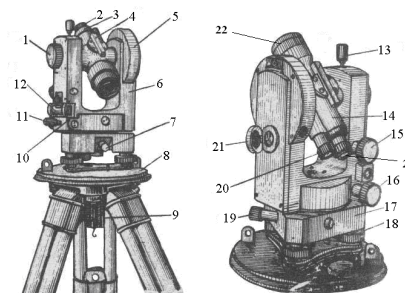


ГБОУ СПО «Северо-Кавказский лесной техникум»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ  
К ТЕМЕ: «ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА»**



Составила преподаватель: Тедеева Г.С.

г.Алагир 2014г.

ГБОУ СПО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ЛЕСНОЙ ТЕХНИКУМ»

«Утверждаю»  
Зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Селимов Ш.А.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ  
К ТЕМЕ: «ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА»**

**Составила преподаватель: Тедеева Г.С.**

**Рассмотрена на заседании  
цикловой комиссии  
общеспециальных дисциплин**

**Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.**

**Председатель \_\_\_\_\_ Г.М.Зозуля**

Тема: «Теодолитная съемка» является наиболее объемным материалом программы и требует от студентов большого внимания и стараний, практического применения знания математики. Поскольку уровень математической готовности студентов имеет резкие различия, приходится внимание уделять индивидуальной работе. А это требует большого расхода времени преподавателя, студентов.

Данные методические указания должны снять в какой то мере эту проблему, эффективности использован отведенное время на тему.

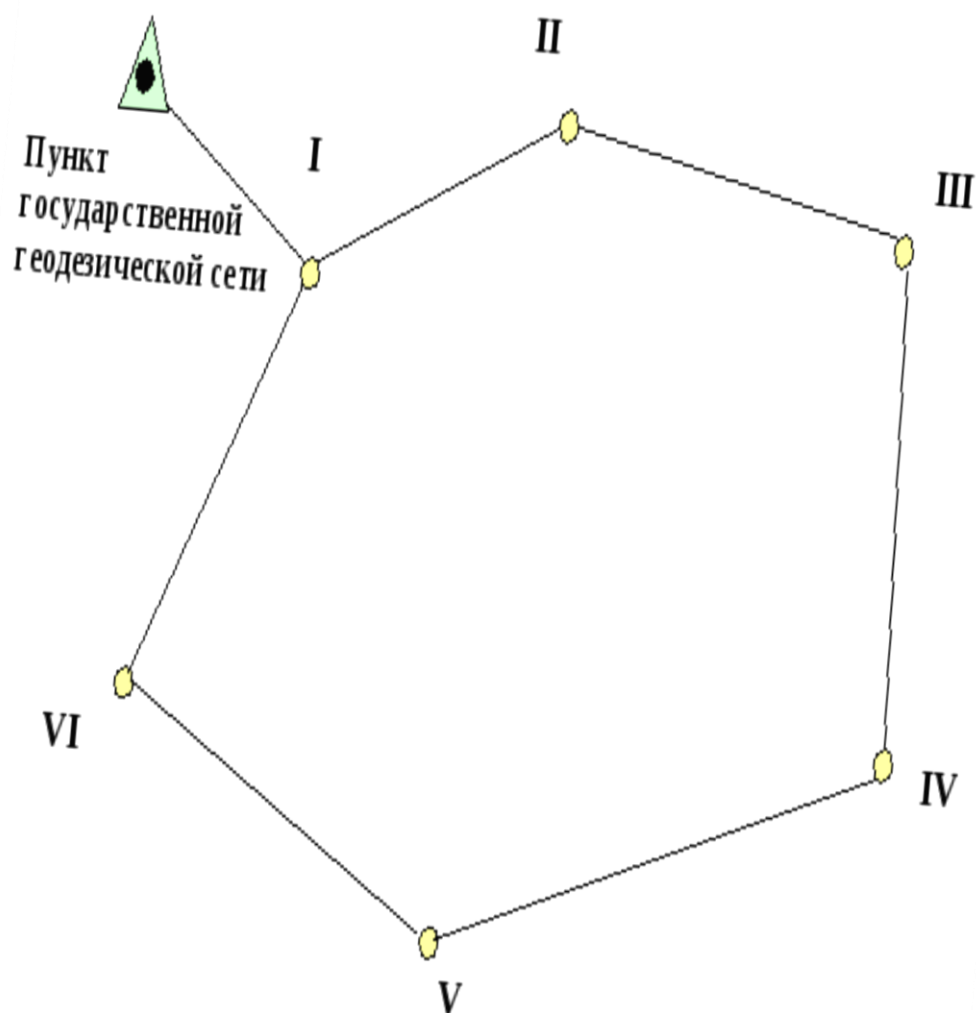
В пособии рассмотрим отработку материалов полевых измерений по съемке отдельного участка.

## Особенности теодолитной съёмки

*Теодолитная съёмка* является контурной, ее съёмочным обоснованием является система теодолитных ходов с привязкой к пунктам государственной геодезической сети, в простейшем случае - замкнутый теодолитный ход (рис. 1, точки I, II, III... VI - вершины углов теодолитного хода).

*Схематический чертеж участка выглядит так:*

*Схема замкнутого теодолитного хода*



*Рис. 1. Замкнутый теодолитный ход*

## Устройство теодолита.

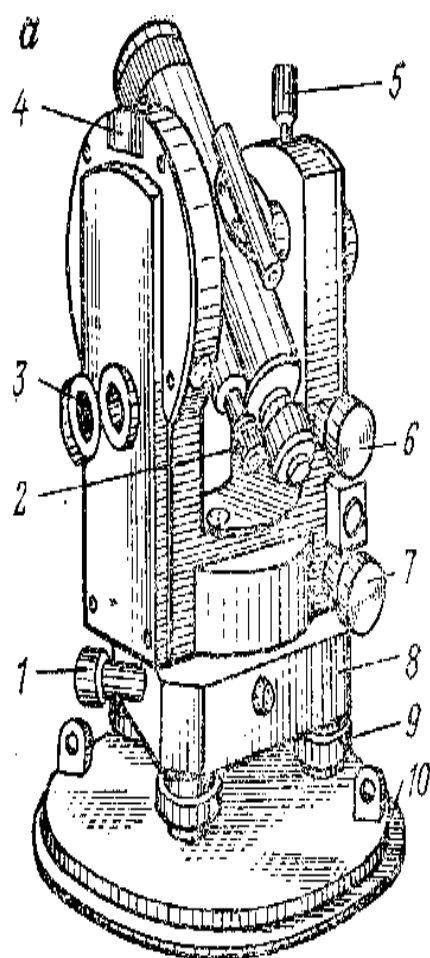
Горизонтальную проекцию  $\beta$  угла  $\beta'$  измеряют теодолитом - универсальным прибором, применяемым для измерения горизонтальных и вертикальных углов, расстояний и определения превышений.

## Оптический теодолит Т30.

Теодолит Т30 через подставку скреплен с диском металлического съемного футляра. К головке штатива диск крепится винтом, ось которого и ось алидады полые. Что позволяет центрировать теодолит над точкой не только с помощью нитяного отвеса, но и зрительной трубы, направленной объективом вниз при отсчете по вертикальному кругу  $270^\circ$ . Отсчетная оптическая система подсвечивается зеркалом. Зрительная труба снабжена двумя оптическими визирами. Цилиндрический уровень установлен

параллельно вертикальной плоскости визирования и используется также в функции уровня при алидаде вертикального круга.

## Оптический теодолит Т30



- 1 – наводящий винт горизонтального круга;
- 2 – окуляр микроскопа;
- 3 – крышка иллюминатора;
- 4 – посадочный паз для буссоли;
- 5 – закрепительный винт трубы;
- 6 – наводящий винт трубы;
- 7 – наводящий винт алидады;
- 8 – подставка;
- 9 – подъемный винт;
- 10 – основание.

Рис. 2. Теодолит Т30: а - общий вид;

## Поверки и юстировки теодолитов.

Угломерный прибор дает правильные показания, если его оси и плоскости занимают положение, соответствующее геометрическим и оптико-механическим условиям измерения углов; периодически соблюдение этих условий проверяют. Проверка прибора сопровождается его регулировкой (юстировкой). Юстировку выполняют при помощи исправительных и регулировочных винтов.

**Основные поверки теодолитов следующие:**

**1. *Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна, быть перпендикулярна к оси вращения теодолита.***

Теодолит приводят в рабочее положение. Уровень устанавливают по направлению двух подъемных винтов. Этими винтами приводят пузырек уровня на середину. Затем алидаду поворачивают на  $90^\circ$  и вращением третьего винта пузырек уровня вновь приводят на середину. Далее алидаду поворачивают на  $180^\circ$ , если пузырек сохранил свое положение, условие выполнено. Если же пузырек отклонился от середины, то на половину ошибки его перемещают юстировочным винтом уровня, а на середину смещают подъемными винтами. После этого поверку повторяют.

**2. *Вертикальная нить сетки должна лежать в отвесной плоскости.***

В 20-25 м от теодолита вешают отвес и наводят на его шнур вертикальную нить сетки. Если она полностью покрывает шнур, условие выполнено. Если же между шнуром и нитью образуется угол, его устраняют поворотом сеточного кольца, ослабив предварительно все четыре установочных винта сетки.

**3. *Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси ее вращения.***

Угол  $\epsilon$ , на который отклоняется визирная ось от перпендикуляра к оси вращения трубы, называют *коллимационной погрешностью*. Для ее выявления при положении вертикального круга справа от трубы наводят центр сетки нитей на ясно видимый и значительно удаленный предмет, расположенный примерно на одном уровне с осью вращения трубы и снимают отсчет по горизонтальному кругу –  $КП_1$ , затем наводят визирную ось на ту же точку при круге слева и берут отсчет –  $КЛ_1$ . Затем поворачивают лимб на  $180^\circ$  и снова наводят на ту же точку, получая новые отсчеты  $КП_2$  и  $КЛ_2$ .

***По полученным отсчетам вычисляют величину коллимационной погрешности:***

$$c = ((KЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (KЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)) / 4$$

Если значение  $c$  окажется равным или меньшим двойной погрешности  $c \leq 2t$ , где:

$t$  – двойная точность отсчетного устройства (для ТЗ0  $t=1'$ ), то условие выполнено. В противном случае наводящим винтом алидады ее поворачивают настолько, чтобы по шкале получился отсчет равный  $KЛ_2 + c$ . Тогда центр сетки нитей сойдет с наблюдаемой точки. Ослабив один из вертикальных винтов сетки нитей, двумя другими винтами, расположенными горизонтально, перемещают сетку нитей до совпадения ее центра с изображением наблюдаемой точки. После этого поверку повторяют.

***4. Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения теодолита.***

Установив теодолит в 20-30 м от стены здания, вертикальную его ось особо тщательно приводят в отвесное положение. Выбирают на стене точку, расположенную над горизонтом под углом 40-50°. Визируют на эту точку закрепляют алидаду. Наклонив трубу до горизонтального положения, отмечают при помощи помощника проекцию этой точки на стене. Переведя трубу через зенит и повернув алидаду на 180°, вторично визируют на верхнюю точку и при закрепленной алидаде опускают трубу. Если изображение нижней точки на стене сошло с перекрестия не более чем на две ширины биссектора, то наклон оси вращения трубы допустим. Устранение наклона оси достигается вращением эксцентриковой втулки лагера горизонтальной оси. Это исправление связано с частичной разборкой теодолита, поэтому рекомендуется его делать в геодезической мастерской.

## **2. Измерение горизонтальных углов.**

***Перед измерением углов на местности необходимо над каждой вершиной их устанавливать теодолит в рабочее положение, т. е. производить:***

- 1) центрирование,
- 2) горизонтирование,
- 3) установку зрительной трубы по глазу и по предмету.

### **Центрирование теодолита.**

Для измерения горизонтального угла необходимо вертикальную ось теодолита возможно точнее установить над его вершиной с помощью нитяного отвеса или оптического центра.

При этом следует учитывать длину стороны измеряемого угла:

- чем она короче, тем центрирование теодолита должно быть более точным. Погрешность центрирования по нитяному отвесу составляет около 5 мм.

### **Горизонтирование теодолита.**

Теодолит горизонтируют с помощью цилиндрического уровня:

- уровень устанавливают параллельно двум подъемным винтам, которыми приводят пузырек в нуль-пункт.
- затем теодолит поворачивают на  $90^\circ$  и третьим винтом подставки приводят пузырек уровня в нуль-пункт.
- в горизонтированном теодолите при любом направлении уровня его пузырек не должен отклоняться от нуль-пункта не более чем на половину деления ампулы.

### **Установка зрительной трубы.**

В начале вращением окуляра получают четкое изображение сетки нитей, затем вращением фокусирующего винта трубы – четкое изображение предмета.

### **Измерение горизонтального угла способом приемов.**

Горизонтальные углы бывают правые и левые по ходу. Очередность визирования зрительной трубой на заднюю и переднюю по ходу точку при измерении углов зависит от того, какой из них (правый или левый) надо измерить. Рассмотрим порядок измерения правого по ходу угла. Для измерения отдельного угла (см. рис.) в его вершине С устанавливают теодолит, на точках В (правой) и А (левой) – вехи. (В теодолитном ходе точку В называют задней, а точку А - передней.)

Угол измеряют двумя полуприемами (при КП и КЛ). Первый полуприем (КП) начинают при закрепленном лимбе и открепленной алидаде. Приблизительно наводят трубу на веху В, затем, закрепив алидаду и трубу и действуя их наводящими винтами, точно совмещают центр сетки нитей с нижней частью вехи (правая точка). Снимают отсчет по горизонтальному кругу и записывают его в журнал. При неподвижном лимбе, открепив алидаду, в такой же последовательности визируют на левую точку А. Отсчет на эту точку записывают в графу 3, против точки А.

**Угол получают как разность отсчетов на правую и левую точки:**

Этими действиями завершен первый полуприем. Второй полуприем (КЛ) сместив лимб примерно на  $1 - 2^\circ$ , его закрепляют. Трубу переводят через зенит. В такой же последовательности, как и в первом



полуприеме, визируют на точки В и А, берут отсчеты, записывают их в журнал и вычисляют значение угла. В случае если отсчет на правую точку меньше отсчета на левую, к нему прибавляют 360°. Если два значения одного и того же угла, полученные при КП и КЛ, отличаются между собой на величину, не большую двойной точности микроскопа, то за окончательный результат принимают среднее из этих двух значений

### Точность измерения углов.

**Различные источники ошибок на точность измерения углов влияют различно:**

- на один угол больше, на другой – меньше.

### Ошибки можно разделить на три вида:

- происходящие от влияния приборов, от методики и тщательности выполнения работ (технологические), от влияния среды.
- Погрешности измерения углов и способы их снижения

### Ошибка отсчета.

- у теодолитов Т30 она равна 0,5',
- у Т15-около 0,15',
- у Т5 - около 0,1' и у Т2 - до 2".

Ошибка наведения на визирную цель зависит от увеличения трубы и равна отношению величины критического угла зрения глаза  $\omega$  к увеличению трубы  $v$ . Так как  $\omega = 60''$ ,  $v \approx 25^x$ , то ошибка наведения  $\approx 2''$ .

Ошибка неточной юстировки состоит из нескольких составляющих. Поэтому перед работой теодолит надо поверять и тщательно юстировать, особенно после дальних переездов. Учитывая ошибки, возникающие от влияния приборов, можно сделать вывод: при построении съемочных сетей следует применять теодолиты типа Т30, Т15, при построении сетей сгущения - Т5, Т2 и им соответствующие.

Материалы полевых измерений приведены в таблице №1 и выписываются из полевого журнала теодолитной съемки.

### Данные полевых измерений при съемке участка теодолитом

№№ п/п	Горизонтальные углы (градусы, минуты)	Длина линии (Д) в м	Углы наклона $\gamma$	Горизонтальное проложение линии (d)	Магнитные азимуты линии
1	2	3	4	5	6
1.	83° 26'	450,23	3° 30'		22° 30'
2.	114° 33'	482,34	0°	482,34	
3.	84° 12'	349,08	3° 10'		
4.	131° 02'	318,57	0°		
5.	126° 45'	393,30	0°		

Данные приведенной таблицы переносятся в специальную ведомость теодолитной съемки. Бланк ведомости выдается каждому студенту. Все графы ведомости заполняются студентом в порядке индивидуальной работы в следующей последовательности (см. ведомость координат).

Из выше приведенной таблицы №1 в графу «2» ведомости вычисления координат выписывают измеренных на местности внутренних углов основного полигона, а в графу «1» номер точек. В нашем примере - 5 точек. Номер первой вершины записывается повторно, т.е. (1,2,3,4,5,1) т.к. теодолитный ход замкнутый.

Оценка качества угловых измерений сводится к сравнению суммы измеренных углов с соответствующим теоретическим значением такого же количества сторон полигона.

Разность между ними угловой невязкой и определяется по формуле:

$$\Delta\beta_{\text{факт.}} = \sum\beta_{\text{изм}} - 180^{\circ}(n-2) \quad (1)$$

Где:

$\Delta\beta_{\text{факт.}}$  – угловая невязка фактическая

$\sum\beta_{\text{изм}}$  – сумма измеренных углов, которая получается суммированием углов графы «2» ведомости вычисления координат

$180^{\circ}(n-2) = \sum\beta_{\text{теор.}}$  = теоретическая сумма внутренних углов полигона, где n – число сторон полигона.

**Для нашего примера имеем:**

$$\Delta\beta_{\text{факт.}} = 539^{\circ} 58' - 180^{\circ}(5-2) = -2'$$

Угловая невязка оказалась равной 2' со знаком «минус». Много это или нет? Для этого надо установить математически её допустимость по формуле:

$$\Delta\beta_{\text{доп.}} = \pm 2 t \sqrt{n} \quad (2)$$

Где:

$\Delta\beta_{\text{доп.}}$  – величина допустимой невязки

t – точность теодолита T – 30 = 30''

$\sqrt{n}$  – число измеренных углов = 5

поэтому  $\Delta\beta_{\text{доп.}} \leq 2 \cdot 30'' \cdot \sqrt{5} \cdot \sqrt{5} = 2,2'$

Это значит, что в данном полигоне из 5 углов угловая невязка не должна превышать  $\pm 2,2'$ . Фактически же вычисленная по формула (1), невязка оказалась равной -2', т.е. меньше допустимой.

Это указывает на правильность выполненных угловых измерений. Допустимая угловая невязка должна быть распределена с обратным знаком в первую очередь на углы, образованные короткими сторонами. В нашем примере угловая невязка 2' со знаком «минус». Это значит, что распределять невязку надо со знаком «плюс». Все поправки пишутся

сверху над соответствующим углом. Каждая поправка алгебраически прибавляется к измеренному углу. Результат записывается в графу «3» ведомости координат.

Сумма исправленных углов должна равняться теоретическому значению т.е.  $\sum \beta_{\text{теор}} = 540^{\circ} 00'$

## 2. Вычисление дирекционных углов

В графу «4» ведомости вычисления записываются дирекционные углы сторон полигона. Чтобы вычислить дирекционные углы всех сторон хода, надо, чтобы дирекционный угол какой-нибудь стороны был известен. Обычно на местности измеряют магнитный азимут линии 1-2. В нашем примере он равен  $A_{1-2} = 22^{\circ} 30'$  (см. таблицу №1).

Все дирекционные углы записывают в строки между соответствующими номерами точек. Так, например, дирекционный угол первой линии  $A_{1-2} = 22^{\circ} 30'$  между 1<sup>ой</sup> и 2<sup>ой</sup> точками, второй между 2<sup>ой</sup> и 3<sup>ей</sup> и т.д.

Дирекционные углы остальных сторон (линий) полигона вычисляются по формуле (3):

$$A_{n+1} = A_{n-1} + 180^{\circ} - \beta_n \quad (3)$$

Где:

$A_{n+1}$  – дирекционный угол последующей линии;

$A_{n-1}$  – дирекционный угол предыдущей линии;

$\beta_n$  – исправленный горизонтальный угол

**Для нашего примера:**

$$A_{1-2} = 22^{\circ} 30'$$

$$A_{2-3} = A_{1-2} + 180^{\circ} - \beta_2 = 22^{\circ} 30' + 180^{\circ} - 114^{\circ} 33' = 87^{\circ} 57'$$

$$A_{3-4} = A_{2-3} + 180^{\circ} - \beta_3 = 87^{\circ} 57' + 180^{\circ} - 84^{\circ} 12' = 183^{\circ} 45'$$

$$A_{4-5} = A_{3-4} + 180^{\circ} - \beta_4 = 183^{\circ} 45' + 180^{\circ} - 131^{\circ} 03' = 232^{\circ} 42'$$

$$A_{5-1} = A_{4-5} + 180^{\circ} - \beta_5 = 232^{\circ} 42' + 180^{\circ} - 126^{\circ} 46' = 285^{\circ} 56'$$

В порядке контроля вычисляют дирекционный угол линии, т.е.

$$A_{1-2} = A_{5-1} + 180^{\circ} - \beta_1 = 285^{\circ} 56' + 180^{\circ} - 83^{\circ} 26' = 382^{\circ} 30' - 360^{\circ} = 22^{\circ} 30'$$

(так как дирекционные углы больше  $360^{\circ}$  не бывают).

## 3. Вычисление румбов.

В графе 5 записывают румбы линии полигона. Вычисление румбов производится по формулам в зависимости от того, в какой четверти расположена данная линия. Для этого удобно пользоваться следующей таблицей № 2.

## Связь дирекционных румбов и углов

**Таблица №2**

Дирекционный угол $\alpha$ , град	Координатная четверть		Формула связи	Пример записи	
	номер	название		Дирекционного угла	румба
0-90	I	Северо-восточная	$r = \alpha$	$32^{\circ} 30'$	СВ: $32^{\circ} 30'$
90-180	II	Юго-восточная	$r = 180^{\circ} - \alpha$	$151^{\circ} 15'$	ЮВ: $28^{\circ} 45'$
180-270	III	Юго-западная	$r = \alpha - 180^{\circ}$	$189^{\circ} 35'$	ЮЗ: $9^{\circ} 35'$
270-360	IV	Северо-западная	$r = 360^{\circ} - \alpha$	$312^{\circ} 43'$	СЗ: $47^{\circ} 17'$

### В нашем примере:

Для линии 1-2 имеет румб СВ:  $22^{\circ} 30'$ , так как в первой четверти  $r = \alpha$ .

Для линии 2-3  $r = \alpha$  СВ:  $87^{\circ} 57'$

Для линии 3-4  $r = \alpha - 180^{\circ} = 183^{\circ} 45' + 180^{\circ} = \text{ЮЗ: } 03^{\circ} 45'$

Для линии 4-5  $r = \alpha - 180^{\circ} = 232^{\circ} 42' - 180^{\circ} = \text{ЮЗ: } 52^{\circ} 43'$

Для линии 5-6  $r = 360^{\circ} - \alpha = 360^{\circ} - 285^{\circ} 56' = \text{СЗ: } 74^{\circ} 04'$

### 4. Определение горизонтальных проложений (проекций) линии

В графе 6 записывают горизонтальные проложения линий, измеренных на местности (см. гр.3 в таблице 4). В таблице, в графе 4 есть линии, которые не имеют наклона. Эти линии переписывают в графу 6 без изменений.

Что касается наклонных линий (с углом наклона), то для них надо вычислить горизонтальные проекции по формуле:

$$d = D \times \gamma \quad (4).$$

Где:

$d$  – горизонтальное проложение ( проекция)

$D$  – измеренная (наклонная) линия

$\gamma$  – угол наклона линии.

### В нашем примере:

$$d_{1-2} = D_{1-2} \times \cos 3^{\circ} 30'' = 450,23 \times 0,99981 = 449,37$$

$$d_{2-3} = D_{2-3} \times \cos 0^{\circ} 00'' = 482,34 \times 1,0000 = 487,34$$

$$d_{3-4} = D_{3-4} \times \cos 3^{\circ} 10'' = 349,08 \times 0,9984 = 348,52$$

$$d_{4-5} = D_{4-5} \times \cos 0^{\circ} = 318,57 \times 1,0000 = 318,57$$

$$d_{5-1} = D_{5-1} \times \cos 0^{\circ} = 393,30 \times 1,0000 = 393,30$$

результаты этих вычислений также записываются в графе 6 ведомости.

## 5. Вычисление и увязывание приращений координат.

Приращения координат точек полигона  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  вычисляются по формулам:

$$\Delta X = d \times \cos r \quad (5)$$

$$\Delta Y = d \times \sin r \quad (6)$$

Где:

$d$  - горизонтальное проложение линии (графа 6)

$r$  – румб этой линии (графа 5).

Приращения  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  вычисляются с помощью таблиц натуральных значений тригонометрических функций (таблица Брадиса). Знаки приращений (графа 7,9) зависят от направления данной линии. Направление линии определяется её дирекционным углом и румбом. Для безошибочного определения знаков приращений координат можно пользоваться данными таблицы № 3.

### *Знаки приращения координат*

*Таблица №3*

Дирекционные углы, град	Координатная четверть		Знаки приращений	
	номер	название	$\Delta X$	$\Delta Y$
$\leq 90$	I	Северо-восточная	+	+
90-180	II	Юго-восточная	-	+
180-270	III	Юго-западная	-	-
270-360	IV	Северо-западная	+	-

Знаки приращений записываются в графы 7 и 9, а сами вычисления приращения в графу 8 и 10.

**В нашем примере:**

**По оси X:**

$$\Delta X_{1-2} = d_{1-2} \times \cos 22^{\circ} 30' = 449,37 \times 0,9239 = +415,17$$

$$\Delta X_{2-3} = d_{2-3} \times \cos 87^{\circ} 57' = 482,34 \times 0,0357 = +17,22$$

$$\Delta X_{3-4} = d_{3-4} \times \cos 03^{\circ} 45' = 348,52 \times 0,9978 = -347,75$$

$$\Delta X_{4-5} = d_{4-5} \times \cos 52^{\circ} 43' = 318,57 \times 0,6058 = -192,99$$

$$\Delta X_{5-1} = d_{5-1} \times \cos 74^{\circ} 04' = 393,30 \times 0,2746 = +108,00$$

$$+ 540,39$$

$$- 540,74$$

---

$$\mathbf{-0,35}$$

**По оси У:**

$$\Delta Y_{1-2} = d_{1-2} \times \sin 22^{\circ} 30' = 449,37 \times 0,3827 = +171,97$$

$$\Delta Y_{2-3} = d_{2-3} \times \sin 87^{\circ} 57' = 482,34 \times 0,9993 = +482,00$$

$$\Delta Y_{3-4} = d_{3-4} \times \sin 03^{\circ} 45' = 348,52 \times 0,0654 = -22,79$$

$$\Delta Y_{4-5} = d_{4-5} \times \sin 52^{\circ} 43' = 318,57 \times 0,7957 = -253,49$$

$$\Delta Y_{5-1} = d_{5-1} \times \sin 74^{\circ} 04' = 393,30 \times 0,9615 = -378,16$$

$$+ 653,97$$

$$- 654,44$$

---

$$\mathbf{-0,47}$$

**Теоретически в ходе вычислений мы должны иметь:**

$$\sum_1^n \Delta X = 0.00$$

$$\sum_1^n \Delta Y = 0.00$$

**Фактически мы имеем:**

$$\sum_1^n \Delta X = -0.35$$

$$\sum_1^n \Delta Y = -0.47$$

**Графически это выглядит так:**

Следовательно,  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  являются невязкой по каждой оси, т.е.

$$\sum_1^5 \Delta X = f_x = \mathbf{-0.35}$$

$$\sum_1^5 \Delta Y = f_y = \mathbf{-0.47}$$

Эти невязки на графике являются катетами прямоугольного треугольника 11'N.

Где  $f_p$  – гипотенуза – абсолютная невязка в приращениях.

Абсолютная невязка определяется по формуле:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

$$\sqrt{(-0,35)^2 + (-0,47)^2} = \sqrt{0,12 + 0,22} = \sqrt{0,35} = 0,58$$

Допустимость навязки определяем через относительную погрешность, которая зависит, как правило, от условий съемки и может быть от  $\frac{1}{500}$  до  $\frac{1}{2000}$

**В нашем примере:**

$$f_{\text{доп}} = \frac{f_{\text{отн}}}{p} = \frac{0,58}{449,37 + 482,34 + 348,52 + 318,57 + 393,30} = \frac{0,58}{1991,90} = \frac{1}{3434,3} < \frac{1}{2000}$$

Это меньше любого из заданных выше пределов. Если линейная невязка недопустима, то ищут причину. Причиной может быть ошибка в румбах. В этом случае приращения можно проконтролировать, вычислив приращения через дирекционные углы с помощью специальных микрокалькуляторов. Если конечные значения совпадают, то причина ошибка а неправильном измерении линии местности. Их надо исправить. Если относительная невязка меньше известного предела, то невязку в приращениях  $f_x$  и  $f_y$  распределяют с обратным знаком пропорционально длинам сторон по формулам:

$$V^x = \frac{f_x}{p} \cdot d_n \quad (8)$$

$$V^y = \frac{f_y}{p} \cdot d_n \quad (9)$$

где:  $V^x, V^y$  – поправки к приращениям  $\Delta X, \Delta Y$ ;

$d_n$  – горизонтальной проложение линий;

$f_x, f_y$  – невязка в приращениях; ( $f_x = -0,35, f_y = -0,47$ )

$p$  – периметр (1991,90м).

По формуле (8) находим поправки первого приращения:

**По оси X:**

$$V_{1-2}^x = \frac{-0,35}{1991,90} \cdot 449,37 = -0,08$$

$$V_{2-3}^x = \frac{-0,35}{1991,90} \cdot 482,3 = -0,08$$

$$V_{3-4}^x = \frac{-0,35}{1991,90} \cdot 348,52 = -0,06$$

$$V \frac{x}{4-5} = \frac{-0.35}{1991.90} \cdot 318.57 = -0.06$$

$$V \frac{x}{5-1} = \frac{-0.35}{1991.90} \cdot 393.30 = -0.07$$

**-0.35**

**По оси У:**

$$V \frac{y}{1-2} = \frac{-0.47}{1991.90} \cdot 449.37 = -0.11$$

$$V \frac{y}{2-3} = \frac{-0.47}{1991.90} \cdot 482,34 = -0.11$$

$$V \frac{y}{3-4} = \frac{-0.47}{1991.90} \cdot 348,52 = -0.08$$

$$V \frac{y}{4-5} = \frac{-0.47}{1991.90} \cdot 318,57 = -0.07$$

$$V \frac{y}{5-1} = \frac{-0.47}{1991.90} \cdot 393,30 = -0.10$$

**-0,47**

Все поправки округлить до сотых долей метра и записать результаты сверху над соответствующими приращениями (см. ведомость координат). Сумма таких поправок как для  $\Delta X$  так и для  $\Delta Y$  должна в точности равняться соответствующей невязке с обратным знаком.

После этого каждую поправку алгебраически прибавляют к соответствующему приращению. Эти суммы дают исправленных приращений, и записываются в графу 12 и 14. Алгебраически суммы исправленных приращений, как по оси  $\Delta X$  так и по оси  $\Delta Y$  должны равняться нулю.

**Продолжим расчеты в ведомости координат:**

**По оси «X» исправленные  $\Delta X$ :**

$$\Delta X \frac{\text{ИСП}}{1-2} = \Delta X \frac{\text{ВЫЧ}}{1-2} + \Delta X \frac{x}{1-2} = + 415,17 + 0,08 = + 415,25$$

$$\Delta X \frac{\text{ИСП}}{2-3} = \Delta X \frac{\text{ВЫЧ}}{2-3} + \Delta X \frac{x}{2-3} = + 17,22 + 0,08 = + 17,30$$



$$\Delta X_{3-4}^{\text{ИСП}} = \Delta X_{3-4}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta X_{3-4}^{\text{X}} = -374,75 + 0,06 = -347,69$$

$$\Delta X_{4-5}^{\text{ИСП}} = \Delta X_{4-5}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta X_{4-5}^{\text{X}} = -192,99 + 0,06 = -192,93$$

$$\Delta X_{5-1}^{\text{ИСП}} = \Delta X_{5-1}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta X_{5-1}^{\text{X}} = +108,00 + 0,07 = +108,07$$

$$+540,62$$

$$-540,62$$

---


$$\mathbf{0,00}$$

**По оси «У» исправленные  $\Delta Y$ :**

$$\Delta Y_{1-2}^{\text{ИСП}} = \Delta Y_{1-2}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta Y_{1-2}^{\text{Y}} = +171,97 + 0,11 = +172,08$$

$$\Delta Y_{2-3}^{\text{ИСП}} = \Delta Y_{2-3}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta Y_{2-3}^{\text{Y}} = +482,00 + 0,11 = +482,11$$

$$\Delta Y_{3-4}^{\text{ИСП}} = \Delta Y_{3-4}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta Y_{3-4}^{\text{Y}} = -22,79 + 0,08 = -22,71$$

$$\Delta Y_{4-5}^{\text{ИСП}} = \Delta Y_{4-5}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta Y_{4-5}^{\text{Y}} = -253,49 + 0,08 = -253,41$$

$$\Delta Y_{5-1}^{\text{ИСП}} = \Delta Y_{5-1}^{\text{ВЫЧ}} + \Delta Y_{5-1}^{\text{Y}} = -378,16 + 0,10 = -378,06$$

$$+654,19$$

$$-654,19$$

---


$$\mathbf{0,00}$$

## 6. Вычисление координат точек полигона

Для вычисления координат точек должны быть известны координаты исходной точки.

С этой целью осуществляется геодезическая привязка полигона к пунктам опорной геодезической сети. Если нет возможности для такой привязки, то условно координаты исходной точки берту равным нулю, т.е.  $X_I = 0,00$   $Y_I = 0,00$

$$\mathbf{X_{n+1} = X_n + \Delta X_n} \quad (10)$$

$$\mathbf{Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_n} \quad (11)$$

**Где:**

$X_{n+1}$ ,  $Y_{n+1}$  - координат последующей точки;

$X_n, Y_n$  – координаты предыдущей точки;  
 $\Delta X, \Delta Y$  – приращения координат между этими точками.

**По формуле (10) определяем:**

$$X_1 = 0,00$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2} = 0,00 + 415,25 = +415,25$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{2-3} = +415,25 + 17,30 = +432,55$$

$$X_4 = X_3 + \Delta X_{3-4} = +432,55 + (-347,69) = +84,86$$

$$X_5 = X_4 + \Delta X_{4-5} = 84,86 + (-192,93) = -108,07$$

**Далее для контроля вычисляются координаты точки;**

$$X_1 = X_5 + \Delta X_{5-1} = -108,07 + 108,07 = 0,00$$

**По оси Y:**

$$Y_1 = 0,00$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2} = 0,00 + 172,08 = +172,08$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{2-3} = +172,08 + 482,11 = +654,19$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{3-4} = +654,19 + (-22,71) = +631,48$$

$$Y_5 = Y_4 + \Delta Y_{4-5} = +631,48 + (-253,42) = +378,06$$

**Далее для контроля вычисляются координаты точки 1;**

$$Y_1 = Y_5 + \Delta Y_{5-1} = -378,06 + (-378,06) = 0,00$$

Вычисленные координаты точки 1 должны в точности равняться координатам этой же точки, взятым в начале вычисления координат. В противном случае в приращениях допущены ошибки, которые, следует устранить.

## **7. Составление плана участка.**

При составлении участка на листе чертежной бумаги формата (297x210) наносится сетка квадратов. Размер квадратов для учебных целей можно принять за 2 см. Сетка квадрата должна быть нанесена так, чтобы сторона квадратов и их диагонали отклонялись от заданных не более 0,1 – 0,2 мм. После того как будет построена сетка квадратов,

необходимо по концам линий сетки написать абсциссы и ординаты этих линий. Соответственно вычисленным координатам, размерам сторон квадратной сетки и масштабу плана. При этом абсциссы располагаются по вертикальной линии плана, а ординаты по горизонтальной линии. В нашем примере масштаб плана 1:5000, а размер квадрата 2см. учитывая на приложенном рисунке 3 абсциссы расположены по вертикали вверх от 0 до 500м и от 0 до 200м вниз. Ординаты - по горизонтали вправо от 0 до 700м.

Начало координат лежит на пересечении этих линий и имеет координаты  $X=0,00$ ,  $Y=0,00$ .

Точка «1» обозначается кружочком диаметром 1,2мм.

Вторая точка имеет координаты  $X=+415,25$ ;  $Y=+172,08$ .

Чтобы получить на плане точку «2» надо отложить в масштабе от абсциссы «0» отрезок равный  $415,25:50=18,3\text{см}$  и от ординаты «0» отрезок равный  $172,08:50=3,4\text{см}$ .

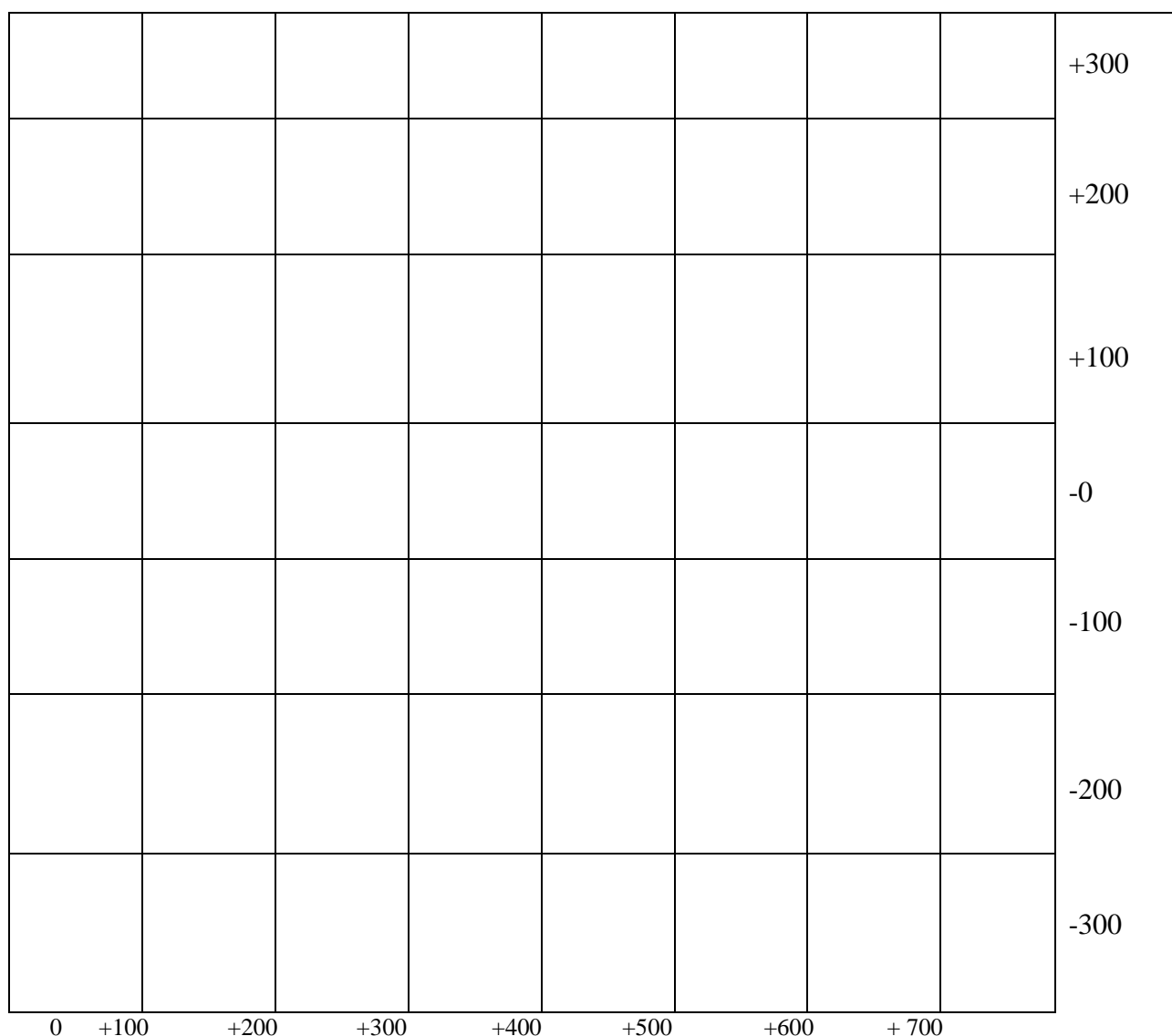
В точке пересечений этих двух прямых линий будет находится точка «2». Таким же образом наносятся остальные точки. Контролем правильности построения точек может служить измерение длин линий между соответствующими точками в масштабе плана. Так, например, длина линии между точками 1-2 равна 449,37м. Измерив циркулем отрезок между точками 1-2 мы получим  $d=9,00 \times 50 = 450,00\text{м}$  на местности.

## ПЛАН УЧАСТКА

### СОСТАВЛЕННЫЙ ПО МАТЕРИАЛАМ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ

Масштаб 1: 5000

								+500
								+400



Расхождение допускается в пределах 0,1 – 0,2м. при больших расхождениях нужно проверить правильность накладки точек и точность построения сетки квадратов. При этих построениях длина линии снимается с поперечного масштаба циркулем измерителем. подробности местности наносятся в соответствии с данными абриса теодолитной съемки.

### Литература

1. С.Д. Дубов, А.Н. Поляков, геодезия , М. Агропромиздат, 1988.
2. С.Д. Дубов, А.Н. Поляков, Практикум по геодезия, М. Агропромиздат, 1990.
3. Методические указания для студентов –заочников по специальности Лесное и лесопарковое хозяйство,2000.

