

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«КОЛЛЕДЖ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

**ПРАКТИКУМ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

ОП.05 Основы инженерной геодезии

Специальность: 08.02.02 Строительство и эксплуатация
инженерных сооружений

Москва, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие №1

Построение поперечного и линейного масштабов. Определение длин линий, заданных на топографической карте, откладывание отрезков.....3

Практическое занятие №2

Определение прямоугольных и географических координат. Измерение углов на топографической карте транспортиром.....10

Практическое занятие №3

Определение по горизонталям высот точек, уклонов линий, крутизны скатов.....14

Практическое занятие №4

Определение по карте географических и магнитных азимутов, дирекционных углов заданных направлений. Решение прямой и обратной геодезической задачи..... 21

Самостоятельная работа обучающихся №1

Изучение условных знаков для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 и топографических карт масштаба 1:10000.....33

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1
ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО И ЛИНЕЙНОГО МАСШТАБОВ.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИН ЛИНИЙ, ЗАДАННЫХ НА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ,
ОТКЛАДЫВАНИЕ ОТРЕЗКОВ.

Цель работы: изучить виды масштабов, научиться пользоваться различными видами масштабов.

Общие сведения

Масштаб - отношение длины линии на плане или карте к длине горизонтального проложения соответствующей линии на местности.

Горизонтальное проложение - это проекция линии местности на горизонтальную плоскость.

Масштабы подразделяются на численный, именованный, линейный и поперечный.

Численный масштаб - дробь с числителем и знаменателем, показывающим степень уменьшения горизонтального проложения при изображении его на карте или плане. На топографических картах численный масштаб подписывается внизу листа карты в виде 1:М, например 1:10 000. Масштаб 1:10 000 означает, что 1 см на плане соответствует 10 000 см (100 м) на местности.

Именованный масштаб выражает в словесной форме количество метров или километров, соответствующее 1 см карты или плана, например «в 1 сантиметре 50 метров», что соответствует численному масштабу 1:5 000.

Линейный масштаб представляет собой график в виде отрезка прямой, разделенного на равные части, называемые **основанием масштаба**, с подписанными значениями, соразмерными длинам линий на местности. Он является графическим представлением численного масштаба.

Поперечный масштаб - это графический масштаб в виде номограммы, применяется для измерений и построений повышенной точности. Как правило, поперечный масштаб гравирован на металлических пластинах, линейках и транспортирах. Принцип построения следующий: на прямой АБ откладывают несколько оснований масштабов, равных 2 см; затем из концов оснований восстанавливают перпендикуляры длиной 2-3 см; крайние перпендикуляры делят на десять равных отрезков и через них проводят прямые, параллельные АБ (рис. 1.1).

Крайнее левое основание (снизу и сверху) делят также на 10 равных частей. Затем точку О основания соединяют с точкой Г, а через остальные точки (от 1 до 9) деления основания проводят наклонные линии, параллельные ОГ. Полученные линии называют **трансверсалиями**. Построенный таким образом масштаб с основанием 2 см называется нормальным или сотенным поперечным масштабом.

В треугольнике ГОС имеем 10 подобных треугольников. Величина основания каждого малого треугольника находится в зависимости от отношения его высоты к высоте треугольника ГОС. Отсюда следует, что основания малых треугольников дают возможность определить сотые доли от основания масштаба, т.е. в первом малом треугольнике его основание

составляет 0,01 основания АО и называется наименьшим делением поперечного масштаба. Основания второго, третьего и следующих малых треугольников соответственно составляют 0,02, 0,03 и т.д. от основания масштаба.

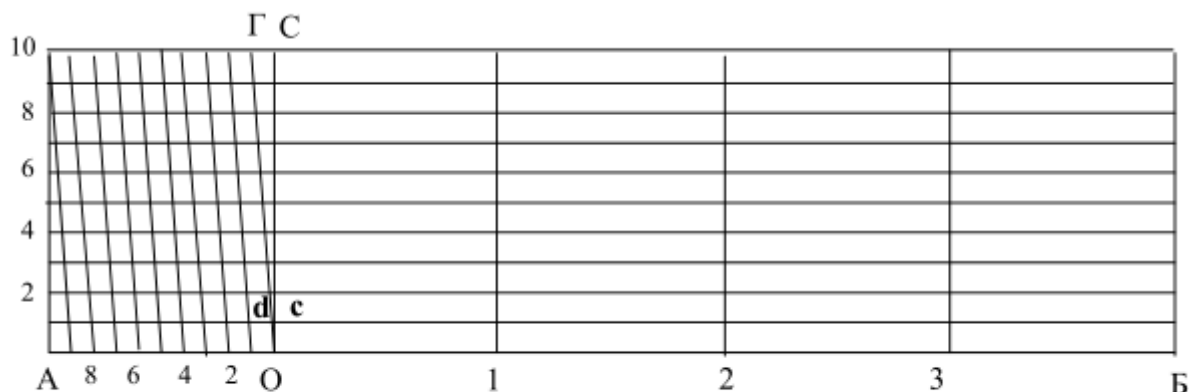


Рис. 1.1. Поперечный сотенный масштаб

Так, например, на поперечном сотенном масштабе 1:2 000, вправо от нуля, основаниям придаются значения: 40, 80, 120, 160 м. Слева от нуля, через одно значение, подписывают: 8, 16, 24, 32, 40 м. Строят перпендикуляры влево и через одно значение подписывают основания малых треугольников согласно принятому масштабу основания: 0,8, 1,6, 2,4, 3,2, 4,0 м (рис. 1.3).

Точность масштаба - это предельная возможность измерения и построения отрезков на планах и картах, составляющая 0,1 мм. Соответствующее ей число метров местности в масштабе плана или карты представляет собой предельную точность данного масштаба. Так, для карты масштаба 1:25 000 точность составит 2,5 м, для карты 1:10 000 - 1 м и т.д.

Задания

1. Рассчитать горизонтальное проложение линии на местности, соответствующее длине отрезка 2,4 см, на плане в масштабе 1:2 000.
2. Рассчитать длину отрезка, соответствующую горизонтальному проложению линии на местности в 273,5 м, на плане в масштабе 1:10 000.
3. Пользуясь линейным масштабом, определить длину отрезка на плане в масштабе 1:2 000, соответствующую измеренному расстоянию линии C^{\wedge} на местности. Расстояние равно 96 м.
4. Пользуясь поперечным масштабом, определить длину на плане в масштабе 1:2 000, соответствующую измеренному расстоянию линии EP на местности, равному 84,5 м.
5. Определить предельную точность масштаба для топографического плана в масштабе 1:2 000.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Для определения горизонтального проложения линии на местности, если на топографическом плане масштаба 1:2 000 оно равняется 2,4 см, то умножим эту цифру на 2 000:

$$2,4 \cdot 2\,000 = 4\,800 \text{ (см)} = 48 \text{ (м)}.$$

Эту же задачу можно решить другим способом:

	масштаб			1:2		000,
в	1	см	-	2	000	см;
в	1	см	-	20	м,	тогда

$2,4 \cdot 20 = 48$ (м).

Задание 2. Для определения длины отрезка на топографическом плане масштаба 1:10 000 запишем общую формулу масштаба:

$$\frac{1}{M} = \frac{S_{пл}}{S_M}$$

где M - знаменатель численного масштаба;

$S_{пл}$ - длина горизонтального проложения линии на плане;

S_M - длина горизонтального проложения линии на местности. Поскольку для масштаба 1:10 000 в 1 см 100 м, то:

$$S_{пл} = \frac{S_M}{10000} = \frac{273,5}{100} = 2,735 \approx 2,7 \text{ (см.)}$$

Задание 3. Для определения горизонтального проложения линии на местности, равного 96 м, на топографическом плане масштаба 1:2 000 сначала строят линейный масштаб. Принцип построения следующий: прочерчивают прямую линию, на ней откладывают несколько отрезков, равных 2 см. Затем первый отрезок или основание делят на 10 частей, каждая десятая часть основания называется наименьшим делением; в конце каждого основания справа и слева от нуля подписывают длину линии соответственно численному масштабу (рис. 1.2).

Далее циркулем-измерителем устанавливают раствор ножек, т.е. правую ножку измерителя устанавливают на ближайшее целое деление, меньшее определяемого проложения, а левую ножку - на ноль. Раствор измерителя покажет отрезок, соответствующий на местности 80 м. Значит, необходимо отложить еще 16 м. Наименьшее деление равно 4 м, следовательно, требуемое расстояние складывается из 4 отрезков по 4 м.

Общая длина линии будет равна сумме расстояний от нуля до правой ножки измерителя и от нуля до левой ножки измерителя. Первое расстояние равно 80, второе 16 м. Общая длина составит 96 м (см. рис. 1.2).

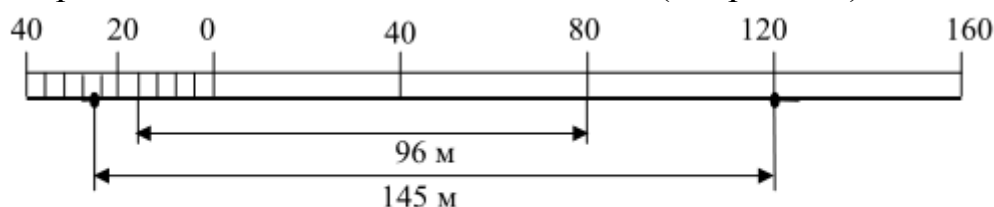


Рис. 1.2. Линейный масштаб 1:2 000

Недостатком линейного масштаба является то, что доли наименьшего деления отсчитываются на глаз. Например, определим в линейном масштабе 1:2000 горизонтальное проложение линии на местности, соответствующее

отрезку, взятому с плана (см. рис. 1.2). Не меняя раствора, прикладывают измеритель к линейному масштабу. Для этого правую ножку циркуля-измерителя устанавливают на 120 м, тогда левая ножка определит число целых десятых делений от основания масштаба, т.е. $4 \cdot 6 = 24$ (м). Ножка циркуля удалена от 6-го деления к 7-му примерно на 0,25 наименьшего деления, что соответствует: $4 \cdot 0,25 = 1$ (м). Следовательно, общая длина составит: $120 + 24 + 1 = 145$ (м).

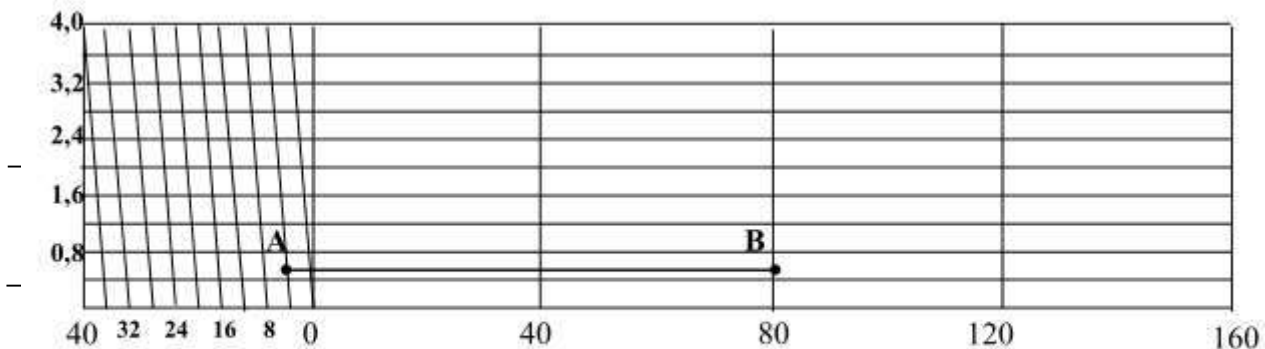


Рис. 1.3. Поперечный сотенный масштаб 1:2 000

Задание 5. Точностью масштаба называется наименьшая длина линии на местности, меньше которой на плане или карте нельзя различить невооруженным глазом отдельные детали местности, она составляет 0,1 мм в масштабе карты или плана. Для масштаба 1:2 000 она составит:

1 см - 20 м, 1 мм - 2 м, 0,1 мм - 0,2 м.

Контрольные задания для самостоятельной работы

Задание 1. Рассчитать горизонтальное проложение линии на местности, соответствующее длине отрезка на топографическом плане (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Данные для задания 1

№ варианта	Длина линии на плане, см	Масштаб плана	№ Варианта	Длина линии на плане, см	Масштаб плана
1	2,4	1:1	7	5,2	1:1
2	3,5	1:10	8	3,8	1:500
3	4,1	1:50	9	4,8	1:5
4	1,7	1:5	10	3,2	1:2
5	3,7	1:10	11	3,8	1:10
6	2,9	1:2	12	2,9	1:5

Задание 2. Рассчитать длину отрезка, соответствующую горизонтальному проложению линии АВ на местности, на карте или плане (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Данные для задания 2

№ варианта	Длина линии АВ на плане	Масштаб	№ Вар	Длина линии АВ на местности, м	Масштаб
1	273,5	1:10	7	263,0	1:10
2	175,4	1:25	8	445,5	1:5
3	371,2	1:2	9	177,5	1:10
4	457,5	1:10	10	473,5	1:5
5	478,0	1:25	11	183,0	1:10
6	173,5	1:5	12	478,5	1:5

Задание 3. Пользуясь линейным масштабом, определить на топографическом плане или карте длину отрезка, соответствующую измеренному расстоянию линии С[^] на местности (табл. 1.3).

Таблица 1.3.

Данные для задания 3

№ вар	Длина линии АВ на местности, м	Масштаб	№ Вар	Длина линии АВ на местности, м	Масштаб
1	276	1:10	7	965	1:1
2	364	1:5	8	3 570	1:50
3	796	1:10	9	780	1:10
4	1150	1:25	10	240	1:10
5	1250	1:25	11	845	1:10
6	97	1:1	12	2 520	1:25

Задание 4. Пользуясь поперечным масштабом, определить на топографическом плане или карте длину, соответствующую измеренному расстоянию линии ЕР на местности (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Данные для задания 4

№ вар	Длина линии АВ на местности, м	Масштаб	№ Вар	Длина линии АВ на местности, м	Масштаб
1	84,5	1:1	7	74,3	1:2
2	93,5	1:2	8	84,5	1:10
3	25,40	1:50	9	35,60	1:50
4	22,30	1:1	10	22,30	1:1
5	15,40	1:50	11	20,40	1:1
6	17,20	1:50	12	20,40	1:1

Задание 5. Определить предельную точность масштаба для топографического плана (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Данные для задания 5

№ вари	Масштаб плана	№ вари	Мас штаб	№ варианта	Мас штаб
1	1:500	5	1:5	9	1:1
2	1:500	6	1:10	10	1:2
3	1:10 000	7	1:50	11	1:1
4	1:2 000	8	1:2	12	1:2

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ И ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ТОЧЕК. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ НА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ ТРАНСПОРТИРОМ.

Задание 1.

Определение прямоугольных и географических координат точек.

Цель работы: научиться определять географические и прямоугольные координаты по топографической карте. Определить дирекционный угол и географический азимут направлений по топографической карте.

Общие сведения

Географические координаты заданной точки определяются следующим способом. На листе карты, соединяя одноименные значения интервалов минутной рамки, проводят по выверенной линейке ближайšie к заданной точке линии южной параллели и западного меридиана, после чего определяют их градусную величину. Географические координаты заданной точки определяют по формулам:

$$\varphi = \varphi_{\text{ЮЖ}} + \Delta\varphi,$$

$$\lambda = \lambda_{\text{ЗАП}} + \Delta\lambda,$$

где $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ - приращения координат точки до линий с известными значениями географических координат.

Для определения приращений координат, с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки по карте определяют отрезки $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$, а по минутной рамке определяют расстояния a и b , соответствующие определенным интервалам минут или секунд по широте и долготе. Приращения координат определяют по формулам:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta a \cdot 60''}{a},$$

$$\Delta\lambda = \frac{\Delta b \cdot 60''}{b},$$

Где a – размер минуты по широте, мм;

b – размер минуты по долготе, мм.

Например, для точки 1 (рис. 4.1) широта ближайшей южной параллели $\varphi_{\text{ЮЖ}}=54^{\circ}41'$, долгота западного меридиана $\lambda_{\text{ЗАП}}=18^{\circ}02'$.

Для контроля определения координат на карте проводят ближайšie к заданной точке линии северной параллели и восточного меридиана. После аналогичных измерений географические координаты вычисляют по формулам:

$$\varphi = \varphi_{\text{СЕВ}} - \Delta\varphi,$$

$$\lambda = \lambda_{\text{ВОСТ}} - \Delta\lambda.$$

Расхождение между двумя определениями не должно превышать 0,1".

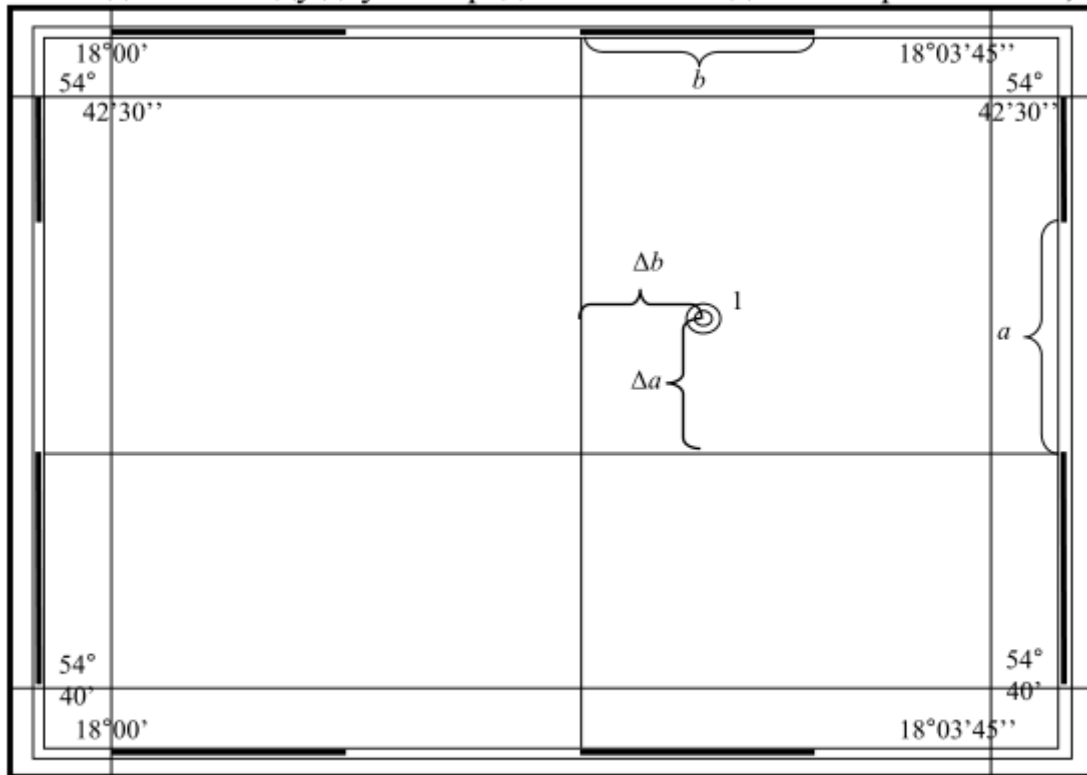


Рис. 4.1. Определение географических координат по топографической карте

Прямоугольные координаты точек определяют на основе линий координатной сетки (рис. 4.2). Первоначально координаты юго-западного угла, в котором находится заданная точка, выражая их значения в метрах. Из заданной точки опускают перпендикуляры на южную и западную стороны квадрата и измеряют их длину в масштабе карты или плана, получая таким образом значения приращений координат Δx и Δy . Прямоугольные координаты вычисляют по формулам:

$$X = X_{\text{ЮЖ}} + \Delta x,$$

$$Y = Y_{\text{ЗАП}} + \Delta y.$$

Например, для точки 2: $X_{\text{ЮЖ}}=6\ 067\ 000$ и $Y_{\text{ЗАП}}=4\ 311\ 000$ м. Контроль осуществляют путем аналогичного измерения приращений от данной точки до северной и восточной сторон квадрата по формулам:

$$X = X_{\text{СЕВ}} - \Delta x,$$

$$Y = Y_{\text{ВОСТ}} - \Delta y.$$

Если расхождение не превышает величины $3M \cdot 10^{-4}$, то за окончательный результат принимают среднее арифметическое значение.

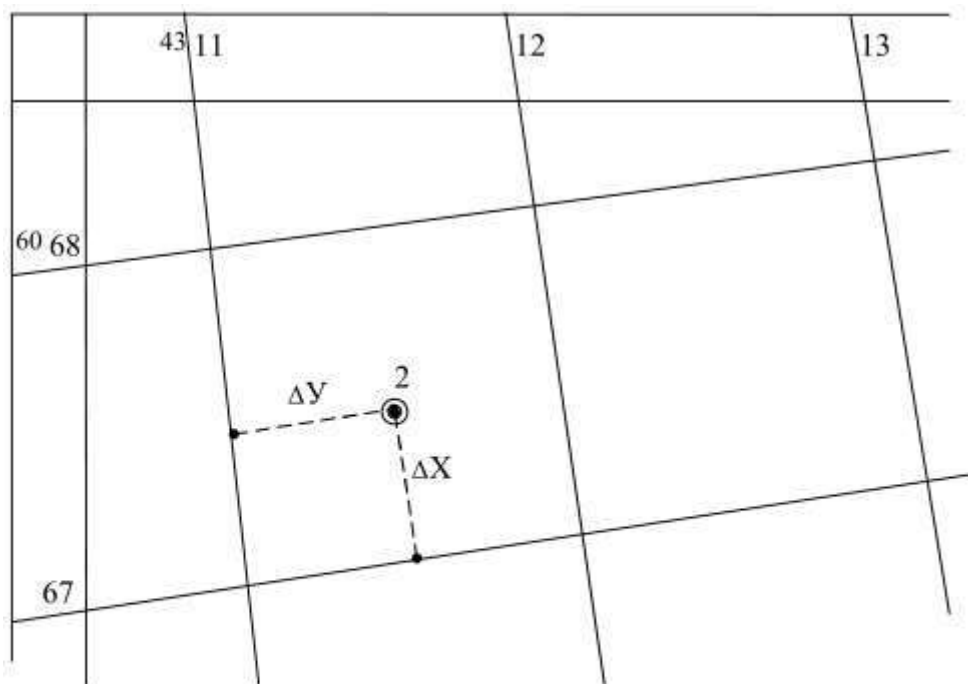


Рис. 4.2. Определение прямоугольных координат по топографической карте

Задание 2.

Измерение углов на топографической карте транспортиром.

Измерить при помощи геодезического транспортира внутренние углы замкнутого полигона. Записать значения углов в табл.№1.

Таблица измеренных углов №.

№ Точек	Измеренные углы	Поправки	Исправленные углы
1	110°57'	+1'	110°58'
2	108°34'	0'	108°34'
3	105°53'	0	105°53'
4	104°12'	0	104°12'
5	110°23'	0	110°23'

$$\Sigma\beta_{\text{пр.}} = 539^{\circ}59'00''$$

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^{\circ}(n-2) = 540^{\circ}$$

$$f\beta = \Sigma\beta_{\text{ПР}} - \Sigma\beta_{\text{Т}} = -1'$$

$$\Sigma\beta_{\text{испр}} = \Sigma\beta_{\text{Теор}}$$

Произвести уравнивание (увязку) измеренных внутренних углов замкнутого полигона.

Подсчитать фактическую сумму всех измеренных углов - $\Sigma\beta_{\text{ПР}}$. Теоретическая сумма углов плоского многоугольника вычисляется по формуле:

$$\Sigma\beta_{\text{Теор}} = 180^\circ(n-2);$$

где n количество углов в многоугольнике.

Затем вычислить угловую невязку, как разность практического и теоретического значений:

$$f\beta = \Sigma\beta_{\text{ПР}} - \Sigma\beta_{\text{Теор}}$$

Сравнить полученное значение с допустимой угловой невязкой, вычисляемой по формуле:

$$f\beta_{\text{доп}} = \pm 5' n .$$

Если полученная угловая невязка не превышает допустимого значения:

$$f\beta \leq f\beta_{\text{доп}},$$

то далее увязать измеренные углы введением в них поправок.

Поправки распределить на все углы поровну, со знаком обратным невязке. Если поправки поровну распределить не получается, то большие поправки вносят в углы между самыми короткими сторонами.

Сумма поправок должна точно равняться невязке с обратным знаком:

$$\Sigma\delta = -f\beta.$$

Записать исправленные углы, суммируя их, проконтролировать вычисления. Сумма исправленных углов должна равняться теоретической сумме углов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ГОРИЗОНТАЛЯМ ВЫСОТ ТОЧЕК, УКЛОНОВ ЛИНИЙ,
КРУТИЗНЫ СКАТОВ.

Цель работы: научиться определять отметки точек по топографической карте, вычислять превышения, уклоны. Строить продольный профиль.

Общие сведения

Рельеф местности - совокупность различных по форме неровностей (понижений и повышений) на физической поверхности Земли. В зависимости от абсолютного значения высот местности различают равнинную, холмистую и горную местности.

Горная местность представляет собой систему прямолинейных или дугообразных горных цепей высотой 500 м и выше над уровнем моря.

Холмистая местность представляет собой резко выраженное чередование возвышенностей и понижений с разностью высот до 200 м.

Равнинная местность представляет собой горизонтальную или с небольшим наклоном плоскую поверхность Земли, имеет слабовыраженные формы рельефа.

Основные формы рельефа: гора, котловина, лощина, хребет, седловина.

Гора - это возвышенность конусообразной формы, наивысшая точка которой называется вершиной. Вершина в виде площадки - плато, вершина остроконечной формы - пик. Боковая поверхность состоит из скатов, линия их слияний с окружающей местностью - подошва, или основание горы. Ее разновидности: курган, холм, бугор, сопка и т.д. (рис. 6.1).

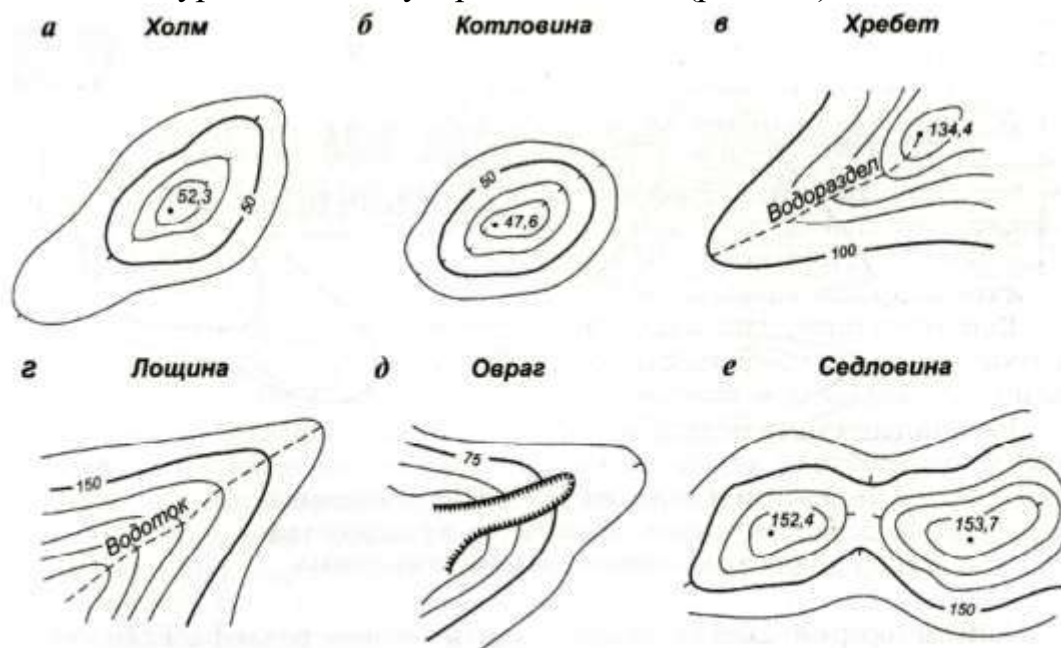


Рис. 6.1. Основные формы рельефа (по Покладу, Гридневу, 2007):

a – холм; *б* – котловина; *в* – хребет; *г* – лощина; *д* – овраг; *е* – седловина

Котловина - углубление в виде чаши. Самая низкая точка котловины - дно. Боковая поверхность состоит из скатов, линия слияния их с окружающей местностью - бровка.

Хребет - возвышенность, постепенно понижающаяся в одном направлении и имеющая два крутых ската, называемых склонами. Ось хребта между двумя склонами называется водораздельной линией или водоразделом. Если склоны хребта пересекаются под острым углом, то такой водораздел называют гребнем.

Лощина - вытянутое углубление местности, постепенно понижающееся в одном направлении. Ось лощины между двумя скатами называется водосливной линией или тальвегом. Разновидности лощины: долина - широкая лощина с пологими склонами; овраг - узкая лощина с почти отвесными склонами; промоина - узкое углубление с крутыми, обнаженными склонами, образующимися под действием воды; балка - заросший овраг.

Терраса (уступ) - ровная, почти горизонтальная площадка на скате хребта или горы.

Седловина - пониженная часть водораздела, расположенная между двумя смежными вершинами и между двумя лощинами, расходящимися в противоположные стороны.

Характерные точки рельефа - вершина горы, дно котловины, самая низкая точка седловины.

Характерные линии рельефа - водораздел и тальвег.

Горизонталь - кривая линия на плане, все точки которой имеют равные отметки на местности. Основные свойства горизонталей: 1) все точки местности, лежащие на одной горизонтали, имеют равные отметки; 2) горизонтали не могут пересекаться на плане, т.к. лежат на разных высотах (исключение - горные районы, когда изображают нависший утес; 3) горизонтали являются непрерывными замкнутыми линиями.

Высота сечения рельефа - расстояние между горизонталями по высоте.

Заложение - расстояние между горизонталями на плане или карте.

Определение отметок местности по горизонталям

Высота точки на местности - расстояние по отвесной линии от условной поверхности Земли, принятой за начало, до данной точки, обозначается Н.

Отметка точки - численное значение высоты точки.

Превышение - разность высот последующей и предыдущей точек, вычисляется по формуле:

$$\Delta H = h = H_2 - H_1,$$

где $h, \Delta H$ – превышение между точками, м;
 H_1, H_2 – отметки высот точек, м.

$$H_K = H_m + h_1,$$

где h_1 – превышение точки К над точкой m .

Высота сечения рельефа составит (рис. 6.2), м:

$$h = H_n - H_m = 70 - 60 = 10.$$

Т. о.,

$$\frac{h_1}{h} = \frac{Km}{mn},$$

откуда

$$h_1 = h \frac{Km}{mn}.$$

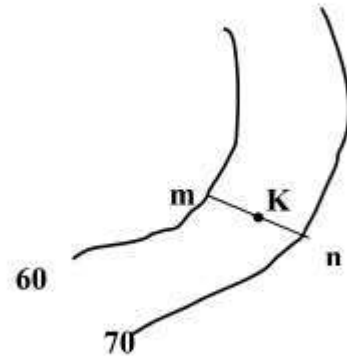


Рис. 6.2. Определение отметок точек

Если искомая точка расположена на горизонтали, то ее высота равна высоте этой горизонтали. Если точка К лежит между горизонталями, то, чтобы узнать ее высоту, через нее проводят отрезок tn , по возможности перпендикулярный к двум соседним горизонталям. Измеряют отрезки Km и mn . Отрезку mn на плане соответствует высота сечения рельефа.

Определение уклона

Угол наклона – вертикальный угол V , образованный линией на местности и горизонтальной плоскостью.

Уклон – тангенс угла наклона линии на местности к горизонту. Выражается промилле (франц) – тысячная доля числа (рис. 6.3).

$$\operatorname{tg} v_{AB} = \frac{h_{AB}}{s_{AB}} = \frac{H_B - H_A}{s_{AB}},$$

где h_{AB} – высота сечения рельефа, м;

s_{AB} – заложение, м.

$$i_{AB} = \operatorname{tg} v_{AB}$$

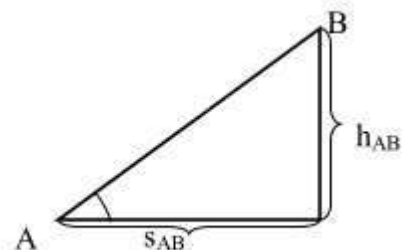


Рис. 6.3. Определение уклона линии

Проведение на плане линии заданного уклона.

Требуется через точки М и N провести кратчайшую линию так, чтобы уклоны отдельных ее участков не превышали заданного уклона i_0 . (рис. 6.4).

Заложение линии заданного уклона вычисляют по формуле:

$$d_0 = \frac{h}{i_{np}},$$

где d_0 – заложение линии заданного уклона;
 i_0 – проектный уклон.

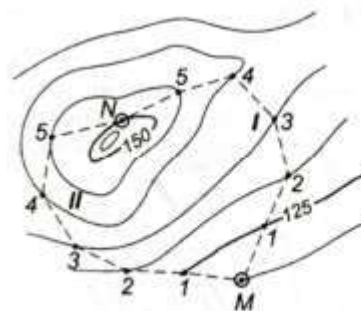


Рис. 6.4. Проведение линии заданного уклона

Построение профиля местности по заданной линии

Профиль - уменьшенное изображение вертикального разреза участка земной поверхности. Построение продольного профиля АВ на миллиметровой бумаге выполняется в следующем порядке:

- на плане прочерчивают линию АВ, в обе стороны от нее откладывают расстояние по 1 см и отграничивают участок прямоугольной формы (рис. 6.5);
- в нижней половине миллиметровой бумаги строят разграфку профиля по длине заданной линии АВ, слева от каждой графы подписывают ее название (рис. 6.6);
- с помощью измерителя наносят контуры ситуации с карты или плана в графу «План местности» и вычерчивают нанесенные объекты соответствующими условными знаками;
- на плане отмечают точки пересечения профильной линии с горизонталями и характерные точки перегибов местности, нумеруют их по порядку;

на профиле указывают вертикальный и горизонтальный масштабы его построения. В горизонтальном масштабе откладывают раствором измерителя расстояния между отмеченными точками (графа «Расстояния»), в вертикальном - отметки точек на перпендикулярах. Вертикальный масштаб, как правило, в 10 раз крупнее горизонтального

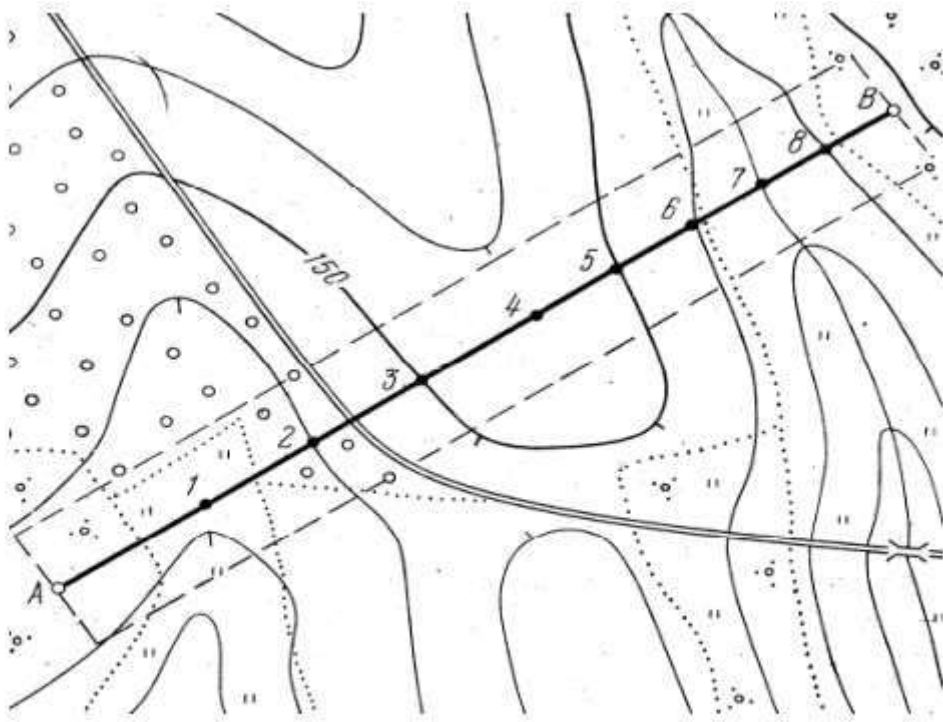


Рис. 6.5. План местности на линии построения продольного профиля
(по Неумывакину, 1985)

- раствором измерителя переносят расстояния между отмеченными точками в графу «Расстояния», одновременно по масштабной линейке определяют значения этих расстояний и записывают в соответствующие интервалы данной графы;

- по подписям горизонталей определяют отметки высот точек их пересечения с профильной линией, отметки высот характерных точек определяют интерполированием с округлением до 0,1 м, полученные значения записывают в графу «отметки высот»;

для верхней линии разграфки, принятой за условную уровенную поверхность, выбирают условное значение высоты с таким расчетом, чтобы чертеж был компактным. На перпендикулярах к верхней линии разграфки откладывают значения высот, уменьшенные на величину высоты условной уровенной поверхности. Концы отрезков соединяют прямыми линиями и получают профиль местности участка АВ.

- Вычисляют уклоны между точками профиля и выписывают их значения в тысячных долях единицы (например, 6 или 0,006). Направления уклонов показывают условными линиями, которые проводят в соответствующих интервалах от верхнего угла к нижнему (при отрицательном уклоне) и от нижнего к верхнему (при положительном уклоне).

Масштабы:
горизонтальный 1:1 000
вертикальный 1:100

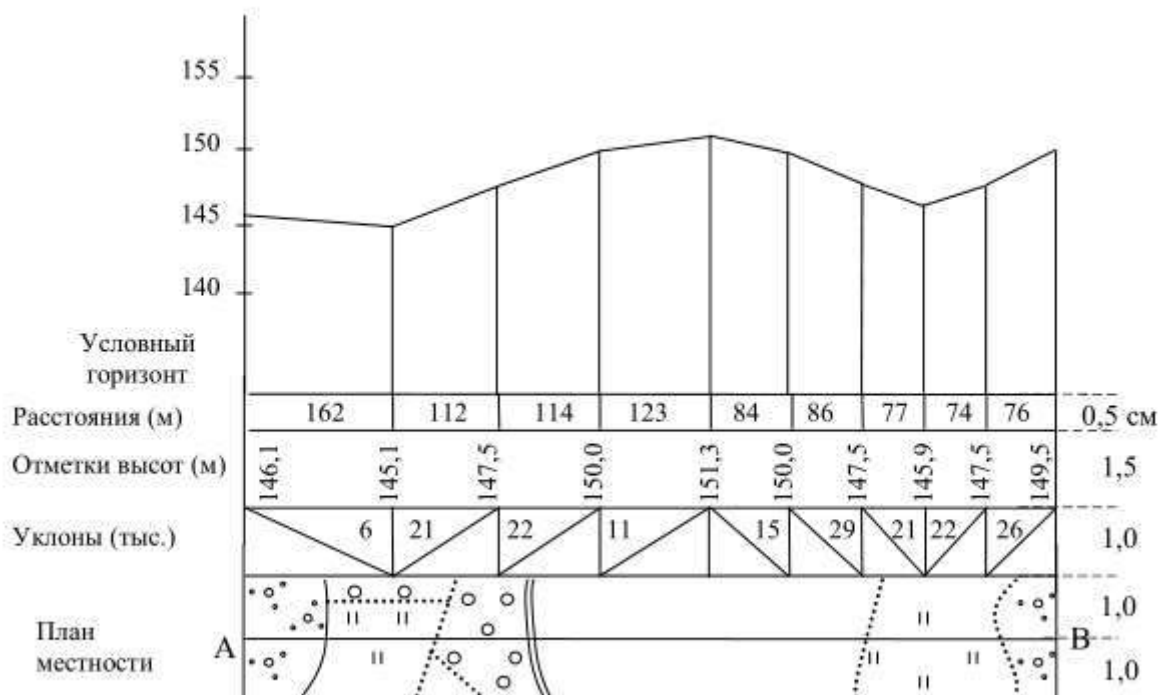


Рис. 6.6. Продольный профиль по линии АВ

Масштаб уклонов представляет собой номограмму для определения уклонов по карте или плану, строится следующим образом. Определяется горизонтальное проложение для различных значений i (например, 0,02; 0,04; 0,06 и т.д.) по формуле:

$$s = \frac{h}{i}$$

Затем откладывают их на соответствующих перпендикулярах к прямой линии, через равные произвольные промежутки. Концы перпендикуляров соединяют плавной кривой (рис. 6.7).

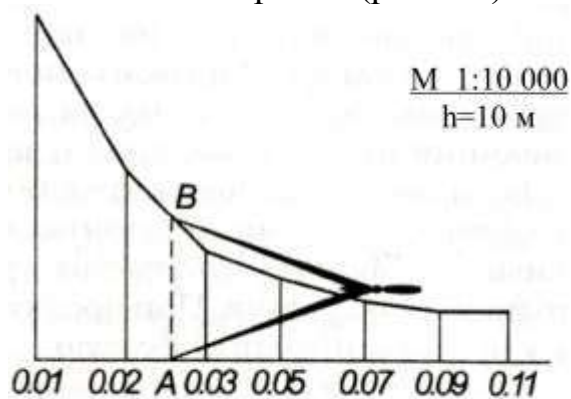


Рис. 6.7. Масштаб уклонов

Масштаб заложений - представляет собой номограмму для определения углов наклона по карте или плану, строится следующим образом. Определяется горизонтальное проложение для различных углов наклона (например, 1, 2, 3° и т.д.) по формуле (рис. 6.8) $s=h \operatorname{ctg} \alpha$.

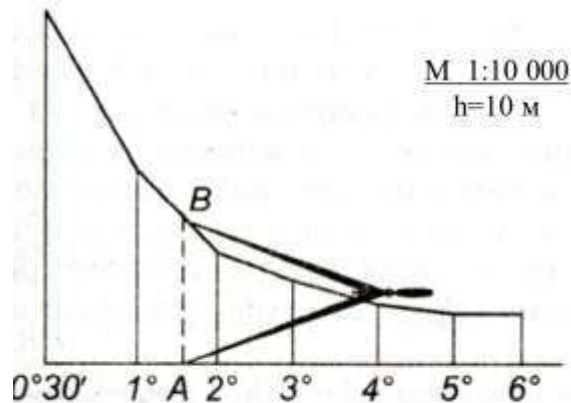


Рис. 6.8. Масштаб заложений

Затем откладывают их на соответствующих перпендикулярах к прямой линии через равные произвольные промежутки. Концы перпендикуляров соединяют прямыми линиями.

Задания

1. По топографической карте определить отметки точек, вычислить уклоны линий, определить их превышения.
2. Построить продольный профиль по топографической карте.

Порядок выполнения работы

Задание 1. По топографической карте, полученной в работе № 4, определить высоты всех вершин полигона, вычислить значения уклонов по сторонам полигона.

Задание 2. На миллиметровой бумаге построить продольный профиль по линии, указанной на топографической карте, полученной в работе №4.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО КАРТЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ АЗИМУТОВ, ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ ЗАДАННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ. РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ.

1. Определение по карте географических и магнитных азимутов, дирекционных углов заданных направлений.

Цель работы: научиться вычислять дирекционный угол, географический и магнитный азимуты, определять дирекционный угол и румбы направлений линий.

Общие сведения

Ориентировать линию - значит определить ее направление относительно другого, принятого за начальное. В геодезии за начальное направление принимают:

- географический (истинный) меридиан точки;
- осевой меридиан зоны;
- магнитный меридиан точки.

Ориентирный угол - угол между начальным направлением и направлением данной линии, отсчитанный по ходу часовой стрелки.

Магнитный меридиан - проекция оси свободно подвешенной стрелки на уровенную поверхность.

Осевой меридиан - средний меридиан зоны в проекции Гаусса.

Горизонтальный угол - линейный угол двугранного угла между отвесными проектирующими плоскостями, проходящими соответственно через стороны угла на местности, отсчитываемый по ходу часовой стрелки. Обозначается γ , изменяется от 0 до 360°.

Истинный (географический) азимут - горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления географического (истинного) меридиана, проходящего через данную точку, до направления данной линии по ходу часовой стрелки. Обозначается A , изменяется от 0 до 360° (рис. 2.1а).

Сближение меридианов - горизонтальный угол между касательными к двум меридианам, проходящим через две данные точки, лежащие на одной параллели, называется сближением меридианов, обозначается γ и вычисляется по формуле:

$$\gamma = \Delta\lambda \cdot \sin\varphi = (\lambda_1 - \lambda_2) \sin\varphi,$$

где λ_1 и λ_2 – долготы меридианов, проходящие через пункты 1 и 2.

φ – широта параллели, на которой находятся пункты 1 и 2.

Гауссово сближение меридианов является частным случаем сближения меридианов, когда данный пункт находится в зоне проекции Гаусса и определяется по формуле:

$$\gamma_{\Gamma} = (L_i - L_0) \sin B_i,$$

где L_i – геодезическая долгота меридиана в i -м пункте,

L_0 – геодезическая долгота осевого меридиана зоны в проекции Гаусса,

B_i – геодезическая широта i -го пункта.

Значение γ положительное для всех точек зоны к востоку от осевого меридиана (восточное сближение) и отрицательное для всех точек, расположенных к западу (западное сближение).

Азимут прямой линии в разных ее точках имеет разные значения, т.к. меридианы непараллельны между собой. Азимут этой линии в точке С отличается от азимута линии в точке В на величину сближения меридианов точек В и С:

$$A_{CD} = A_{BC} - \gamma.$$

Различают прямое и обратное направления линии, например в точке С линии ВD прямое направление - CD, обратное направление - DC.

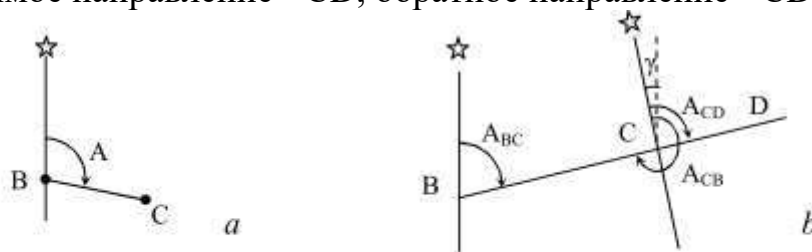


Рис. 2.1. Истинный азимут и сближение меридианов

$$A_{BC} = A_{CB} + 180^\circ + \gamma$$

Прямой и обратный азимуты линии в одной точке различаются ровно на 180° , однако, для разных точек линии это равенство не выполняется (рис. 2.1 б).

Магнитный азимут - горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана, проходящего через данную точку, до направления данной линии по ходу часовой стрелки. Обозначается A_M , изменяется от 0 до 360° (рис. 2.2).

Если северный конец магнитной стрелки отклоняется к востоку географического меридиана, то склонение считается восточным и положительным, если к западу, то западным и отрицательным.

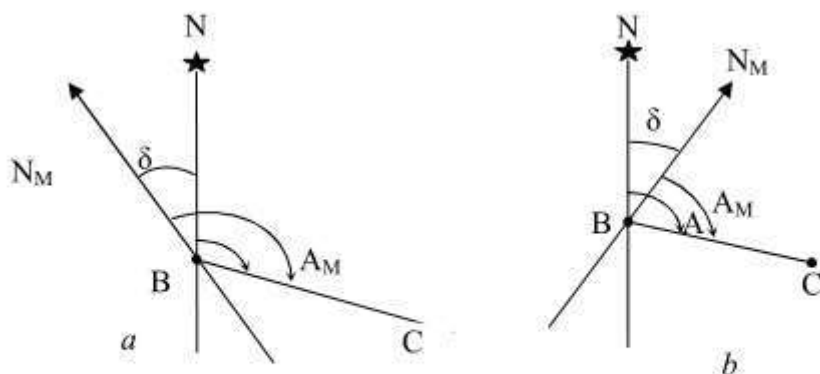


Рис. 2.2. Связь между истинным и магнитным азимутами:

a – при западном магнитном склонении,

б – при восточном магнитном склонении

Склонение магнитной стрелки - горизонтальный угол, на который магнитный меридиан отклоняется от истинного в данной точке, обозначается δ . Зависимость между магнитным и географическим азимутами определяется по формуле:

$$A = A_M + \delta.$$

Дирекционный угол - горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана зоны или линии, параллельной ему, до направления данной линии по ходу часовой стрелки. Обозначается α , изменяется от 0 до 360°.

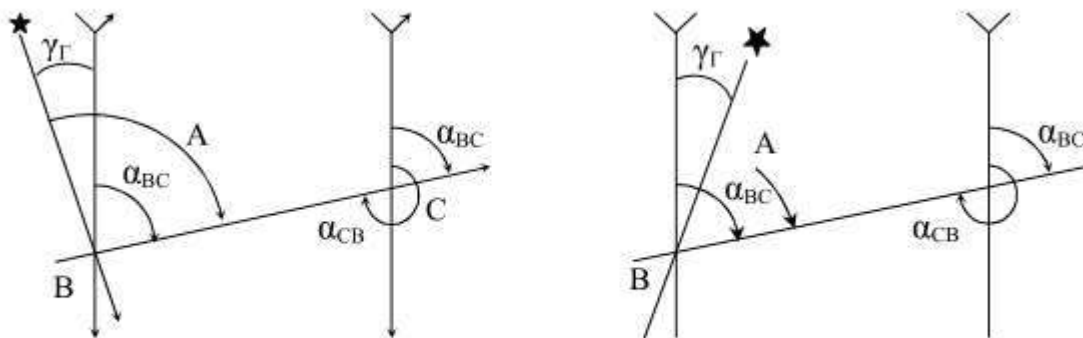


Рис. 2.3. Связь между дирекционным углом и истинным азимутом

Поскольку направление осевого меридиана для зоны одно, то дирекционный угол прямой линии отличается от обратного ровно на 180° и одинаков во всех ее точках. Связь географического азимута и дирекционного угла одной и той же прямой линии выражается (рис. 2.3, табл. 2.1):

$$A = \alpha + \gamma$$

Зависимость между горизонтальным углом и дирекционными углами его сторон, называемая передачей дирекционного угла на последующие стороны, имеет вид:

- дирекционный угол следующего направления равен дирекционному углу предыдущего плюс 180° и минус правый по ходу угол ($\beta_{пр}$) между этими направлениями (рис. 2.4):

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} + 180^\circ - \beta_{пр};$$

дирекционный угол следующего направления равен дирекционному углу предыдущего минус 180° и плюс левый по ходу ($\beta_{лев}$) угол между этими направлениями (рис. 2.4):

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} - 180^\circ + \beta_{лев}.$$

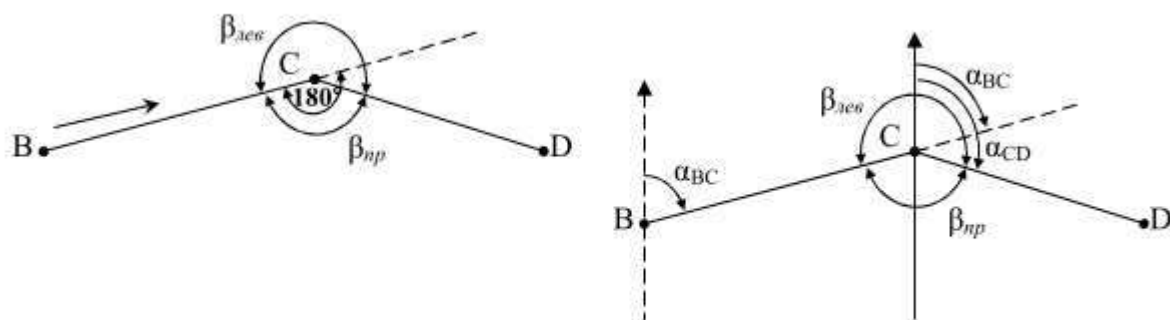


Рис. 2.4. Зависимость между горизонтальным углом и дирекционными углами его сторон

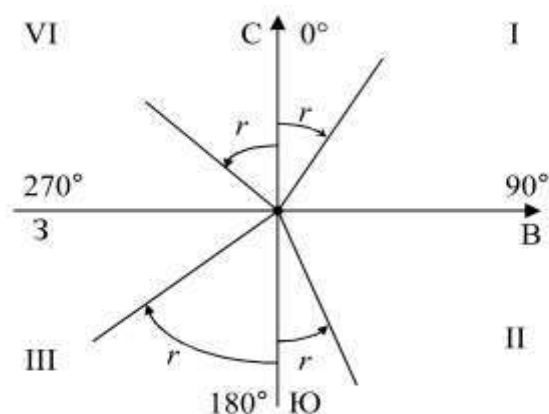


Рис. 2.5. Румбы направлений в разных четвертях

Румб - острый угол, отсчитываемый от ближайшего направления меридиана до направления данной линии. Обозначается r , изменяется от 0 до 90° (рис. 2.5). Название румба зависит от названия меридиана: географический, магнитный или дирекционный.

Таблица 2.1

Зависимость между азимутами, дирекционными углами и румбами

Четверть	Пределы изменения азимута	Название румба и формула	Формула азимута	Формула дирекционного угла
I	$0-90^\circ$	СВ: $r=A_1$	$A_1=r_1$	$\alpha_1=r_1$
II	$90-180^\circ$	ЮВ: $r_2=180^\circ-A_1$	$A_1=180^\circ-r_2$	$\alpha_2=180^\circ-r_2$
III	$180-270^\circ$	ЮЗ: $r_3=A_3-180^\circ$	$A_3=180^\circ+r_3$	$\alpha_3=180^\circ+r_3$
IV	$270-360^\circ$	СЗ: $r_4=360^\circ-A_4$	$A_4=360^\circ-r_4$	$\alpha_4=360^\circ-r_4$

Задания

1. Магнитный азимут линии АВ равен $65^\circ 30'$. Вычислите географический азимут линии, если склонение магнитной стрелки западное

5°30'. Нарисовать схему.

2. Дирекционный угол линии АВ равен 315°20'. Вычислите дирекционный угол линии ВА.

3. Истинный азимут линии АВ равен 245°30'. Вычислите истинный румб этой линии.

4. Вычислите дирекционный угол линии 3-4, если дирекционный угол линии 2-3 равен 75°00', а левый по ходу угол на точке 3 равен 95°20'.

5. Вычислите горизонтальный угол АВС, если дирекционный угол линии ВА равен 175°00' и дирекционный угол линии ВС равен 280°20'.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Пусть магнитный азимут линии АВ, $A_{AB}^M = 65^\circ 30'$, склонение магнитной стрелки западное, $\delta = -5^\circ 30'$, тогда географический азимут будет равен (рис. 2.6):

$$A_{AB}^{\Gamma} = A_{AB}^M + \delta = 65^\circ 30' - 5^\circ 30' = 60^\circ 00'.$$

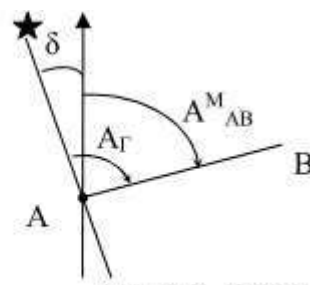


Рис. 2.6. Схема

Задание 2. Дирекционный угол прямой линии АВ, $\alpha_{AB} = 315^\circ 20'$, тогда обратный дирекционный угол линии ВА равен (рис. 2.7):

$$\alpha_{обр} = \alpha_{пр} - 180^\circ = 315^\circ 20' - 180^\circ = 135^\circ 20'.$$

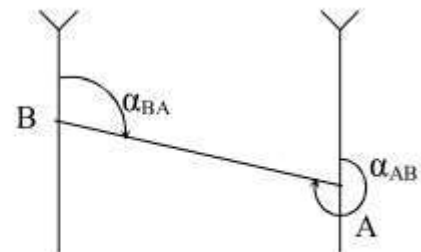


Рис. 2.7. Схема

Задание 3. Поскольку истинным азимутом линии АВ является

$A_{AB}^{\Gamma} = 245^\circ 30'$, и находится он в III четверти, т.е. $270^\circ > A_{AB}^{\Gamma} > 180^\circ$, то румб линии АВ определяется по формуле (рис. 2.8):

$$r = A_{AB}^{\Gamma} - 180^\circ = 245^\circ 30' - 180^\circ = 65^\circ 30',$$

ЮЗ: 65°30'.

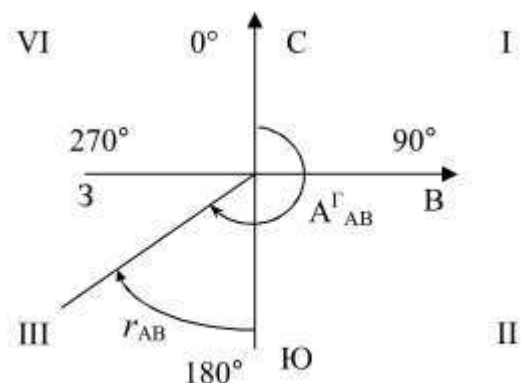


Рис. 2.8. Схема

Задание 4. Зависимость между горизонтальным углом и дирекционными углами его сторон имеет вид (рис. 2.9):

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} - 180^\circ + \beta_{лев}$$

$$\begin{array}{r} 75^\circ 00' \\ + 95^\circ 20' \\ \hline 175^\circ 20' \\ - 180^\circ 00' \\ + 360^\circ 00' \\ \hline 350^\circ 20' \end{array}$$

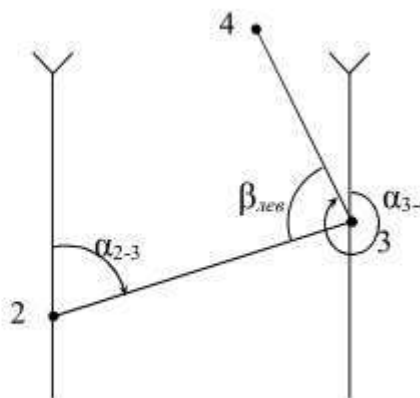


Рис. 2.9. Схема

Задание 5. Поскольку дирекционные углы линий ВА и ВС имеют общую точку В и являются прямыми, то горизонтальный угол АВС определяется следующим образом (рис. 2.10):

$$\angle ABC = \alpha_{BC} - \alpha_{BA} = 280^\circ 20' - 175^\circ = 105^\circ 20'$$

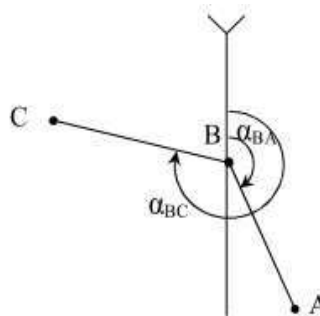


Рис. 2.10. Схема

Контрольные задания для самостоятельной работы

Задание 1. Вычислить географический азимут линии АВ по известному магнитному азимуту и магнитному склонению (табл. 2.2). Нарисовать схему.

Таблица 2.2

Данные для задания

№ варианта	Магнитный азимут	Склонение магнитной стрелки, δ	№ варианта	Магнитный азимут	Склонение магнитной стрелки, δ
1	65°10'	5°30' (западное)	7	44°10'	4°30' (восточное)
2	245°30'	6°30' (западное)	8	137°30'	8°15' (западное)
3	200°50'	6°35' (восточное)	9	269°40'	5°35' (западное)
4	289°30'	4°25' (восточное)	10	315°50'	2°35' (западное)
5	75°40'	6°50' (западное)	11	57°10'	5°15' (западное)
6	114°20'	5°20' (западное)	12	155°30'	6°15' (западное)

Задание 2. Определить дирекционный угол α_{BA} обратного направления линии АВ по известному дирекционному углу α_{AB} (табл. 2.3). Нарисовать схему.

Таблица 2.3.

Данные для задания 2

№ вари	α_{AB}	№ вари	α_{AB}	№ вари	α_{AB}
1	315°10'	5	217°5'	9	96°20'
2	237°40'	6	135°1'	10	162°40'
3	228°20'	7	32Г50	11	265°30'
4	355°50'	8	288°4'	12	342°50'

Задание 3. Вычислить истинный румб линии r_{CD} по известному истинному азимуту A_{CD} (табл. 2.4). Нарисовать схему.

Таблица 2.4.

Данные для задания 3

№ вари	A_{CD}	№ вари	A_{CD}	№ вариан	A_{CD}
1	245°30'	5	165°2'	9	145°3'
2	213°20'	6	227°2'	10	27Г20
3	105°20'	7	95°20'	11	283°4'
4	318°20'	8	294°2'	12	245°3'

Задание 4. Вычислить дирекционный угол линии 3-4, по известному дирекционному углу линии 2-3 и горизонтальному углу на точке (табл. 2.5). Нарисовать схему.

Таблица 2.5.

Данные для задания 4

№ варианта	α_{2-3}	β_3	№ варианта	α_{2-3}	β_3
1	75°00'	95°20' (левый по	7	42°30'	115°20' (правый по
2	14°5°00'	245°20' (левый по	8	71°00'	98°20' (левый по
3	12°3°00'	275°20' (левый по	9	93°40'	61°00' (правый по
4	68°00'	81°20' (правый по	10	137°10'	244°20' (левый по
5	17°3°00'	172°20' (левый по	11	172°20'	182°20' (правый по
6	15°7°00'	215°20' (левый по	12	55°30'	271°20' (левый по

Задание 5. Вычислить горизонтальный угол ABC по известным дирекционным углам линии ВА и линии ВС (табл. 2.6). Нарисовать схему.

Таблица 2.6.

Данные для задания 5

№ варианта	α_{BA}	α_{BC}	№ варианта	α_{BA}	α_{BC}	№ варианта	α_{BA}	α_{BC}
1	175°00'	280°20'	5	75°00'	205°20'	9	75°00'	205°20'
2	175°00'	280°20'	6	175°00'	280°20'	10	175°00'	280°20'
3	145°00'	215°20'	7	145°00'	215°20'	11	175°00'	280°20'
4	15°00'	95°20'	8	15°00'	95°20'	12	15°00'	95°20'

Задание 6. Вычислить дирекционный угол линии АВ по известному магнитному азимуту, магнитному склонению и сближению меридианов (табл. 2.7). Нарисовать схему.

Таблица 2.7.

Данные для задания 6

№ варианта	A_{AB}^M	δ	γ	№ варианта	A_{AB}^M	δ	γ
1	65°30'	6°30' (зап.)	2°30' (зап.)	7	112°30'	3°30' (вост.)	1°30' (вост.)
2	125°10'	3°30' (вост.)	2°30' (зап.)	8	144°30'	3°30' (вост.)	1°30' (вост.)
3	95°50'	1°20' (зап.)	5°50' (вост.)	9	44°30'	6°30' (зап.)	1°30' (зап.)
4	134°30'	4°20' (зап.)	2°30' (зап.)	10	215°30'	4°30' (вост.)	2°10' (зап.)
5	122°10'	5°20' (зап.)	3°30' (зап.)	11	172°10'	3°40' (зап.)	2°10' (вост.)
6	92°30'	2°30' (зап.)	1°30' (вост.)	12	194°10'	2°50' (вост.)	3°10' (зап.)

№	Координаты точки		№	Координаты точки		№	Координаты точки	
	φ	λ		φ	λ		φ	λ
1	10°41'	11°24'	9	42°47'	49°15'	17	74°34'	97°48'
2	14°23'	17°49'	10	46°51'	55°28'	18	78°39'	103°09'
3	18°12'	23°21'	11	50°12'	61°31'	19	82°42'	109°32'
4	22°26'	29°34'	12	54°19'	67°24'	20	86°48'	115°27'
5	26°28'	25°49'	13	58°21'	73°47'	21	10°37'	121°49'
6	30°30'	31°17'	14	62°28'	79°53'	22	14°17'	127°28'
7	34°21'	37°11'	15	64°30'	85°59'	23	18°35'	133°05'
8	38°56'	43°02'	16	70°25'	91°26'	24	22°52'	139°46'

2. Решение прямой и обратной геодезической задачи

Цель работы: научиться решать прямую и обратную геодезические задачи на плоскости.

Общие сведения

Прямая геодезическая задача состоит в том, чтобы определить координаты конечной точки X_2, Y_2 по известным координатам начальной точки X_1, Y_1 , горизонтальному проложению s_{1-2} и дирекционному углу α_{1-2} .

Рассмотрим наиболее простой случай, когда горизонтальное проложение АВ находится в I четверти и имеет северо-восточное направление и румб линии равен значению дирекционного угла (рис. 5.1).

$$x_2 = x_1 + (x_2 - x_1)$$

$$y_2 = y_1 + (y_2 - y_1)$$

Приращение координат линии - ортогональная проекция горизонтального проложения этой линии на оси ординат, их обозначают Δx и Δy :

$$\Delta x = x_2 - x_1,$$

$$\Delta y = y_2 - y_1,$$

тогда

$$x_2 = x_1 + \Delta x,$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y.$$

Приращения координат могут быть вычислены по дирекционному углу линии и ее горизонтальному проложению, являющемуся гипотенузой прямоугольного треугольника, в котором катеты - приращения координат и вычисляются по формулам:

$$\Delta x = s_{1-2} \cdot \cos \alpha_{1-2},$$

$$\Delta y = s_{1-2} \cdot \sin \alpha_{1-2}.$$

Приращения координат имеют знаки плюс или минус, в зависимости от знака косинуса или синуса дирекционного угла. При переходе от дирекционных углов к румбам:

$$\Delta x = s_{1-2} \cdot \cos r,$$

$$\Delta y = s_{1-2} \cdot \sin r.$$

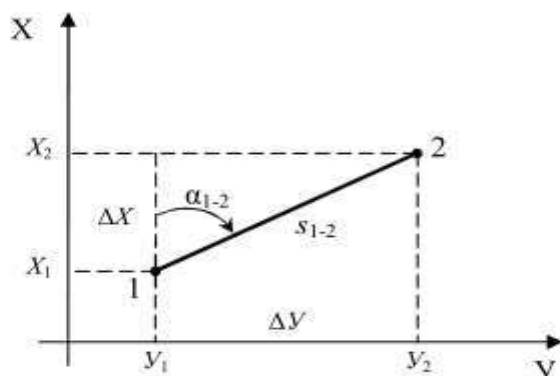


Рис. 5.1. Схема решения прямой и обратной геодезических задач на плоскости

В связи с тем, что значения тригонометрических функций всегда положительны, $\cos r$ и $\sin r$, т.к. $r < 90^\circ$, знаки приращений координат определяют в соответствии с названиями румбов.

По катетам прямоугольного треугольника, т.е. приращениям координат, можно вычислить дирекционный угол:

$$\operatorname{tg} \alpha_{1-2} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1},$$

тогда,

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

Эту же задачу можно решить другим способом:

$$s_{1-2} = \sqrt{\Delta x_2^2 + \Delta y_1^2}.$$

Искомый дирекционный угол α_{1-2} вычисляется по формулам:

$$\alpha = \operatorname{arccos} \frac{\Delta x}{s_{1-2}} = \operatorname{arcsin} \frac{\Delta y}{s_{1-2}}.$$

Задания

1. Определить прямоугольные координаты точки В, если координаты точки А: $x_A = 6\ 163\ 173,43$, $y_A = 9\ 492\ 631,12$, $\alpha_{AB} = 318^\circ 47'$, $s_{AB} = 673,56$ м.

2. Вычислить дирекционный угол α_{CD} и горизонтальное проложение s_{CD} , если прямоугольные координаты точек С и D составляют $x_C = 6\ 319\ 281,1$, $y_C = 9\ 540\ 014,2$; $x_D = 6\ 323\ 061,6$, $y_D = 9\ 542\ 229,7$ м.

Порядок выполнения работы

Задание 1. При решении прямой геодезической задачи значения приращений координат можно вычислить при помощи таблиц натуральных значений тригонометрических функций.

При решении прямой геодезической задачи с использованием таблиц натуральных значений тригонометрических функций сначала записывают исходные данные α_{AB} (п/п 1), s_{AB} (п/п 2), x_A (п/п 3), y_A (п/п 4) (табл. 5.2). Затем из таблиц натуральных значений тригонометрических функций находят значение $\cos \alpha_{AB}$ и $\sin \alpha_{AB}$. Далее вычисляют Δx_{AB} и Δy_{AB} , отрицательный знак зависит от $\sin 318^\circ 47'$ (IV четверть). Далее, прибавляя к координатам точки А приращения координат, вычисляют координаты точки В.

Рабочие формулы:

$$\Delta x_{AB} = s_{AB} \cos \alpha_{AB},$$

$$\Delta y_{AB} = s_{AB} \sin \alpha_{AB},$$

$$x_B = x_A + \Delta x_{AB},$$

$$y_B = y_A + \Delta y_{AB}.$$

Таблица 5.2

Решение прямой геодезической задачи

Значение дирекционного угла и длина линии			ΔX_{AB}			ΔY_{AB}		
п/п	Обозначения	Вычисления	п/п	Обозначения	Вычисления	п/п	Обозначения	Вычисления
1	α_{AB}	318°47'	5	$\cos \alpha_{AB}$	+0,75 237	6	$\sin \alpha_{AB}$	-0,65 873
2	s_{AB}	673,56 м	7	Δx_{AB}	+506,77	8	Δy_{AB}	-443,69 м
			3	x_A	63 173,43 м	4	y_A	92 631,12 м
			9	x_B	63 680,20 м	10	y_B	92 187,43 м

Для контроля вычисленных приращений пользуются формулой:

$$\frac{\Delta y}{\text{tga}} = \Delta x.$$

Допустимые отклонения составляют 0,01-0,02 м.

2. При решении обратной геодезической задачи при помощи таблиц натуральных значений тригонометрических функций сначала выписывают координаты исходных пунктов (табл. 5.3).

Рабочие формулы:

$$\text{tga}_{CD} = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C}$$

$$s_{CD} = \frac{y_D - y_C}{\sin \alpha_{CD}} = \frac{x_D - x_C}{\cos \alpha_{CD}}$$

Таблица 5.3

Решение обратной геодезической задачи

п/п	Обозначения	Вычисления	п/п	Обозначения	Вычисления	п/п	Обозначения	Вычисления
4	y_D	9 542 229,7	3	x_D	6 323 061,6	7	$\text{tg } \alpha_{CD}$	+0,58 728
2	y_C	40 014,2	1	x_C	19 289,1	8	r_{CD}	СВ: 30°25'29"
5	$y_D - y_C$	+2 215,5	6	$x_D - x_C$	+3 772,5	9	α_{CD}	30°25'29"
10	$\sin \alpha_{CD}$	0,50 640	11	$\cos \alpha_{CD}$	0,86 229	—	—	—
12	s_{CD}	4 374,95	13	s_{CD}	4 374,94	14	$s_{CD} \text{ cp}$	4 374,94

Затем вычисляют разности координат и определяют значение $\text{tg } \alpha$. Пользуясь таблицами натуральных значений тригонометрических функций и

учитывая знаки приращений координат, по величине $\operatorname{tg} \alpha$ вначале определяют румб искомого направления, а затем и дирекционный угол.

Далее, определив значения $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ дважды вычисляют значения искомой стороны, как частное от деления (п/п 5 и п/п 10) и (п/п 6 и п/п 11). Расхождение должно быть не более одной единицы пятого знака. Среднее значение из двух делений принимается за окончательное.

Контрольные задания для самостоятельной работы

Таблица 5.4

Данные задания для самостоятельной работы

№ варианта	Прямая геодезическая задача				Обратная геодезическая задача			
	Координаты исходного пункта		Дирекционный угол α_{1-2}	Горизонтальное проложение s_{1-2} , м	Координаты исходных пунктов			
	1				3		4	
	X	Y	X	Y	X	Y		
1	6 134 629,3	9 416 014,3	266°24'	528,46	6 131 975,2	9 415 881,6	6 132 215,2	9 413 215,1
2	6 233 952,4	9 573 914,8	293°02'	386,79	6 133 952,4	9 413 914,8	6 134 629,3	9 416 014,3
3	6 163 952,5	9 163 914,8	283°01'	967,57	6 233 517,2	9 575 025,7	6 233 952,4	9 573 914,8
4	6 131 421,3	9 514 701,6	227°30'	794,65	6 133 517,2	9 485 025,7	6 131 421,3	9 484 701,6
5	6 131	9 415	38°57'	697,62	6 161	9 514	6 163	9 163

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1
ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ
МАСШТАБОВ 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 И ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ
МАСШТАБА 1:10000

Цель работы: изучить виды условных знаков, усвоить их смысловое содержание, т.е. отношение к изображаемым объектам, явлениям и процессам.

Общие сведения

Важнейшим показателем топографических карт и планов является их наглядность. Она достигается применением соответствующих условных знаков, для обозначения различных объектов и их характеристик. Условные знаки отдельных объектов указывают их вид (шоссе, болото и т.д.) и характеристики (ширину и покрытие проезжей части дороги и т.д.); определяют пространственное положение, плановые размеры и формы объектов. В связи с этим условные знаки подразделяют на:

- линейные условные знаки;
- площадные условные знаки;
- внемасштабные условные знаки
- пояснительные условные знаки.

Линейные условные знаки показывают объекты линейного характера, длина которых выражена в данном масштабе (дороги, реки, линии связи и т.д.).

Площадные условные знаки применяют для заполнения площадей (пашня, лес, луг, озеро и т.д.); состоят из знака объекта (точечный пунктир и др.) и заполняющих его изображений или условной окраски.

Внемасштабные условные знаки служат для изображения объектов, размеры которых не отображаются в данном масштабе карты (мосты, колодцы, геодезические пункты и т.д.).

Пояснительные условные знаки представляют собой цифровые и буквенные надписи, характеризующие объекты. Их ставят на основных площадных, линейных, внемасштабных условных знаках (глубина и скорость реки, емкость и ширина моста, порода леса и т.д.).

Задание

Изобразить карандашом 12 условных знаков объектов местности в соответствии с выданным вариантом задания (табл. 1.6).

Порядок выполнения работы








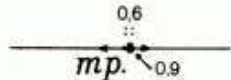
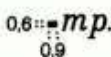







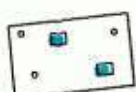
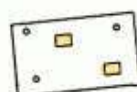




Ознакомьтесь с основными площадным, линейными и внемасштабными условными знаками, пользуясь таблицами, на листах формата А4 изобразите карандашом, в соответствии с вариантом, 8 условных знаков (табл. 1.6).

Таблица 1.6 Варианты заданий по изучению условных знаков

Условные знаки топографических объектов	
	1. Пункт государственной геодезической сети. 2. ЛЭП на незастроенной территории. 3. Железные дороги. 4. Обрывы скалистые. 5. Леса естественные высокоствольные. 6. Кустарники. 7. Растительность травяная, луговая. 8. Пески
	1. Откосы укрепленные. 2. ЛЭП на застроенной территории. 3. Дороги зимние. 4. Мосты металлические. 5. Горизонтالي. 6. Криволесье. 7. Кустарники колючие. 8. Растительность высокотравная

	<p>1. Знаки нивелирные. 2. Часовни. 3. Электрокабели подземные. 4. Автомагистрали и их характеристики. 5. Мосты деревянные. 6. Криволесье. 7. Растительность лишайниковая. 8. Виноградники</p>
	<p>1. Сооружения башенного типа капитальные. 2. Овощехранилища, оранжереи и парники. 3. Откосы неукрепленные. 4. Трубопроводы подземные. 5. Дороги в выемках. 6. Овраги и промоины. 7. Растительность травяная, влаголюбивая.</p>
	<p>1. Строения жилые огнестойкие. 2. Колонки. 3. Вышки нефтяные и газовые, факелы газовые. 4. ЛЭП на незастроенной территории. 5. Участки труднопроходимые. 6. Мосты каменные, бетонные, железобетонные. 7. Участки леса вырубленные. 8. Сенокосы заболоченные</p>
	<p>1. Опоры металлические. 2. Колодцы и их характеристики. 3. ЛЭП на застроенной территории. 4. Трубопроводы наземные. 5. Автомагистрали и их характеристики. 6. Редколесье высокоствольное. 7. Сады фруктовые. 8. Поверхности глинистые</p>
	<p>1. Строения жилые неогнестойкие. 2. Мосты металлические. 3. Отвалы пород. 4. Маяки. 5. Трубопроводы подземные. 6. Горизонталы. 7. Ягодники. 8. Кустарники колючие</p>
	<p>1. Маяки. 2. Мосты деревянные. 3. Ямы. 4. Полосы древесных насаждений. 5. Обрывы скалистые. 6. Оползни. 7. Пески. 8. Растительность травяная влаголюбивая</p>
	<p>1. Знаки нивелирные. 2. Павильоны, беседки. 3. Электрокабели подземные. 4. Дороги грунтовые. 5. Горизонталы. 6. Виноградники. 7. Поверхности щебеночные и каменные россыпи. 8. Растительность лишайниковая</p>
	<p>1. Плотины земляные. 2. Путепроводы. 3. Маяки. 4. Трубопроводы наземные. 5. Дороги грунтовые. 6. Обрывы скалистые. 7. Кустарнички. 8. Растительность степная</p>
	<p>1. Пункты государственной геодезической сети. 2. Колодцы и их характеристики. 3. Электрокабели наземные. 4. Овраги и промоины. 5. Горизонталы. 6. Пески. 7. Кустарники. 8. Залежи чистые</p>
	<p>1. Бензоколонки, колонки дизельного топлива. 2. Маяки. 3. Мосты двухъярусные. 4. Обрывы земляные. 5. ЛЭП на застроенной территории. 6. Автомагистрали и их характеристики. 7. Земли заболоченные. 8. Сады фруктовые</p>

Таблица 1.7 Образцы условных знаков.

№№ условн. знаков	НАЗВАНИЯ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ	ИЗОБРАЖЕНИЕ	
		на съёмочном оригинале	на красочном оттиске
77	1. Аэродромы и гидроаэродромы 2. Посадочные площадки (на суше и на воде)	3,2  1	 2
78	1. Гидроэлектростанции [37,55] 2. Электростанции [37,55]	1  ГЭС	
		2  Эл.-ст.	 Эл.-ст.
79	1. Трансформаторные будки 2. Электрические подстанции [55]	1 3,0 1,2 	
		2 	
80 *	Трансформаторы на столбах (1) и на постаментях (2) [56]	1  тр. 0,6 0,9	
		2 0,6 0,9 тр. 	
81	1. Водяные мельницы 2. Водяные лесопильни	3,0 1,5  1	3,0 1,5  2
82	Ветряные мельницы каменные (1) и деревянные (2)	3,4 2,0  1	3,4 2,0  2
83	Ветряные двигатели	4,0 2,0 	
84	Печи для обжига извести, древесного угля, имеющие значение ориентиров	2,5 2,0  известь	
85	Пасеки [57]	а 2,0 	
		б  пас.	 пас.
86	Загоны для скота [58]	а 1,5  загон	
		б  загон	
87	Метеорологические станции [59]	а 2,5 2,2 	
		б 	

ПРИМЕРЫ СОЧЕТАНИЙ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Пересечения и стыки железных дорог
[72.73,74,105,106,152,153]



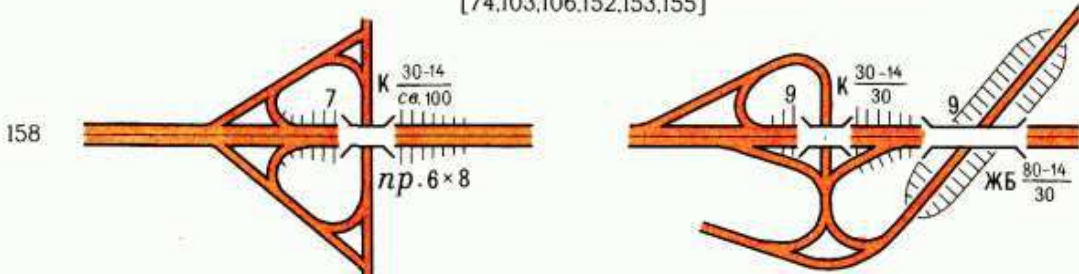
Пересечения железных и шоссейных дорог
[72,74,75,103,106,152,153]



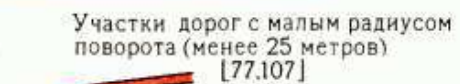
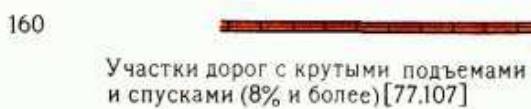
Туннели на железных и шоссейных дорогах
[75]



Съезды и переезды на автострадах и шоссейных дорогах
[74,103,106,152,153,155]



Пересечения и стыки шоссейных дорог; трамвайные линии, идущие рядом с шоссе и улучшенными грунтовыми дорогами; обсадки, электролинии и линии связи
[53,74,78,103,105,106]



№№ условн. знаков	НАЗВАНИЯ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ	ИЗОБРАЖЕНИЕ
171	<p>Реки и ручьи шириной [108,109,114]:</p> <p>1) до 3 м</p> <p>2) от 3 до 5 м</p> <p>3) 5 м и более—изображаются в масштабе карты</p> <p>Направление и скорость течения рек в м/с</p> <p>Ширина рек в м (числитель), глубина в м и грунт дна (знаменатель)</p>	
172	<p>Русла рек и ручьев с чередованием пересыхающих и непересыхающих участков [115]</p>	
173	<p>Русла рек и ручьев с пропадающими (подземными, разливающимися на болотах и т.п.) участками:</p> <p>1) изображаемые в две линии</p> <p>2) изображаемые в одну линию</p>	
174	<p>Озера: пресные (1), соленые (2), горько-соленые (3) [108, 116]</p>	
175	<p>Водопады (5 и 4—высота падения воды в м) [117]</p>	
176	<p>Пороги, протяженность которых не выражается в масштабе карты [117]</p>	
177	<p>Пороги, протяженность которых выражается в масштабе карты [117]</p>	
178	<p>Границы и площади разливов рек и озер; границы и площади создаваемых водохранилищ и водохранилищ действующих, но не достигающих уровня нормального подпорного горизонта [108,118]</p>	

№№ условн. знаков	НАЗВАНИЯ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ	ИЗОБРАЖЕНИЕ
МОСТЫ И ПЕРЕПРАВЫ		
252	Мосты металлические однопролетные длиной более 13 м [152,153]	
253	Мосты металлические многопролетные (на образце — двухпролетный) [152,153]	
254	Мосты металлические подъемные и разводные [152,153]	
255	Мосты каменные, бетонные и железобетонные однопролетные [152,153]	
256	Мосты каменные, бетонные и железобетонные многопролетные (на образце — трехпролетный) [152,153]	
257	Мосты каменные, бетонные и железобетонные подъемные и разводные [152,153]	
258	Мосты деревянные однопролетные [152,153,154]	
259	Мосты деревянные многопролетные (на образце — двухпролетный) [152,153]	
260	Мосты деревянные подъемные и разводные [152,153]	
261	Мосты на плавучих опорах (плотах, судах, понтонах) [152,153]	
262	Мосты цепные и канатные [152,153]	
263	Мосты двухъярусные с шоссе под железной дорогой (на образце — каменный, бетонный или железобетонный двухпролетный мост) [152,153]	
264	Мосты двухъярусные с шоссе над железной дорогой (на образце — металлический однопролетный мост) [152,153]	