

# Лабораторная работа №1. «ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ И КАРТ И РЕШЕНИЕ ПО НИМ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ»

## Задание 1. ИЗУЧЕНИЕ МАСШТАБОВ ПЛАНОВ И КАРТ

*Цель задания* – изучить масштабы топографических планов и карт, научиться пользоваться поперечным масштабом, измерять на картах и планах горизонтальные отрезки с требуемой точностью.

### 1.1. Решение задач по определению длин линий на планах и картах

*Масштабом* называется отношение длины линии на карте или плане к горизонтальному проложению соответствующей линии на местности. Выражение масштаба может быть численным (1:50000), именованным (в 1 см 500 м) и поперечным (линейным).

Решение задач выполняют на основании соотношения (1.1), показывающего, во сколько раз горизонтальное проложение линии местности  $S_M$  уменьшено при нанесении на план (рис. 1.1):

$$\frac{1}{M} = \frac{S_{\Pi}}{S_M} = \frac{1}{S_M / S_{\Pi}}, \quad (1.1)$$

где  $S_{\Pi}$  – длина отрезка на плане;

$S_M$  – горизонтальное проложение линии на местности.

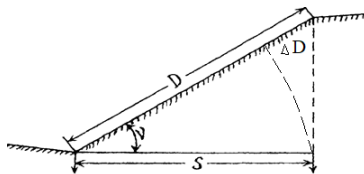


Рис. 1.1. Проектирование физической линии  $D$  на плоскость горизонта  $S$

Горизонтальное проложение линии вычисляют по следующим формулам:

$$S_M = D \cdot \cos \nu \quad (1.2)$$

или

$$S_M = D - \Delta D; \quad (1.3)$$

$$\Delta D = 2D \sin^2 \nu / 2, \quad (1.4)$$

где  $D$  – длина наклонной линии местности;

$\nu$  – угол наклона линии местности к горизонту.

**Задача 1.** Длина линии на местности измерена дважды, при этом получены результаты  $D'$  и  $D''$ . Угол наклона ее к горизонтальной плоскости равен  $\nu$ , на плане длина линии равна величине  $S_{\text{п}}$  (значения величин  $D'$ ,  $D''$ ,  $S_{\text{п}}$  и  $\nu$  приведены по вариантам в табл. 1.1).

Вычислить:

- среднее значение измеренной длины линии  $D_{\text{ср}}$ ;
- горизонтальное проложение линии на местности  $S_{\text{м}}$ ;
- численный масштаб плана 1:М.

Таблица 1.1. Значения  $D'$ ,  $D''$ ,  $S_{\text{п}}$  и  $\nu$  по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D'$ (м)	125,15	210,28	152,40	312,06	617,40	370,18	149,65	210,02	507,00	501,30
$D''$ (м)	125,21	210,36	152,32	311,92	617,20	370,06	149,57	209,92	507,30	501,90
$\nu$	2°10'	3°15'	2°30'	3°00'	4° 10'	1°50'	2°45'	5°05'	2°00'	4°20'
$S_{\text{п}}$ (см)	6,25	4,02	1,52	6,23	2,46	18,50	2,99	20,91	2,03	1,02

Продолжение табл. 1.1

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$D'$ (м)	100,80	310,05	50,24	97,84	84,40	485,40	385,95	680,20	48,20	89,95
$D''$ (м)	100,74	309,91	50,18	97,78	84,46	485,60	384,97	679,90	48,26	90,02
$\nu$	2°25'	2°40'	3°10'	5°35'	2°40'	3°38'	2°18'	1°55'	2°12'	4°15'
$S_{\text{п}}$ (см)	5,03	15,48	10,01	9,74	16,87	9,69	1,54	1,36	4,82	17,95

Окончание табл. 1.1

Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$D'$ (м)	308,10	585,40	278,00	68,15	354,16	301,04	54,16	584,10	68,18	305,62
$D''$ (м)	307,90	585,60	278,16	68,11	354,20	300,92	54,20	583,80	68,24	305,51
$\nu$	1°50'	3°35'	2°55'	2°58'	4°15'	3°00'	4° 16'	4°15'	5°35'	5°52'
$S_{\text{п}}$ (см)	2,05	2,34	5,55	1,36	17,70	15,03	27,01	11,65	13,58	1,22

**Задача 2.** Длина линии на плане масштаба 1:М равна  $S_{\text{п}}$  (значения  $S_{\text{п}}$  и М по вариантам приведены в табл. 1.2). Определить горизонтальное проложение этой линии на местности  $S_{\text{м}}$ .

Таблица 1.2. Значения  $S_{\text{п}}$  и М по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{\text{п}}$ (см)	4,17	3,21	2,18	5,57	6,02	7,24	8,45	9,17	1,93	2,80
М	2000	1000	5000	500	200	25000	10000	2000	5000	1000

Продолжение табл. 1.2

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$S_{II}$ (см)	3,41	5,09	6,21	7,18	2,14	10,16	21,05	4,18	0,58	6,85
M	200	500	1500	50000	100	10000	5000	2000	500	15000

Окончание табл. 1.2

Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$S_{II}$ (см)	8,11	9,42	11,93	3,92	9,23	5,49	1,67	7,85	5,87	6,26
M	25000	100	50000	2000	1000	10000	500	200	1000	5000

**Задача 3.** Горизонтальное проложение линии на местности соответствует  $S_M$  (значения  $S_M$  и M даны по вариантам в табл. 1.3). Вычислить длину этой линии  $S_{II}$  на плане масштаба 1:M.

Таблица 1.3. Значения  $S_M$  и M по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_M$ (M)	125,41	127,80	58,69	75,18	98,31	430,18	380,25	360,11	457,10	85,12
M	2000	1000	500	200	2000	10000	5000	1000	2000	100

Продолжение табл. 1.3

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$S_M$ (M)	100,40	645,41	86,95	67,59	157,84	48,59	85,94	367,51	684,10	845,50
M	500	25000	2000	1000	5000	100	200	10000	25000	50000

Окончание табл. 1.3

Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$S_M$ (M)	320,12	125,14	240,10	89,95	95,64	270,09	68,45	325,04	675,48	321,39
M	15000	5000	2000	1000	500	2000	100	15000	25000	10000

## 1.2. Измерение длин линий с применением поперечного масштаба

**Задача 4.** Построить на бумаге четыре треугольника произвольных размеров. Вершины треугольников отметить наколами иглой и обвести кружками диаметром 1,0 мм. Пользуясь масштабной линейкой и измерителем, определить длины сторон треугольников, считая, что первый треугольник изображен на плане масштаба 1:2000; второй – 1:5000; третий – 1:10000; четвертый – 1:25000.

Для того чтобы по поперечному масштабу измерить или отложить отрезок заданной длины, в масштабе карты определяют величину его

основания. По цифровым подписям линий, на которых располагаются иглы измерителя, определяют количество целых оснований ( $AB$ ), его десятые ( $ab$ ) и сотые доли ( $a'b'$ ). Так, основание, равное 2 см на карте масштаба 1:25000, соответствует 500 м местности ( $AB = 500$  м,  $ab = 50$  м,  $a'b' = 5$  м) в масштабе 1:10000 – соответственно 200 м местности; для масштаба 1:5000 – 100 м. Например, нужно отложить расстояние 96,87 м в масштабе 1:2000. Так как в этом случае 1 см на плане соответствует 20 м на местности, то большое основание равно 40 м, малое – 4 м. Следовательно, поднимаясь на одно деление вверх, будем увеличивать длину отрезка линии на 0,4 м. Берем измерителем два основания ( $40 \text{ м} \cdot 2 = 80$  м), остается 16,8 м. Отдвигаем левую иглу на 4 малых деления ( $4 \text{ м} \cdot 4 = 16$  м), остается 0,8 м. Перемещаем обе иглы вверх на два деления: ( $0,4 \cdot 2 = 0,8$ )  $80 + 16 + 0,8 = 96,8$ . На рис. 1.2 данному расстоянию соответствует отрезок  $AN$ .

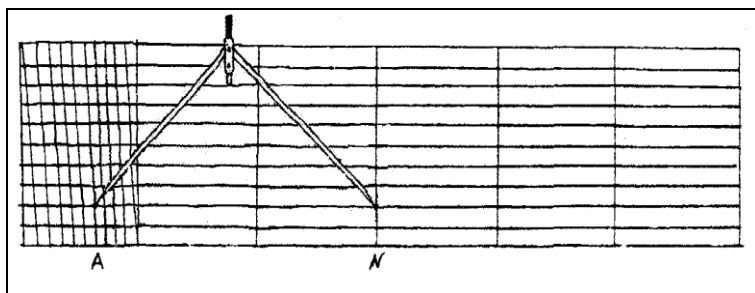


Рис. 1.2. Измерение длины линии по поперечному масштабу

**Пример 1.** Раствор измерителя равен 3 основаниям, 6 десятым и 7 сотым основания. Измерение проводилось по карте масштаба 1:25000. Длина основания поперечного масштаба – 2 см. Следовательно, одно основание в данном масштабе составляет 500 м. Таким образом, длина линии будет равна:

$$S = 3 \cdot AB + 6 \cdot ab + 7 \cdot a'b';$$

$$S = 3 \cdot 500 \text{ м} + 6 \cdot 50 \text{ м} + 7 \cdot 5 = 1835 \text{ м}.$$

**Пример 2.** Отложить на карте масштаба 1:10000 отрезок, равный 654 м. Основание поперечного масштаба равно 2 см, что в масштабе карты составляет 200 м. Тогда на карте отрезок, соответствующий 654 м ( $654 \text{ м} : 200 \text{ м} = 3,27$ ) будет равен 3 основаниям, 2 десятым и 7 сотым основания.

### 1.3. Вычисление графической точности масштабов

**Задача 5.** Определить графическую точность масштабов 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000.

Точность графических построений характеризуется величиной 0,1 мм. Этот отрезок называется графической точностью масштаба  $t$ , а расстояние на местности, соответствующее 0,1 мм на карте, – предельной точностью масштаба:

$$t = 0,1 \cdot M. \quad (1.5)$$

Например, предельная точность масштаба 1:10000 составляет 1 м.

### Задание 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ И ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ЗАДАННЫХ ТОЧЕК НА КАРТЕ

*Цель задания* – приобрести практические навыки определения прямоугольных и географических координат точек на топографических картах.

Прежде чем приступить к выполнению задания следует ознакомиться с зарамочным оформлением карт, приведенным оформлением топографических карт, расположение элементов которого представлено на рис 2.1. Следует добавить что легенда для карт может находиться справа от картографического изображения или снизу в зависимости от масштаба.

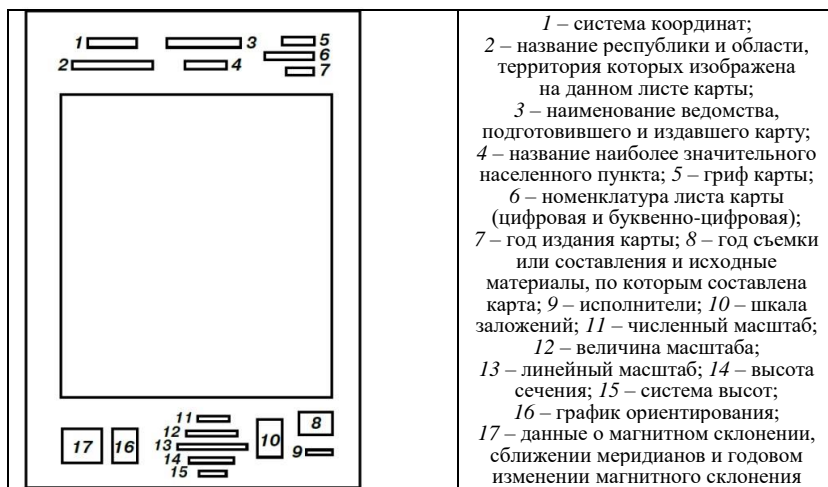


Рис. 2.1. Расположение элементов зарамочного оформления карт масштабов 1:10000–1:500000

## 2.1. Определение прямоугольных координат заданных точек

**Задача 6.** Определить прямоугольные координаты трех точек, заданных на топографической карте. Данные занести в табл. 2.1.

Для определения прямоугольных координат заданной точки *I* первоначально определяют координаты юго-западного угла квадрата ( $X_0, Y_0$ ), в котором находится определяемая точка, выражая их значения в метрах. Например, на рис. 2.1 по подписям километровой сетки можно определить координаты юго-западного квадрата, в котором находится точка *I*. Они равны:  $X_0 = 6067000$  м;  $Y_0 = 4311000$  м.

Далее из заданной точки *I* опускают перпендикуляры на стороны квадрата, измеряют их длину в масштабе карты и получают значения приращений координат  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ . Приращения координат искомой точки *I* равны:  $\Delta X = 378$  м;  $\Delta Y = 542$  м.

Затем по формулам вычисляют прямоугольные координаты искомой точки ( $X_1, Y_1$ ):

$$X_1 = X_0 + \Delta X; \quad (2.1)$$

$$Y_1 = Y_0 + \Delta Y. \quad (2.2)$$

С учетом численных значений они будут равны:

$$X_1 = 6067000 + 378 = 6067378 \text{ м};$$

$$Y_1 = 4311000 + 542 = 4311542 \text{ м}.$$

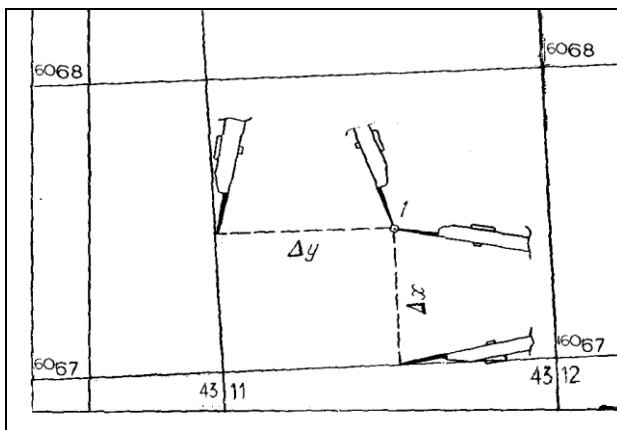


Рис. 2.2. Определение прямоугольных координат заданной на карте точки

После определения координат трех точек необходимо измерить расстояния между ними, а также по координатам точек вычислить приращения координат и длины линий:

$$\Delta x_i = X_{i+1} - X_i;$$

$$\Delta y_i = Y_{i+1} - Y_i;$$

$$S_{\text{выч}} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}.$$

Результаты измерений и расчетов представить в табл. 2.1.

Таблица 2.1. **Определение прямоугольных координат**

Номер точки	Координаты, м		Приращение координат, м		S <sub>изм</sub> , м	S <sub>выч</sub> , м
	X	Y	Δx	Δy		
1	6067378	4311542				
			+858	+626	1062	1062,09
2	6068236	4312168				
			-1112	+584	1256	1256,03
3	6067124	4312752				
			+254	-1210	1730	1729,95
1	6067378	4311542				

## 2.2. Определение географических координат заданных точек

**Задача 7.** Определить географические координаты точек, заданных на топографической карте.

Для определения географических координат точек используют минутную рамку и подписи широты и долготы углов внутренней рамки, которая представляет собой отрезки дуг меридианов и параллелей (рис. 2.3). Минутные отрезки разделены точками на 6 частей, величина которых составляет 10".

Например, на рис. 2.3 прямыми линиями соединены одноименные минутные деления значений широты (41' и 42') и долготы (05' и 06'). Таким образом выделится одноминутная трапеция. Далее через определяемую точку *N* проводят меридиан *AB* и параллель *CD*, после чего определяют их градусную величину. Так, на рис. 2.2 широта ближайшей к точке *N* южной параллели  $B_0 = 54^\circ 41'$ , а долгота западного меридиана  $L_0 = 18^\circ 05'$ . Отрезки  $\Delta B$  и  $\Delta L$  – приращения географических координат в секундах ("). Чтобы определить значения  $\Delta B$  и  $\Delta L$ , необходимо измерить длину одноминутных отрезков меридиана *AB* и параллели *CD*, а также отрезки *AN* и *CN*, соответствующие интервалам  $\Delta B$  и  $\Delta L$ .

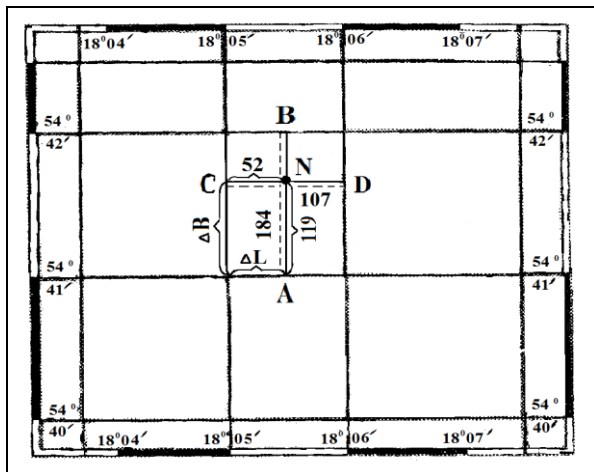


Рис. 2.3. Определение географических координат

Так, если отношения

$$\frac{AN}{AB} = \frac{\Delta B}{60''} \quad \text{и} \quad \frac{CN}{CD} = \frac{\Delta L}{60''}, \quad (2.3)$$

тогда

$$\Delta B'' = \frac{AN \cdot 60''}{AB} \quad \text{и} \quad \Delta L'' = \frac{CN \cdot 60''}{CD}. \quad (2.4)$$

Далее по формулам вычисляют географические координаты искомой точки:

$$B_N = B_0 + \Delta B; \quad (2.5)$$

$$L_N = L_0 + \Delta L. \quad (2.6)$$

**Пример.** Пусть линия  $AN = 119$  мм,  $AB = 184$  мм,  $CN = 52$  мм, а линия  $CD = 107$  мм, при этом  $B_0 = 54^\circ 41'$ ,  $L_0 = 18^\circ 05'$ . Тогда географические координаты искомой точки будут иметь вид

$$B_N = 54^\circ 41' + \frac{119 \cdot 60''}{184} = 54^\circ 41' 38,5''$$

и

$$L_N = 18^\circ 05' + \frac{52 \cdot 60''}{107} = 18^\circ 05' 30,5''.$$

### Задание 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

*Цель задания* – изучить систему разграфки и номенклатуры топографических карт, определить номенклатуру топографических карт по заданным географическим координатам точки.

**Задача 8.** Определить номенклатуру листов карт масштаба 1:10000 и 1:2000, на которых расположена точка с геодезическими координатами *B* и *L* (значения *B* и *L* по вариантам даны в табл. 3.1). Решение пояснить графическими построениями:

- вычертить трапецию с полученной номенклатурой;
- подписать градусные обозначения меридианов и параллелей, ограничивающих трапеции карт указанных масштабов;
- определить долготы осевых меридианов соответственно шести- и трехградусной зон, в которых находится рассматриваемая точка.

Таблица 3.1. Значения *B* и *L* по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6
<i>B</i>	54°28'18"	56°28'25"	54°00'13"	55°00'13"	53°18'10"	55°27'12"
<i>L</i>	30°18'10"	30°29'15"	31°05'10"	36°07'18"	32°00'21"	34°05'19"

Продолжение табл. 3.1

Вариант	7	8	9	10	11	12
<i>B</i>	53°17'19"	52°01'28"	53°25'05"	55°05'47"	50°18'27"	52°01'31"
<i>L</i>	33°06'28"	35°26'19"	30°51'19"	31°21'49"	32°18'19"	33°16'17"

Продолжение табл. 3.1

Вариант	13	14	15	16	17	18
<i>B</i>	53°19'51"	56°18'49"	49°51'02"	56°19'48"	57°29'31"	55°00'11"
<i>L</i>	34°18'45"	30°19'01"	39°18'05"	30°16'10"	29°18'10"	28°59'47"

Продолжение табл. 3.1

Вариант	19	20	21	22	23	24
<i>B</i>	58°44'10"	52°11'18"	54°21'09"	50°18'45"	51°19'22"	50°28'35"
<i>L</i>	33°18'40"	31°46'11"	30°42'00"	35°11'27"	31°17'51"	38°00'09"

Окончание табл. 3.1

Вариант	25	26	27	28	29	30
<i>B</i>	53°19'40"	57°10'00"	56°35'18"	49°11'02"	48°19'15"	55°29'10"
<i>L</i>	30°14'28"	32°45'19"	33°51'10"	35°10'11"	36°18'00"	30°49'51"



Дальнейшую разграфку для перехода к листам масштаба 1:10000 и 1:2000 осуществить, как показано на рис. 3.2–3.5.

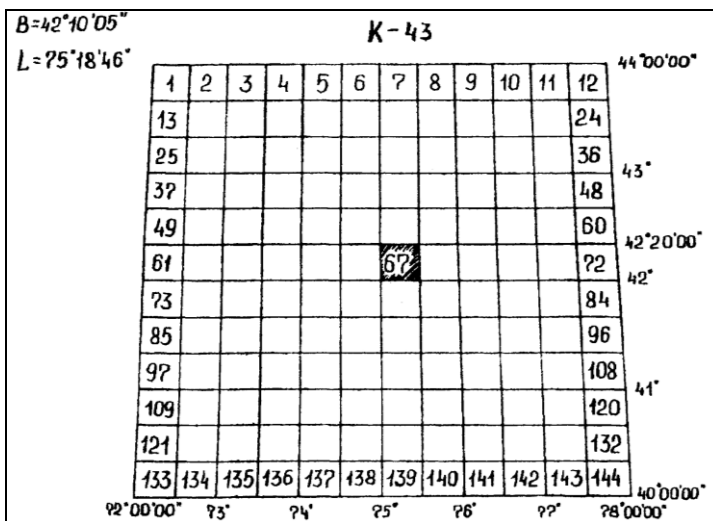


Рис. 3.2. Разграфка трапеции масштаба 1:1000000

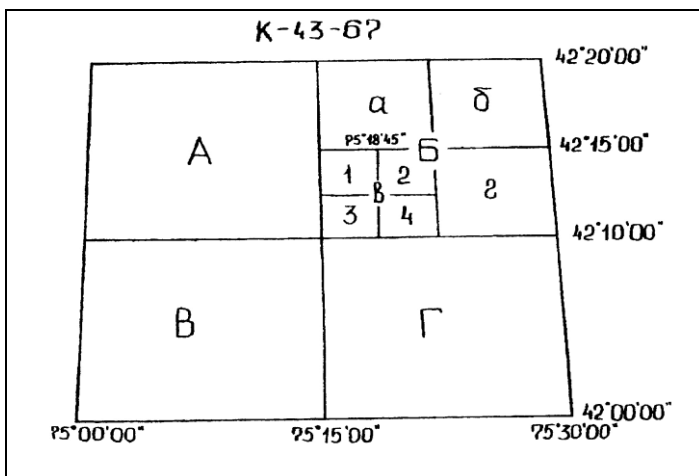


Рис. 3.3. Разграфка трапеции масштаба 1:100000

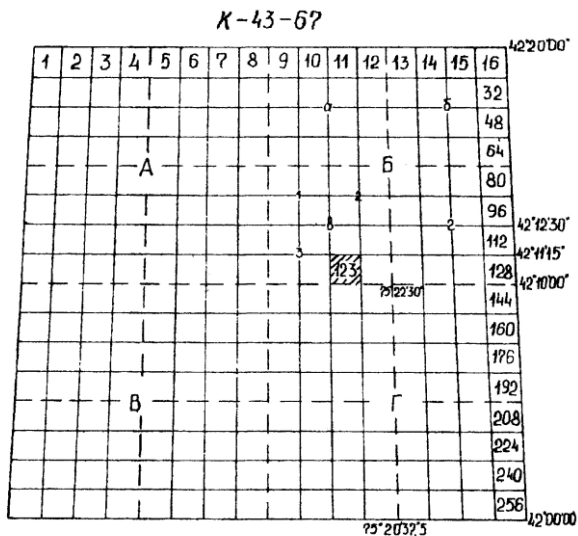


Рис. 3.4. Разграфка трапеции масштаба 1:100000

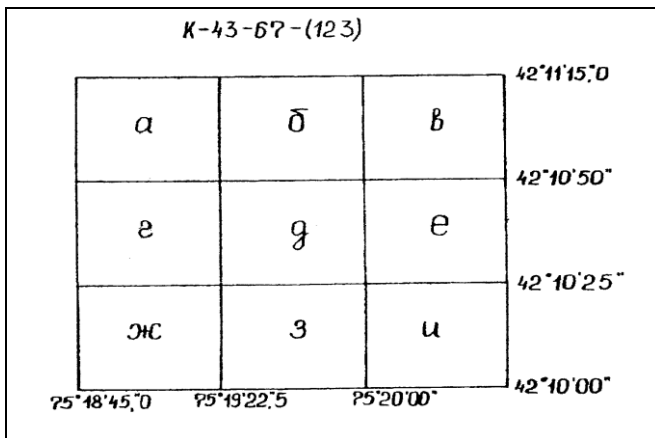


Рис. 3.5. Разграфка трапеции масштаба 1:5000

Для удобства расчетов по определению номенклатуры листов карт в табл. 3.2 приведены размеры листов разных масштабов.

Таблица 3.2. Размеры листов топографических карт

Масштаб	Размеры листов	
	по параллели	по меридиану
1:1000000	6°	4°
1:500000	3°	2°
1:200000	1°	0°40'
1:100000	0°30'	0°20'
1:50000	0°15'	0°10'
1:25000	0°07'30"	0°05'
1:10000	0°03'45"	0°02'30"
1:5000	0°01'52,5"	0°01'15"
1:2000	0°00'37,5"	0°00'25"

Полученную номенклатуру листа топографической карты подписывают вверху трапеции, внизу указывают масштаб.

#### **Задание 4. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ И КАРТ**

*Цель задания* – изучить основные и специальные условные знаки топографических планов и карт, усвоить сущность изображения рельефа на топографических картах и научиться решать задачи с горизонталями.

**Задача 9.** Изучить основные и специальные условные знаки топографических планов и карт. Привести примеры масштабных, внемасштабных, линейных и пояснительных условных знаков.

*Масштабные условные знаки* отображают объекты, размеры которых на планах и картах соответствуют по масштабу размерам на местности. Они ограничены контуром в виде сплошных линий. Внутри контура масштабных условных знаков ставятся заполняющие значки.

*Внемасштабные условные знаки* отображают объекты, размеры которых не могут быть выражены в принятом масштабе из-за их малой протяженности. В таких случаях используют стандартные значки, размеры которых не соответствуют величинам, получаемым при выражении в масштабе действительных размеров элементов ситуации.

*Линейные условные знаки* отображают вытянутые объекты: реки, ручьи, дороги (железные, шоссейные, грунтовые, временные), линии связи, линии электропередач и т. д.

К *пояснительным условным знакам* относятся дополнительные пояснения масштабных или внемасштабных условных знаков. Это различные подписи, числовые и другие характеристики, а также окраска.

**Задача 10.** Изучить изображение рельефа горизонталями:

- изобразить ими основные формы рельефа: гору, котловину, хребет, лощину, седловину;
- найти эти формы рельефа на планах и картах;
- научиться читать рельеф на карте, находить сплошные горизонтали, утолщенные и полугоризонтالي, определять высоты горизонталей.

Изучение изображения рельефа горизонталями необходимо начать с выяснения понятия высоты сечения рельефа ( $h$  – расстояние между смежными горизонталями по высоте) и заложения горизонталей ( $a$  – расстояние между двумя смежными горизонталями в плане).

Горизонтالي на карте можно рассматривать как проекции сечения местности уречными поверхностями, проведенными на определенных высотах  $h$  (рис. 4.1).

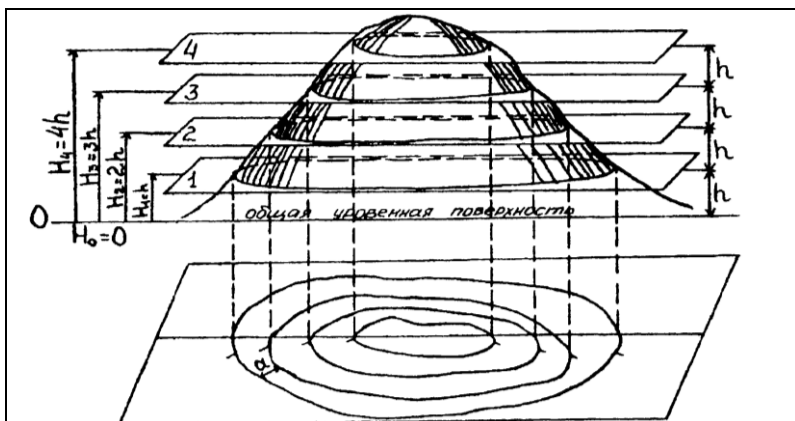


Рис. 4.1. Принцип изображения рельефа горизонталями

**Задача 11.** Для небольшого участка реки отграничить водосборную площадь линиями водоразделов. Определить для хребта линию водораздела, а для лощины – линию водослива (талъвега).

Отграничение водосборной площади выполняется нахождением линии от заданной точки, которая ведется от горизонтали к горизонтали по кратчайшему расстоянию (минимальное заложение – линия максимального уклона). Линия водораздела для участка должна замыкаться в исходной точке (рис. 4.2).

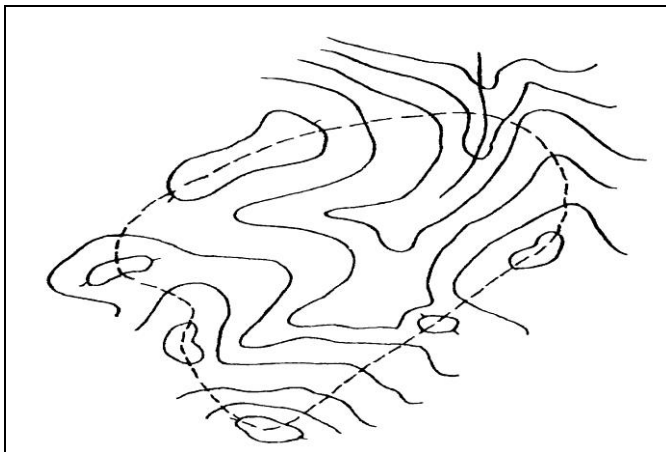


Рис. 4.2. Отграничение на карте площади водосбора

**Задача 12.** Определить высоту указанной на карте точки.

Если искомая точка лежит на горизонтали, тогда высота этой точки будет равна высоте горизонтали. Поэтому высота точки *A* (рис. 4.3) будет равна:

$$H_A = 180 + 5,0 = 185 \text{ м.}$$

Например, точка *B* лежит точно между двумя смежными горизонталями (рис. 4.3), тогда высота этой точки составит:

$$H_B = 180 + \frac{2,5}{2} = 181,25 \text{ м.}$$



Рис. 4.3. Определение высоты точки, лежащей на горизонтали и между горизонталями

Высоту точки  $C$ , лежащей между горизонталями, определяют следующим образом. Сначала определяют превышения между точкой  $C$  и соседними горизонталями по формулам

$$h' = \frac{a'}{a} h, \quad (4.1)$$

$$h'' = \frac{a''}{a} h. \quad (4.2)$$

При этом значения  $a$ ,  $a'$ ,  $a''$  измеряют на плане или карте в миллиметрах, а контролем вычисления будет выражение

$$h' + h'' = h. \quad (4.3)$$

Высоту точки  $C$  (рис. 4.3) вычисляют по формуле

$$H_C = H_A + h'. \quad (4.4)$$

**Задача 13.** Определить уклон и угол наклона для указанной на карте линии.

Угол наклона линии, лежащей между двумя смежными горизонталями, определяют по масштабу заложений (рис. 4.4), а уклон – по формуле

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{a}, \quad (4.5)$$

где  $h$  – высота сечения рельефа;

$a$  – заложение горизонталей.

Для приведенного на рис. 4.4 примера угол наклона равен  $3^\circ,3$ . При этом уклон  $i = \operatorname{tg} 3^\circ,3$ .

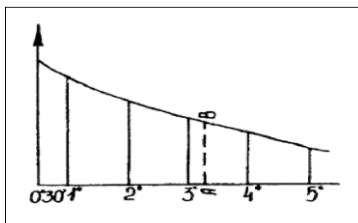


Рис. 4.4. Определение угла наклона по масштабу заложений

Уклон измеряют в промилле, при этом  $1\text{‰} = 0,001$ . Так, уклон линии  $BC$  (см. рис. 4.3), пересекающий несколько горизонталей, определяют по формуле

$$i_{BC} = \frac{H_C - H_B}{S_{BC}}, \quad (4.6)$$

где  $H_C, H_B$  – абсолютные высоты точек  $C$  и  $B$ ;

$S_{BC}$  – расстояние между точками  $B$  и  $C$ .

Например, если

$$H_C = 186,66; \quad H_B = 181,25 \text{ м}; \quad S_{BC} = 1256 \text{ м},$$

тогда уклон линии  $BC$  (см. рис. 4.3) будет составлять:

$$i_{BC} = \frac{186,66 - 181,25}{1000} = 0,00541 \approx 0,005 = 5\text{‰}.$$

Результаты решения задач 12, 13 рекомендуется внести в табл. 4.1.

Таблица 4.1. **Определение высот точек и уклонов**

Номер точки	Высота точки, м	Превышение, м	Расстояние, м	Уклон		
				тыс. ед.	%	‰
<i>A</i>	185,00					
		-3,75	1062	-0,00353	-0,353	-3,53
<i>B</i>	181,25					
		5,41	1256	0,00431	0,431	4,31
<i>C</i>	186,66					
		-1,66	1730	-0,00096	-0,096	-0,96
<i>A</i>	185,00					

**Задача 14.** Между двумя точками на топографической карте или плане запроектировать линию с заданным уклоном.

Указанная задача возникает при проектировании дорог и других линейных сооружений. Условие, поставленное для отрезков, можно записать следующим образом:

$$i \leq i_0, \quad (4.7)$$

где  $i$  – проектный уклон;

$i_0$  – его заданное значение.

В соответствии с формулой (4.5) имеем

$$i_0 \leq \frac{h}{a}. \quad (4.8)$$

Определим величину заложения, при которой будет удовлетворяться рассматриваемое требование (4.7):

$$a \geq \frac{h}{i} \quad \text{или} \quad a \geq a_0. \quad (4.9)$$

При решении вначале находим

$$a_{0(1)} = \frac{h_1}{i_0}, \quad (4.10)$$

где  $h_1 = H_1 - H_A$ ;

$a_{0(1)}$  – минимальное значение отрезка линии между точкой  $A$  и горизонталью  $1$ .

Далее берем это расстояние в масштабе плана измерителем, ставим одну его ножку в точку  $A$  (рис. 4.5), второй делаем засечку на горизонтالي  $1$ . Если ножка циркуля не будет доставать до горизонтали  $1$ , то проводим линию по кратчайшему направлению. Затем по формуле (4.10) вычисляем и откладываем его значение от уже полученной точки  $1$  до горизонтали  $2$ , затем – до горизонтали  $3$ .

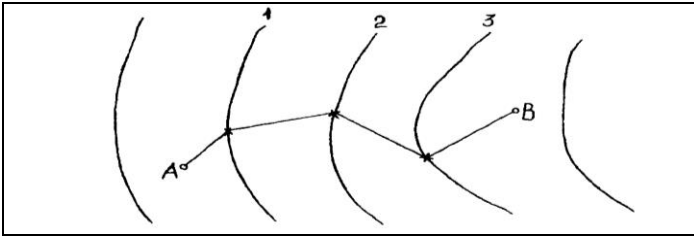


Рис. 4.5. Проведение линии заданного уклона по карте с горизонталями

Минимальное значение линии между горизонталью  $3$  и точкой  $B$  находим по формуле

$$a_{0(2)} = \frac{h_2}{i_0}, \quad (4.11)$$

где  $h_2 = H_2 - H_3$ .

Если расстояние между уже отмеченной точкой на горизонтали  $3$  и точкой  $B$  будет меньше  $a_{0(2)}$  (рис. 4.5), то положение точек на предыдущих горизонталях нужно изменить без нарушения требования (4.10).

**Задача 15.** Построить профиль по линии, проведенной на топографической карте и пересекающей не менее 4–5 горизонталей.

Построение профиля выполняют на миллиметровой бумаге. Для построения на бумаге подготавливают профильную сетку из граф, как показано на рис. 4.6. Причем для наглядности выражения рельефа горизонтальный масштаб увеличивают в два раза, а вертикальный берут в 10 раз крупнее. Высоту условного горизонта на профиле выбирают равной целому числу метров с таким расчетом, чтобы ее значение было меньше минимальной отметки на 5–6 м.

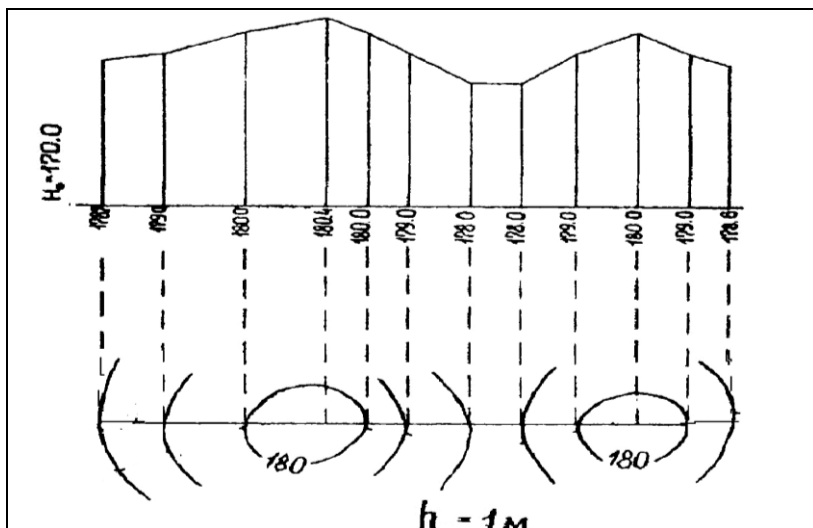


Рис. 4.6. Построение продольного профиля по горизонталям топографической карты

Производим построение всех точек пересечений линий  $AB$  с горизонталями. Горизонтальные расстояния необходимо писать горизонтально, высотные (высоты) – вертикально в соответствующих графах. При этом каждая точка в плане строится путем откладывания в принятом масштабе соответствующей длины по оси горизонтального расстояния и по высоте от линии условного горизонта.

## Задание 5. ОРИЕНТИРОВАНИЕ

*Цель задания* – научиться определять углы направлений на топографических картах, усвоить приемы зависимости между дирекционными углами, истинными и магнитными азимутами.

**Задача 16.** Сорентировать топографическую карту по буссоли. Установить отсчет  $\alpha$  по северному концу магнитной стрелки. При ориентировании топографической карты нулевой диаметр буссоли совместить с линией координатной сетки (значения склонения магнитной стрелки  $\delta$  и сближения меридианов  $\gamma$  листа карты приведены в табл. 5.1).

Таблица 5.1. Значения  $\delta$  и  $\gamma$  по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta$	-3°18'	+4°29'	+3°21'	+1°16'	-2°17'	+3°47'	-6°19'	+2°17'	+3°14'	-6°29'
$\gamma$	+2°10'	+1°17'	-2°17'	+0°59'	-0°46'	-1°18'	+0°48'	-1°25'	+0°19'	-1°18'

Продолжение табл. 5.1

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\delta$	+1°29'	+4°16'	-3°18'	-2°41'	+3°31'	+1°28'	-4°29'	+3°16'	-1°28'	+4°16'
$\gamma$	-2°01'	+1°27'	+0°46'	+0°29'	-2°05'	+0°59'	+0°47'	-1°47'	+3°48'	-2°31'

Окончание табл. 5.1

Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$\delta$	+3°27'	-5°18'	+6°18'	-3°48'	+2°43'	-1°46'	+3°23'	+4°45'	-7°50'	+6°19'
$\gamma$	+1°16'	-0°59'	+1°29'	+0°37'	-3°16'	+2°11'	-0°56'	+0°36'	+1°35'	+0°45'

Для ориентирования топографической карты по буссоли необходимо повернуть ее так, чтобы ось магнитной стрелки совпадала с изображением на карте магнитного меридиана, проходящего через данную точку. Для этого необходимо задать на буссоли отсчет по северному концу магнитной стрелки, который учитывает сближение меридианов и склонение магнитной стрелки:

$$\alpha = -\gamma + \delta. \quad (5.1)$$

При этом буссоль необходимо приложить параллельно осевому меридиану или линиям координатной сетки, которые ему параллельны (рис. 5.1, *а*). На топографических картах это показывают на графике ориентирования (или можно прочертить направление истинных меридианов). В этом случае карту можно ориентировать по истинному меридиану (рис. 5.1, *б*).

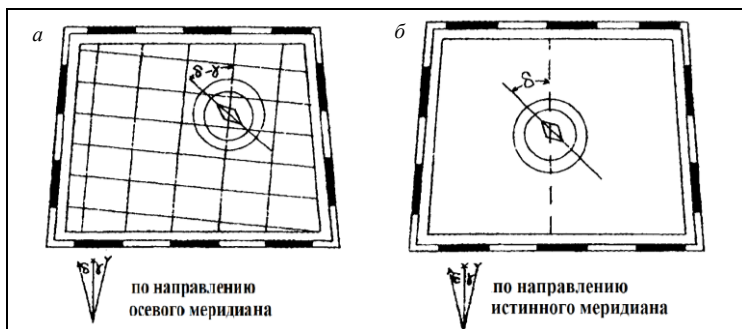


Рис. 5.1. Ориентирование топографической карты с помощью буссоли по направлению:  
*а* – осевого меридиана зоны; *б* – истинного меридиана

При этом ориентирование выполняют следующим образом: приложить грань коробки ориентир-буссоли к направлению истинного меридиана в данной точке и поворачивать карту до тех пор, пока отсчет по северному концу магнитной стрелки покажет склонение, по величине и знаку соответствующее данной точке (рис. 5.1, *б*).

**Задача 17.** Уяснить понятия дирекционного угла  $\alpha$ , истинного азимута  $A_{и}$ , магнитного азимута  $A_{м}$ , сближения меридианов  $\gamma$  и склонения магнитной стрелки  $\delta$ .

**Задача 18.** Для двух линий, проведенных из одной точки на топографической карте:

- измерить геодезическим транспортиром дирекционные углы;
- вычислить по дирекционным углам правый и левый углы, заключенные между линиями;
- установить по номерам точек направления линий начала и конца;
- вычислить истинный и магнитный азимуты, а также румбы линий.

Дирекционным углом называется угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления осевого меридиана до заданной линии ориентирования. Значение этого угла измеряют транспортиром на топографической карте (рис. 5.1–5.3).

Перевычисление дирекционного угла в истинный и магнитный азимуты осуществляется по формулам

$$A_{и} = \alpha + \gamma; \quad (5.2)$$

$$A_{м} = A_{и} - \delta. \quad (5.3)$$

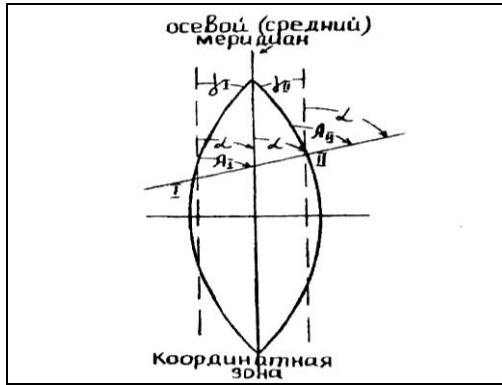


Рис. 5.2. Геометрическое изображение дирекционного угла, сближения меридианов, истинного азимута в координатной зоне

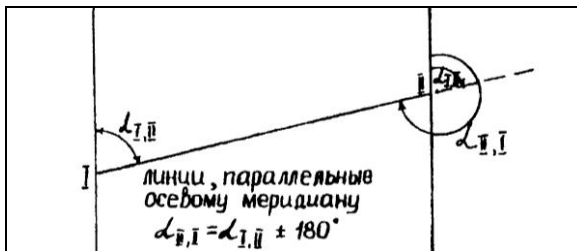


Рис. 5.3. Схема взаимосвязи прямых и обратных дирекционных углов

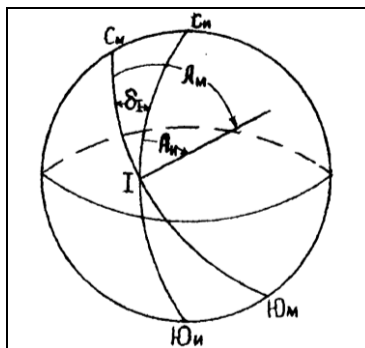


Рис. 5.4. Схема связи истинных и магнитных азимутов

Внутренний угол  $\beta$ , заключенный между двумя линиями, равен разности их дирекционных углов (рис. 5.5).

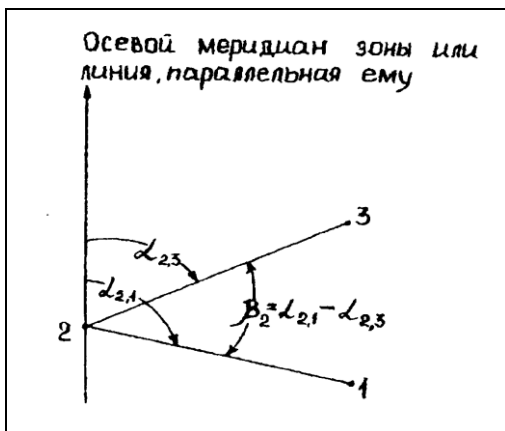


Рис. 5.5. Схема определения внутренних углов через дирекционные углы его сторон

Обозначение угла (правый или левый) зависит от направления перехода по точкам. Значение внутреннего правого угла определяют по формуле

$$\beta_{2 \text{ пр}} = \alpha_{2-1} - \alpha_{2-3} \quad (5.4)$$

и левого угла

$$\beta_{2 \text{ лев}} = \alpha_{2-3} - \alpha_{2-1}. \quad (5.5)$$

При переходе от прямого дирекционного угла к обратному используют зависимость

$$\alpha_{\text{обр}} = \alpha_{\text{пр}} \pm 180^\circ. \quad (5.6)$$

При переходе от прямых к обратным истинным азимутам  $A_{\text{и}}$  используют зависимость

$$A_{\text{иобр}} = A_{\text{ипр}} - \gamma_{\text{пр}} + \gamma_{\text{обр}} \pm 180^\circ. \quad (5.7)$$

Результаты измерений и расчетов рекомендуется привести в табличной форме (табл. 5.2).

Таблица 5.2. Ориентирование линий

Номер точки	Дирекционный угол		Румб $r$	$\gamma$	$\delta$	$A_n$	$A_m$	$\beta$
	прямой $\alpha_{пр}$	обратный $\alpha_{обр}$						
<i>A</i>								66
	36	216	СВ:36			38°12'	34°02'	
<i>B</i>								63
	153	333	ЮВ:27	2°12'	4°10'	155°12'	151°02'	
<i>C</i>								51
	282	102	СЗ:78			284°12'	280°02'	
<i>A</i>								

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое план, карта, профиль? Назовите основные различия.
2. Что такое профиль?
3. Что такое масштаб? Перечислите численные и графические масштабы.
4. Как определяется предельная точность плана и карты?
5. Как вычислить горизонтальное проложение?
6. Что такое номенклатура?
7. Как выполняется разграфка топографических карт масштабов 1:10000; 1:5000; 1:2000?
8. Что такое азимуты истинные и магнитные?
9. Что такое склонение магнитной стрелки, каким оно бывает, как определяется?
10. Что такое сближение меридианов, как оно определяется, какие значения оно может иметь в шестиградусной зоне?
11. Как ориентировать топографическую карту с помощью буссоли?
12. Что такое дирекционные углы и румбы?
13. Что такое географические координаты?
14. В чем заключается суть зональной прямоугольной системы координат?
15. Какими условными знаками изображают: пашню, луг, лес, курстарник, болото, озеро, каналы, населенные пункты?
16. Как изображают в горизонталях основные формы рельефа?
17. Как определить уклон линии по карте с горизонталями?
18. Как провести линию заданного уклона?
19. Как построить профиль для линии на топографической карте?