



УДК 528.48(07)  
ББК 26.12  
Д 30

Дёмина О.Н. Учебно-методическое пособие для практических и самостоятельных работ по теме «План, карта, профиль», 2-е изд. доп. и перераб/ О.Н. Дёмина.– Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2015г. – 42 с.

Учебное пособие предназначено для студентов очного и заочного обучения направлений

1) 280100 Природообустройство и водопользование, профилей «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения», «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», «Экспертиза и управление земельными ресурсами».

2) 120700 Землеустройство и кадастры, профиля «Геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров».

3) 190100 Наземные транспортно-технологические комплексы, профиля «Машины и оборудование защиты окружающей среды и дорожного строительства»

В пособии рассмотрены геодезические задачи определения масштаба и площади карт, вопросы изучения рельефа по топографическим картам и планам, построения профиля по карте с горизонталями, разграфки и номенклатуры топографических карт и планов, ориентирование линий, построение плана по румбам. В учебно-методическом пособии изложена как теоретическая часть для самостоятельного изучения, так и практические задания, а так же примеры решения геодезических задач.

Рецензенты:

д.т.н., профессор БГАУ Маркарянц Л.М.  
к.т.н., доцент БГИТА Мельникова Е.А.

рекомендовано к изданию методической комиссией факультета энергетики и природопользования от 3 сентября 2015 г., протокол №1.

© Брянская ГАУ, 2015  
© Дёмина О.Н., 2015

## Содержание

Задание .....	4
1.Определение масштаба карт.....	5
2.Знакомство с условными знаками.....	8
3. Определение площади по карте.....	10
3.1. Графические способы определения площади по карте.....	10
3.2. Аналитический способ определения площади фигуры по карте.....	12
3.3. Определение площади с помощью полярного планиметра.....	13
3.4. Определение площади с помощью цифрового планиметра PLANIX.....	15
4. Изучение рельефа по топографическим картам и планам.....	19
4.1. Изучение основных форм рельефа.....	19
4.2. Определение отметок точек по горизонталям.....	20
4.3. Определение уклона по карте.....	21
4.4. Построение профиля по карте с горизонталями.....	22
4.5. Определение границы водосборной территории.....	23
5.Разграфка и номенклатура топографических карт и планов.....	31
6.Определение координат точек.....	32
7. Ориентирование линий.....	34
8. Построение плана по румбам.....	38
9.Прямая и обратная задача на плоскости.....	40

## ЗАДАНИЯ

Таблица вариантов

Две последние цифры шифра	Номер варианта	Номера вопросов	Две последние цифры шифра	Номер варианта	Номер вопросов
01 51	1	1, 26, 47, 102	26 76	26	1, 27, 38, 93
02 52	2	2, 27, 48, 103	27 77	27	2, 28, 39, 94
03 53	3	3, 28, 49, 104	28 78	28	3, 29, 40, 95
04 54	4	4, 29, 50, 105	29 79	29	4, 30, 41, 96
05 55	5	5, 30, 41, 106	30 80	30	5, 31, 42, 97
06 56	6	6, 31, 52, 107	31 81	31	6, 32, 43, 98
07 57	7	7, 32, 53, 108	32 82	32	7, 33, 44, 99
08 58	8	8, 33, 54, 109	33 83	33	8, 34, 45, 100
09 59	9	9, 34, 55, 110	34 84	34	9, 35, 46, 101
10 60	10	10, 35, 56, 111	35 85	35	10, 36, 47, 102
11 61	11	11, 36, 57, 112	36 86	36	11, 37, 48, 103
12 62	12	12, 37, 58, 113	37 87	37	12, 26, 49, 104
13 63	13	13, 26, 59, 114	38 88	38	13, 27, 50, 105
14 64	14	14, 27, 60, 115	39 89	39	14, 28, 51, 106
15 65	15	15, 28, 61, 116	40 90	40	15, 29, 52, 107
16 66	16	16, 29, 62, 117	41 91	41	16, 30, 53, 108
17 67	17	17, 30, 38, 93	42 92	42	17, 31, 54, 109
18 68	18	18, 31, 39, 94	43 93	43	18, 32, 55, 110
19 69	19	19, 32, 40, 95	44 94	44	19, 33, 56, 111
20 70	20	20, 33, 41, 96	45 95	45	20, 34, 57, 112
21 71	21	21, 34, 42, 97	46 96	46	21, 35, 58, 113
22 72	22	22, 35, 43, 98	47 97	47	22, 36, 59, 114
23 73	23	23, 36, 44, 99	48 98	48	23, 37, 60, 115
24 74	24	24, 37, 45, 100	49 99	49	24, 27, 61, 116
25 75	25	25, 26, 46, 101	50 00	50	25, 28, 62, 117

## 1. Определение масштаба карт.

*Планом* называется уменьшенное подобное изображение горизонтальной проекции небольшого участка местности. Для составления плана местности расположенные на ней точки проецируют на уровенную поверхность по направлению отвесных линий.

*Карта* – уменьшенное подобное изображение значительной части земной поверхности полученная с учетом кривизны земли.

В условиях применения компьютерных технологий, наряду с изображениями местности на бумажных носителях – картами и планами, используются их цифровые аналоги.

*Цифровой моделью местности* (ЦММ) называется представленное в виде цифровых кодов и хранимое на магнитных носителях логико-математическое описание местности, адекватное по содержанию плану местности. Основным содержанием ЦММ является топографическая информация: координаты и высоты точек, очертания объектов, их свойства. ЦММ содержит и общую информацию – название участка, систему координат и высот и др.

*Цифровой картой* называют цифровую модель значительного участка земной поверхности, сформированную с учётом генерализации изображаемых объектов и принятой картографической проекции.

*Электронной картой* называется изображение местности на экране дисплея, полученное на основе цифровой карты.

Масштабом называется степень уменьшения длин линий, измеренных на местности, при их изображении на карте или плане. Масштаб равен отношению длины отрезка на карте к длине горизонтального проложения соответствующей линии на местности. Масштаб, выраженный отношением чисел, называется численным и равен:

$$\frac{1}{M} = \frac{l}{d}$$

где  $M$  - знаменатель численного масштаба;

$l$  - длина отрезка, измеренного на карте;

$d$  – горизонтальное проложение линии на местности.

Численный масштаб подписывается под южной рамкой листа топографической карты или плана.

**Например.** Масштаб 1: 10 000, означает, что 1 см на карте соответствует 10 000 см или 100 м на местности. Или

$$d = l \cdot M = 1 \text{ см} \cdot 10000 = 10000 \text{ см} = 100 \text{ м}$$

Чем меньше знаменатель масштаба, тем крупнее изображение объекта на карте, и наоборот. Поэтому более крупным называется тот масштаб, у которого знаменатель меньше. Так, масштаб 1:10 000 крупнее масштаба 1:25 000.

Используя численный масштаб и измерив на карте длину отрезка между двумя точками, можно определить горизонтальное проложение соответствующей линии на местности.

**Например.** На карте масштаба 1:10000 измерено расстояние 2,3 см. На местности оно будет соответствовать  $2,3 \text{ см} \cdot 10000 = 23000 \text{ см} = 230 \text{ м}$ .

Чтобы еще больше упростить измерение расстояний и избежать арифметических подсчетов, под южной рамкой листа топографической карты помещается линейный масштаб, который представляет собой графическое изображение в виде прямой линии с подписями делений, служащих для определения расстояний.

Для измерения горизонтального проложения данного отрезка с помощью линейного масштаба на карте иголки измерителя устанавливают на концах измеряемого отрезка (рис.1).

Затем измеритель, не изменяя раствора, прикладывают к линейному масштабу и по нему определяют расстояние между точками. На рис.1 в растворе измерителя заключено расстояние:  $d = 200 \text{ м} \cdot 3 + 10 \text{ м} \cdot 7 = 670 \text{ м}$ .

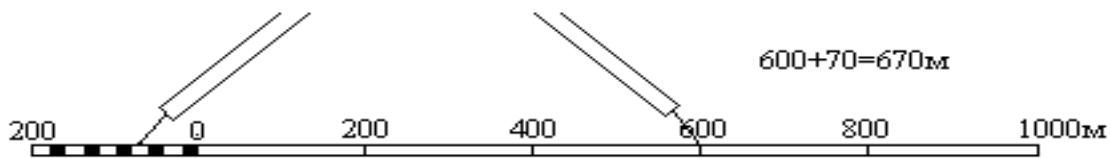


Рисунок 1 - Линейный масштаб

Когда требуется измерить или отложить на карте отрезок с точностью 0,1 мм, пользуются поперечным масштабом (рис.2).

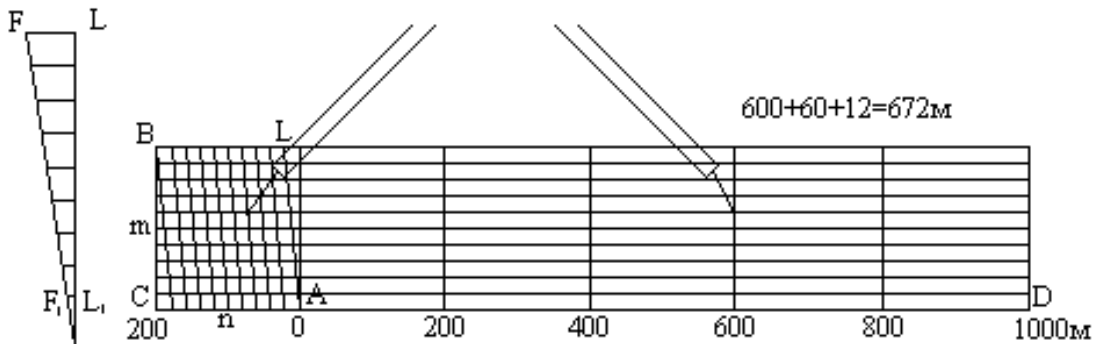


Рисунок 2 - Поперечный масштаб

На металлической линейке через  $m$  интервалов выгравированы параллельные линии – горизонтали (обычно  $m = 10$ ). К ним восставлены перпендикуляры – вертикали, расстояние между которыми называют основанием масштаба  $\delta$  (обычно  $\delta = 2$  см). Крайнее левое основание разделено на  $n$  частей и через полученные точки проведено  $n$  наклонных линий – трансверселей (обычно  $n = 10$  или  $5$ ). Длины отрезков, параллельных основанию, на поперечном масштабе равны: между соседними вертикалями –  $\delta$ , между соседними трансверселями –  $\delta/n$ . Длины отрезков между вертикалью и исходящей из той же точки трансверсалью изменяются в пределах от 0 до  $\delta/n$ . Наименьшее деление поперечного масштаба, определяющее его точность, равно  $\delta/(mn)$ .

Для измерения расстояния берут его в раствор циркуля-измерителя. Правую его ножку ставят на одну из вертикалей поперечного масштаба, а левую – на одну из трансверселей, но так, чтобы обе ножки оказались на одной и той же горизонтали. Измеренное расстояние равно сумме расстояний, соответствующих числу охваченных раствором циркуля целых оснований, десятых долей основания и сотых, оцениваемых по положению ножки циркуля на трансверсали. На рисунке 3 отрезок  $ab$  имеет длину  $20+3+0,7=23,7$  м. Длина отрезка  $cd$  равна  $30+5+0,45=35,45$  м. Из второго примера видно, что длину отрезка удаётся измерить с точностью половины наименьшего деления (в данном случае 0,05 м).

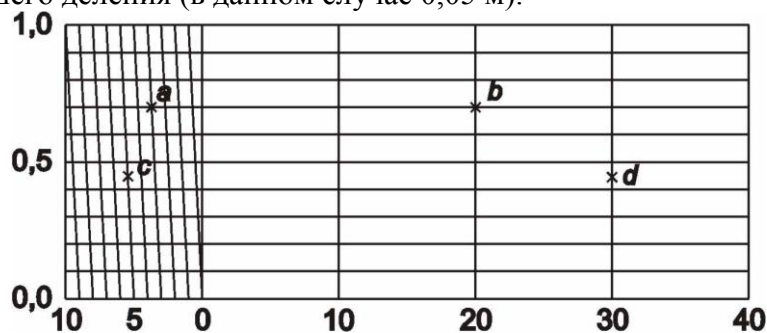


Рисунок 3. Поперечный масштаб с нанесёнными отрезками

Прежде чем пользоваться поперечным масштабом, надо рассчитать его основные элементы применительно к заданному масштабу карты или плана, т.е. определить, скольким метрам на местности соответствует основание поперечного масштаба, малое деление и наименьшее деление.

**Пример 1.** Отложить в масштабе 1:10 000 расстояние 672м. Рассчитываем элементы поперечного масштаба. В масштабе 1: 10 000 одному сантиметру на плане соответствует 100м на местности, следовательно, основанию нормального поперечного масштаба (2 см) соответствует 200 м, малому делению 10 м, наименьшее деление равно 1м. Рассчитав эти элементы, для откладывания расстояния 672 м, берут в раствор измерителя три основания (600 м), затем левую иглу отставляют влево на 7 малых делений (70 м) и перемещают левую иглу по трансверсали вверх на 2 деления (2 м). При этом правая игла должна перемещаться по вертикальной линии тоже на 2 деления. Полученное в растворе измерителя расстояние К1, равно 672м в масштабе 1:10 000 (рис.2).

**Пример 2.** Отложить в масштабе 1:2000 расстояние 112,8м. Рассчитываем элементы масштаба. Так как в масштабе 1:2000 одному сантиметру на плане соответствует 20 м на местности, то основание нормального поперечного масштаба (2см) равно 40 м, малое деление равно 4 м, расстояния между вертикальной линией и первой трансверсалью равно 0,4 м. Берем в раствор измерителя два основания (80 м), отодвигаем левую иглу влево на 8 малых делений (32 м). Перемещаем обе иглы вверх на два деления (0.8 м), причем левую перемещаем по трансверсали, а правую по вертикальной линии. Полученное в растворе измерителя расстояние MN равно 112,8 м в масштабе 1:2 000.

При работе с картой важно уяснить себе понятие точности масштаба.

На листе топографической карты или плана невооруженным глазом можно различить отрезок длиной не меньше 0,1 мм. Эта величина называется графической точностью и равна диаметру укола иглы измерителя. Точностью масштаба называется длина горизонтального приложения линии на местности, соответствующая на карте данного масштаба отрезку длиной 0,1 мм (графической точности).

**Пример 3.** Рассчитать точность масштаба 1:5000. Обозначим точность масштаба через  $x$ . Отрезок на карте равен 0,1 мм (графическая точность). Тогда  $x = 0,1\text{мм} \cdot 5000 = 500\text{мм} = 0,5\text{м}$ . Точность масштаба 1: 5 000 равна 0,5м. Это значит, что:

- ✓ на карте масштаба 1:5000 нельзя измерить расстояния точнее 0,5 м;
- ✓ при построении плана в масштабе 1:5 000 не нужно учитывать подробности местности менее 0,5 м, так как они не изображаются.

Длины кривых линий измеряют **курвиметром** (рисунок 4), колёсико которого перемещают по линии при перпендикулярном к плану положению курвиметра. До применения курвиметра необходимо определить цену деления его шкал. Для этого проводят курвиметром по линии, имеющей определенную длину, например 20 см. Если при этом стрелка пройдет 20 делений, то цена одного деления соответствующей шкалы будет равна  $20\text{ см}/20=1\text{ см}$ , если же стрелка покажет, например 18 делений то цена одного деления будет  $20\text{ см}/18=1,11\text{ см}$ . Цену деления определяют несколько раз и за окончательный результат принимают среднее арифметическое из всех результатов измерений, если они не содержат грубых ошибок. Если при масштабе плана 1:5000 отсчёт на шкале курвиметра 11,7, то длина линии на местности равна  $11,7\text{ см} \cdot 5000 = 58,5\text{ м}$ .

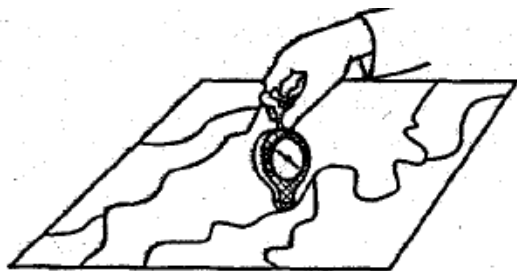


Рисунок 4- Курвиметр

### Задание к задачам №1-25

1. По заданному численному масштабу (табл. 2) вычертите линейный и поперечный масштабы. Истинная длина прямых, измеренная на местности, задается в табл.2 колонки 3,4. Определите длину этих прямых на плане заданного масштаба.
2. Определите истинную длину прямых на местности. Размер прямых на плане задается в табл.2. колонки 5,6. Рассчитайте точность масштаба.

Таблица 2. Задание к задачам №1-25

№ задач	Численный масштаб	Размер прямых, измеренных на местности, м		Размер прямых на плане, мм	
		3	4	5	6
1	1:10000	1650,0	815,0	132	52
2	1:5000	671,50	295,0	120	65
3	1:2000	255,50	130,	145	75
4	1:1000	144,30	82,85	125	58
5	1:500	78,71	41,15	115	65
6	1:10000	1370,0	615,0	92	65
7	1:5000	534,0	315,3	120	72
8	1:2000	205,60	82,80	134	63
9	1:1000	117,30	55,80	127	78
10	1:500	87,85	52,36	123	65
11	1:1000	134,40	47,45	136	45
12	1:2000	210,40	148,20	127	73
13	1:5000	498,50	211,50	108	59
14	1:10000	1440,0	832,0	133	77
15	1:5000	395,50	203,50	128	96
16	1:2000	188,60	98,20	96	45
17	1:1000	149,35	72,55	112	48
18	1:500	69,45	28,95	145	93
19	1:1000	156,24	77,58	136	55
20	1:2000	233,30	117,15	123	68
21	1:5000	408,50	215,25	115	45
22	1:10000	1412,0	681,0	127	72
23	1:500	62,75	38,45	118	63
24	1:1000	137,42	58,65	123	72
25	1:2000	218,30	112,50	108	88

## 2. Знакомство с условными знаками топографических планов и карт

На топографических планах и картах объекты местности отображаются едиными условными знаками, которые подразделяются на масштабные, внесмасштабные, линейные, пояснительные, специальные (рисунок 5)

Масштабные (площадные) знаки – показывают местоположение объекта и его фактические размеры. Границы таких объектов могут отображаться тонкими сплошными линиями или точечным пунктиром (см. рисунок 7).

Внесмасштабные знаки – показывают местоположение объекта, но не отображают его размеры. Линейные – отображают местоположение и протяженность линейных объектов.

Пояснительные – показывают название и характеристики объектов в буквенных и цифровых обозначениях.

Специальные – используются для отображения объектов на специальных картах различных ведомств.



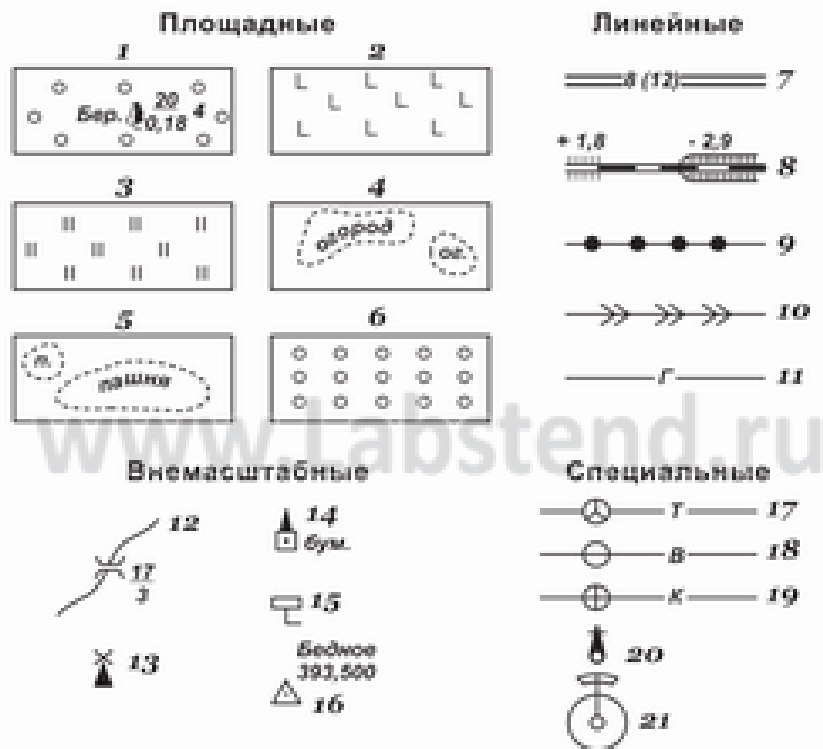
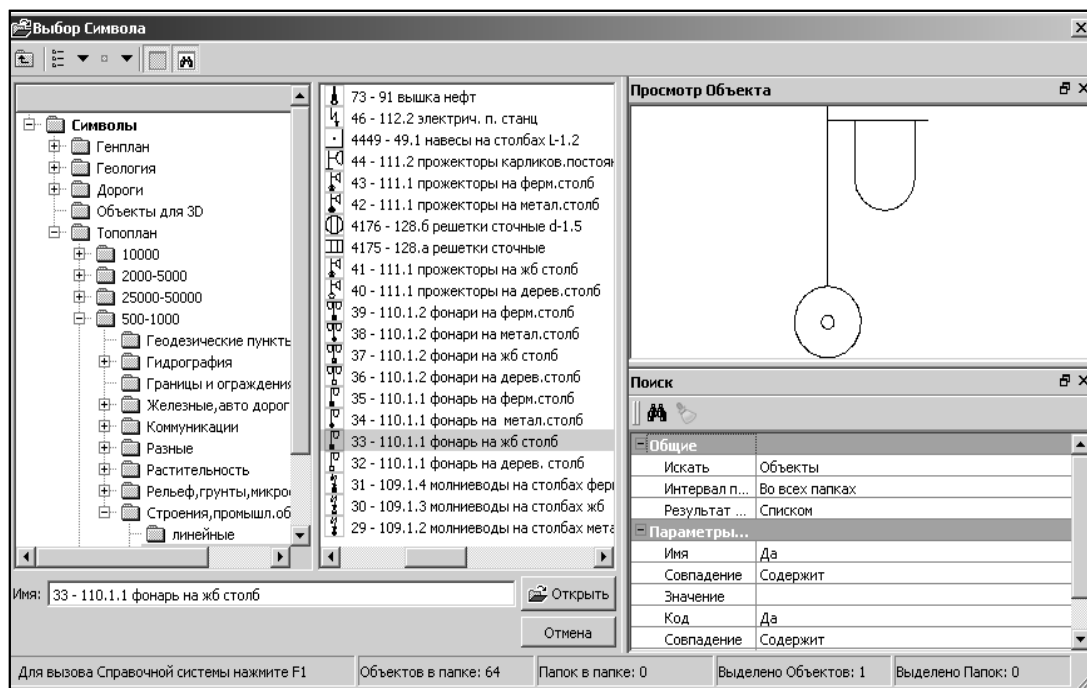


Рисунок 5. Условные знаки топографических планов и карт: 1 лес, 2 –вырубка, 3 –луг, 4 –огород, 5-пашня, 6 –фруктовый сад, 7-шоссе, 8-железная дорога, 9- линия связи, 10-линия электропередачи, 11-магистральный трубопровод, 12-деревянный мост, 13-ветрянная мельница, 14-завод, предприятие, 15-километровый столб, 16- пункт геодезической сети, 17 –трасса, 18- водопровод, 19-канализация, 20-водозаборная колонка, 21–фонтан

В системе CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.1, предназначенной для создания цифровой модели местности (ЦММ) инженерного назначения по результатам топогеодезических работ, в классификаторе содержится вся информация о тематических объектах (ТО), которые используются при формировании (ЦММ) или цифровой модели проекта (ЦМП) (См. рисунок 6)

Рисунок 6. Окно: редактор классификатора CREDO



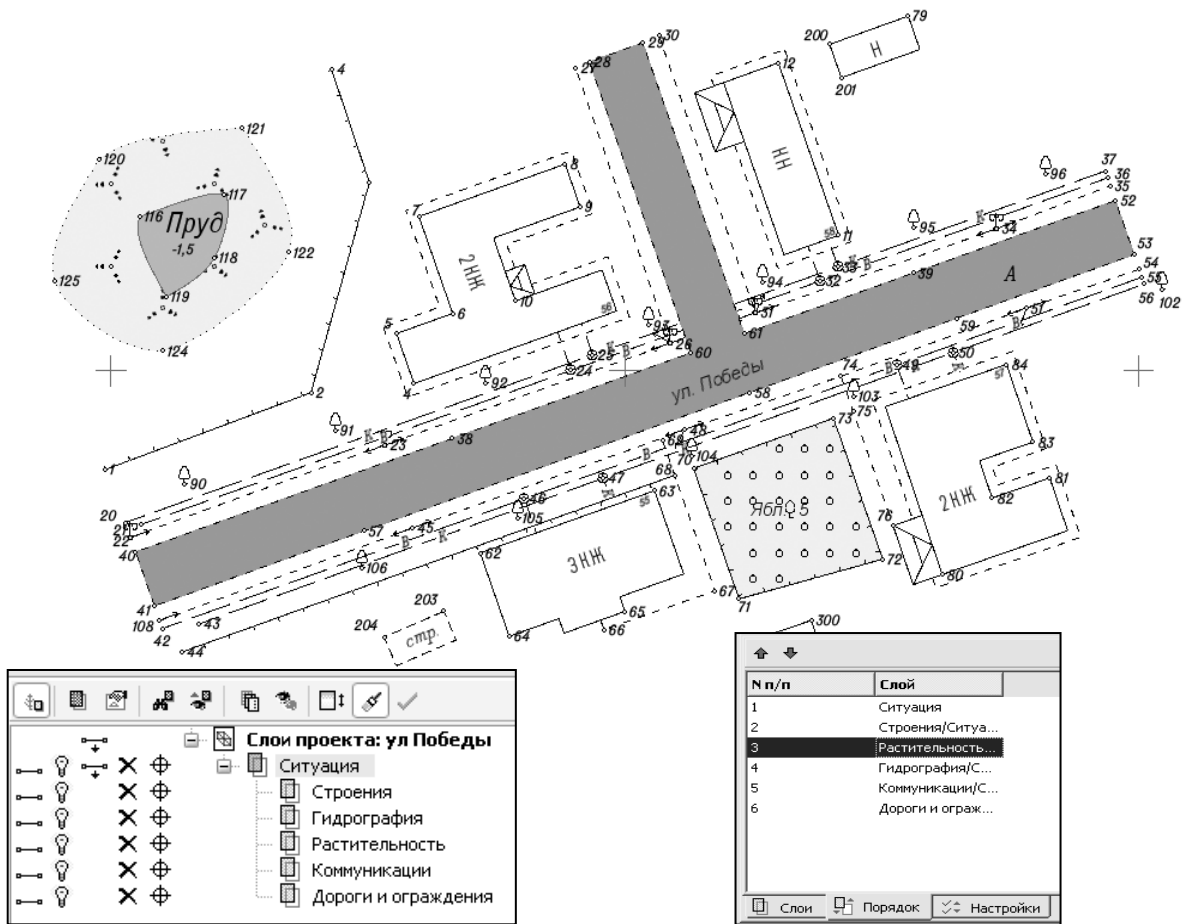


Рисунок 1.1. Модель местности

### Вопросы.

1. Что такое масштаб?
2. Какие бывают масштабы?
3. Что называется точностью масштаба?
4. Какие виды условных знаков вы знаете? Приведите примеры
5. Что называют планом, картой, ЦММ?

## 3. Определение площади по карте

### 2.1. Графический способ определения площадей по карте

*Метод разбивки на элементарные геометрические фигуры*

Участок, площадь которого необходимо определить, разбивают на простейшие геометрические фигуры, преимущественно на треугольники и трапеции.

В каждой фигуре (треугольнике) измеряют с помощью численного масштаба основание и высоту и вычисляют площадь этого треугольника. Для контроля площадь каждого треугольника определяют дважды: по двум различным основаниям и двум высотам по формуле:

где S-площадь треугольника, а - основание треугольника, h-высота.

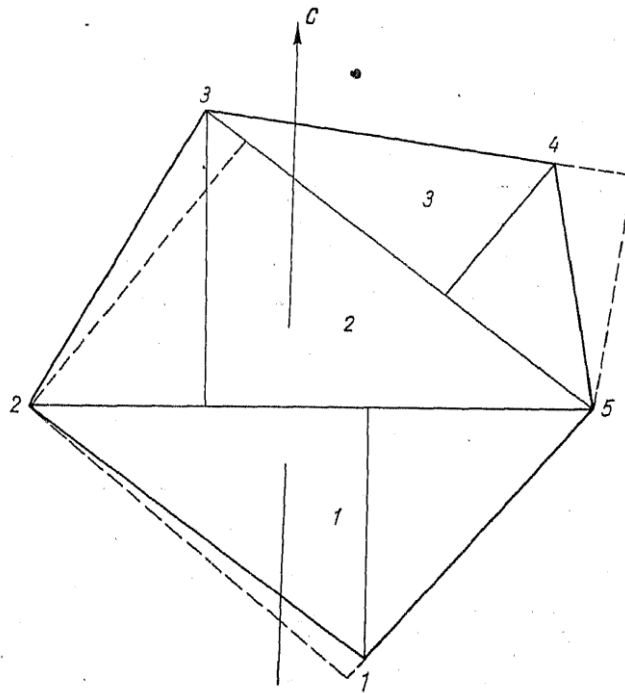


Рисунок 8 - Метод разбивки на элементарные геометрические фигуры

Допустимое расхождение между этими двумя значениями площадей данного треугольника вычисляют по формуле:

$$\Delta S_{ca} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{S_{ca}}$$

где  $M$  - знаменатель численного масштаба плана.

Если расхождение не превышает допустимого, то из двух значений площадей вычисляют среднее.

Площадь фигуры определяется как сумма площадей всех треугольников:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_6$$

Площадь трапеции находится по формуле:  $S = \frac{(a+b) \cdot h}{2}$ ,

где  $a$  и  $b$  – параллельные основания,  $h$ -высота.

В примере на рисунке 8 в первом треугольнике 1-2-5 при первом подсчёте площади за основание принимается линия 2-5; высотой является перпендикуляр, опущенный из вершины треугольника (точки 1) на основание 2-5. При втором подсчёте площади треугольника за основание принимается линия 5-1, а высотой будет перпендикуляр, опущенный из точки 2 на продолжение основания линии 1-5 (в данном случае высота выходит за границы треугольника).

### ***Метод определения площади с помощью квадратной палетки***

Квадратная палетка представляет собой сеть взаимно перпендикулярных линий, проведенных через 2 мм на кальке. Палетку накладывают на измеряемую фигуру (рис. 10) и подсчитывают число целых квадратов  $N$  и число не целых квадратов  $n$ .

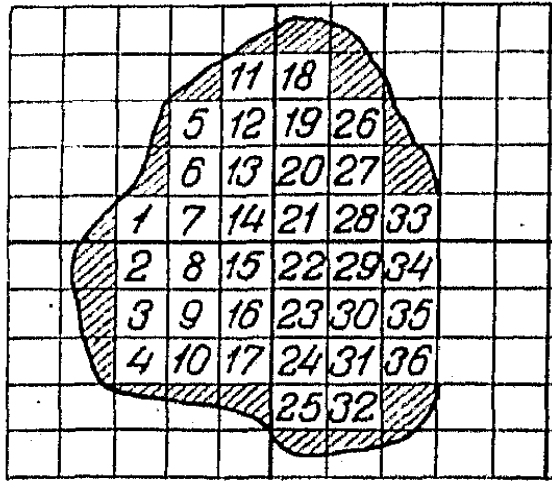


Рисунок 9- Определение площади фигуры с помощью квадратной палетки

В рассматриваемом на рис.9 в примере  $N = 36$ , а  $n = 20$ . Площадь одного целого квадрата со сторонами равными 2мм на листе карты масштаба 1:10 000 будет равна

$$a = 20\text{м} \times 20\text{м} = 400\text{м}^2$$

Площадь фигуры определяется по формуле

$$S = a \left( N + \frac{n}{2} \right). S = 400\text{м}^2 \left( 36 + \frac{20}{2} \right) = 18400\text{м}^2 = 1,84\text{га}$$

### 3. 2. Аналитический способ определения площади фигуры по карте

Если известны координаты вершин фигуры, то ее площадь можно определить аналитическим способом.

Площадь четырехугольника 1-2-3-4 (рис. 10) будет равна разности площадей фигур А-1-2-3-В и А-1-4-3-В.

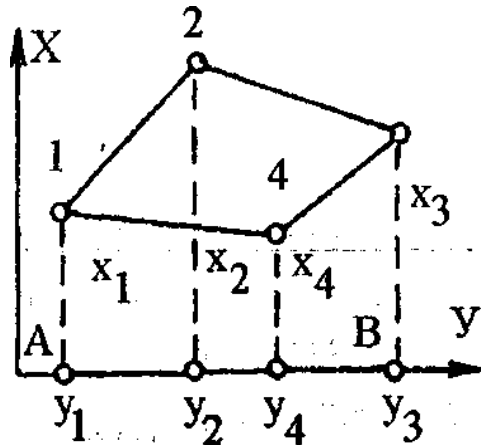


Рисунок 10 - Аналитический способ определения площади

$$S = \frac{1}{2}(x_1 + x_2) \cdot (y_2 - y_1) + \frac{1}{2}(x_2 - x_3) \cdot (y_3 - y_2) - \frac{1}{2}(x_3 + x_4) \cdot (y_4 - y_3) + (x_1 + x_4) \cdot (y_1 - y_4)$$

После преобразований всё выражение можно записать таким образом:

$$2S = (x_1 + x_2) \cdot (y_2 - y_1) + (x_2 - x_3) \cdot (y_3 - y_2) + (x_3 + x_4) \cdot (y_4 - y_3) + (x_1 + x_4) \cdot (y_1 - y_4)$$

Если теперь координатам предыдущих точек присвоить индекс  $k$ , а координатам последующих точек присвоить индекс  $k+1$ , то общая формула для вычисления площади любого  $n$  - угольника примет вид:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (\tilde{O}_{k+1} + \tilde{O}_k) \cdot (\acute{O}_{k+1} - \acute{O}_k)$$

где  $X_k, Y_k$  - координаты точки  $k$  ;

$X_{k+1}, Y_{k+1}$  - координаты точки, следующей после точки  $k$ .

Пример определения площади полигона 1-2-3-4 (рис 11) приведен в таблице 3.

Таблица 3.

№	Координаты		$A = X_{k+1} + X_k$	$B = Y_{k+1} - Y_k$	$A \cdot B, \text{км}^2$
	X, км	Y, км			
1	6066,30	4306,85			
			12133,50	+0,95	+ 11526,825
2	6067,20	4307,80			
			12133,05	+1,00	+12133,050
3	6065,85	4308,80			
			12130,86	-1,10	-13343,946
4	6065,01	4307,70			
			12131,31	-0,85	-10311,614
1	6066,30	4306,85			

$$2S = 4,315 \text{ км}^2 \quad S = 2,1575 \text{ км}^2 = 215,75 \text{ га} \quad \sum A \cdot B = 4,315 \text{ км}^2$$

### 3.3. Определение площади с помощью планиметра

Полярный планиметр (рис. 11) состоит из двух рычагов: полюсного 1 и обводного 4, соединяемых шарниром 8. Полюс планиметра (массивный цилиндр 2 с иглой, втыкаемой в бумагу) в процессе измерения площади остается неподвижным. На конце длинного плеча обводного рычага укреплен шпиль 3 (или лупа с маркой в виде креста в ее центре), которым обводят контур измеряемой площади. На коротком плече обводного рычага крепится каретка с мерным колесиком 6, опирающимся на поверхность бумаги, и счетным механизмом. Когда обводной шпиль 3 (или марка) перемещается по линии контура перпендикулярно рычагу, мерное колесико 6 катится по бумаге. При перемещении обводного шпиля по направлению рычага колесико скользит по бумаге, не вращаясь. При перемещении шпиля в иных направлениях происходит и вращение, и скольжение. Суммарное число оборотов колесика, накопленное при обводке шпилем контура, пропорционально площади, ограниченной контуром. Полярный рычаг имеет на конце грузик, называемый полюсом. Обводной рычаг имеет на одном конце счетный механизм, а на другом – обводной шпиль. Длину обводного рычага можно менять.

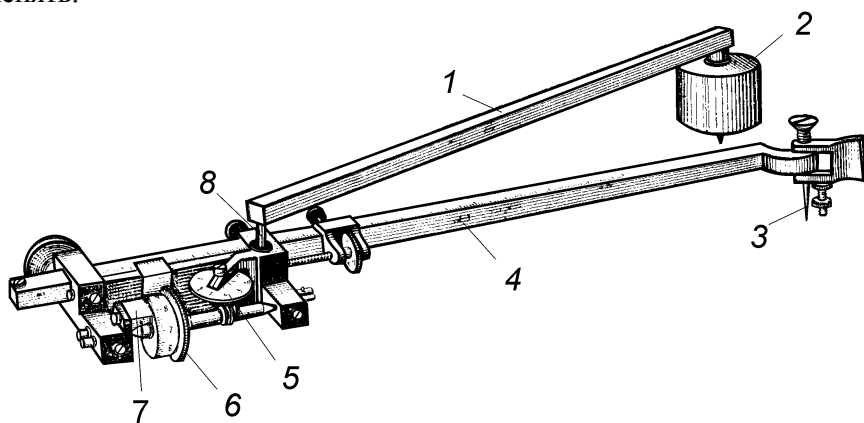


Рисунок 11 - Полярный планиметр

Для подсчета числа оборотов вращение колесика передается на циферблат 5. По ободу колесика нанесено 100 делений. Отсчеты по шкале обода берут с помощью верньера 7. Отсчет по планиметру (рис. 12) состоит из отсчета числа целых оборотов колесика по циферблату (на рисунке – цифра 6), отсчета десятых и сотых долей оборота – по шкале обода

против нуля верньера (цифры 4 и 2) и тысячных долей оборота – по номеру штриха верньера, совпадающего со штрихом на шкале обода (цифра 2).

Для измерения площади, обводят её контур, делая при этом два отсчёта по планиметру: один  $n_1$  – до обвода, другой  $n_2$  – после. Площадь вычисляют по формуле

$$S = c \cdot (n_2 - n_1),$$

где  $c$  – цена деления планиметра. Для надёжности площадь измеряют 3 – 5 раз и полученные результаты осредняют.

Если во время измерений полюс планиметра располагался внутри измеряемой площади, то вместо формулы (4.3) используют формулу

$$S = c \cdot (n_2 - n_1 + Q),$$

где  $Q$  - постоянная планиметра.

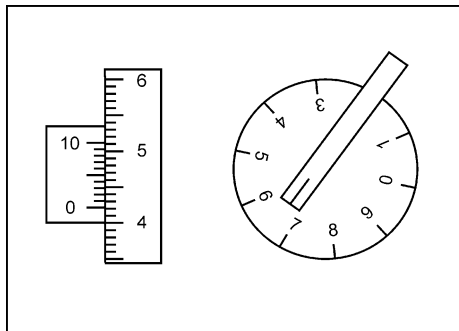


Рисунок 12 - Отсчет по планиметру: 6422.

*Измерение площади состоит из двух этапов:* определение цены деления планиметра и измерение площади фигуры.

Цена деления планиметра - величина, показывающая какая площадь соответствует одному делению планиметра. Она зависит от длины обводного рычага и масштаба плана.

Для определения цены деления планиметра необходимо на карте выбрать фигуру, площадь которой заранее известна. В качестве такой фигуры можно принять квадрат, образованный линиями километровой сетки. Площадь такого квадрата будет равен 1 км или 100га.

Полюс полюсного рычага, ставят вне контура фигуры, а шпиль обводного рычага в начальную точку обвода. Записывают начальный отсчет " $a$ " по счетному механизму. Затем шпилем обводят контур фигуры по ходу часовой стрелки до начальной точки и записывают конечный отсчет " $b$ ". Разность отсчетов  $b - a$  дает количество делений планиметра, которое потребовалось, чтобы обвести контур квадрата. Для контроля измерений и повышения точности измерения площади обвод фигуры необходимо повторить трижды. Разность между значениями  $b - a$  при каждом обводе не должна превышать пяти единиц. Затем вычисляют среднее значение  $(b - a)_{cp}$

Цена деления планиметра вычисляется по формуле:

$$P = \frac{S_{изв}}{(b - a)_{cp}}$$

где  $S_{изв}$  - известная площадь квадрата.

Таким же образом обводят контур фигуры, площадь которой необходимо определить. Вычисляют значение  $(b - a)_{cp}$ , а затем определяют площадь по формуле:  $S = P \cdot (b - a)_{cp}$ .

При работе с планиметром необходимо соблюдать следующие условия:

- ✓ положение штоса при обводе выбирают так, чтобы барабан счетного механизма не скатывался с бумаги, и чтобы во время обвода фигуры между полярным и обводным рычагом не было углов менее  $30^\circ$  и более  $150^\circ$ ;
- ✓ если при обводе фигуры по часовой стрелке конечный отсчет получился меньше начального, то к конечному отсчету прибавляют 10 000.

Все данные по определению цены деления планиметра и вычислению площадей угодий записывают в таблицу, форма которой приведена ниже.

Таблица 4.

Планиметр №2360

Длина рычага 166

Название фигуры	Отсчеты				$P = \frac{S_{изв}}{(b-a)_{cp}}$	Площадь фигуры, S, га
	До обвода	После обвода	(в-а)	(в-а) <sub>ср</sub>		
Квадрат	2534	2694	160	161,00	0,621 га	100га
	2694	2856	162			
	2856	3017	161			
Лес	5602	5876	274	275,33		170,98 га
	5876	6150	274			
	6150	6428	278			

### 3.4. Определение площади с помощью цифрового планиметра PLANIX 5, 6

Цифровой полярный планиметр устроен подобно механическому, но имеет электронное счетное устройство и жидкокристаллический дисплей.

Электронный роликовый планиметр катится на двух высокофрикционных абразивных роликах, измеряющих смещения по направлению качения. Поворотная штанга с курсором, перемещаемым по контуру площади, измеряет смещения в поперечном направлении. Счетное устройство вычисляет площадь и высвечивает ее величину на дисплее.

Цифровой планиметр Planix (рис. 13) имеет роликовый механизм 1 с двумя роликами 5, обводной механизм /трассер/ 4, на конце которого находится линза 7, а в средней части на лицевой стороне - экран 3 и функциональные клавиши 6. На задней - никелево-кадмиевую батарею 10, счетное /интегрирующее/ колесо 8 и головку 9. Планиметр имеет возможность работать с питанием как постоянного, так и переменного тока при помощи специального адаптера, включаемого в сеть переменного тока и подсоединяемого к прибору через штепсельный разъем 2. При включенном в сеть адаптере и выключенном приборе происходит зарядка аккумуляторной батареи приблизительно в течение 8 часов. Батарея дает возможность работать с прибором непрерывно в течение 16 часов. Энергопитание автоматически отключается, если прибор не используется в течение трех минут.

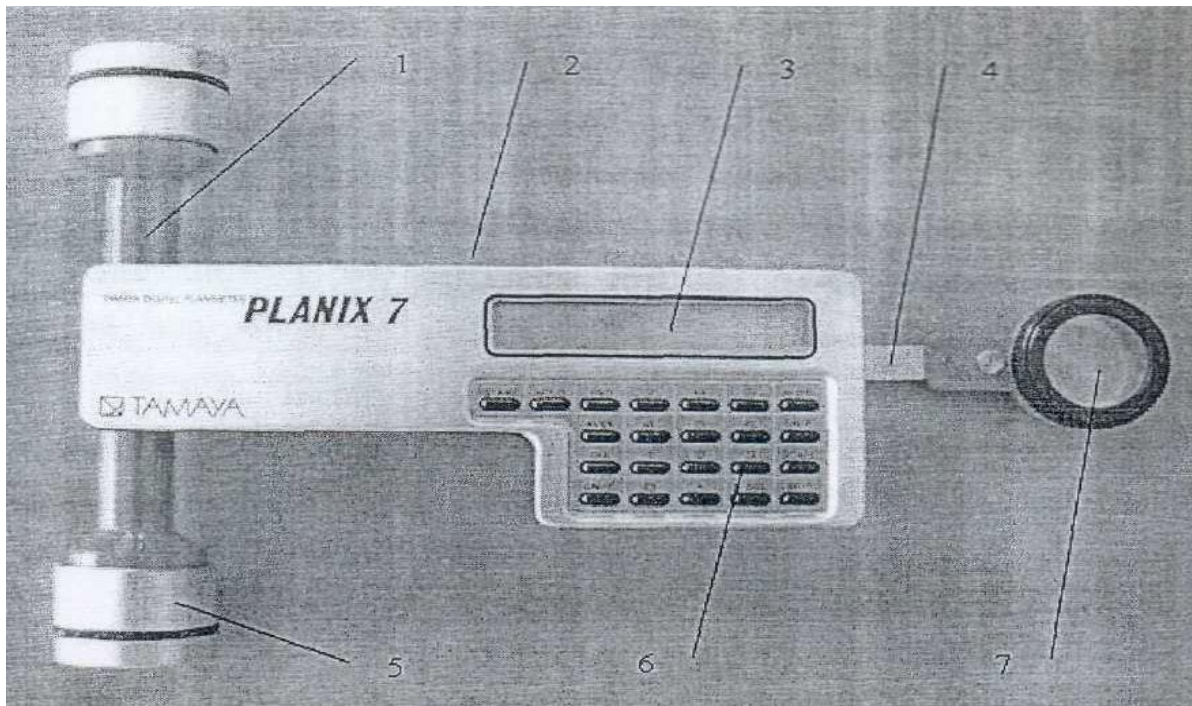


Рисунок 13– Цифровой планиметр Planix

#### *Функциональные клавиши*

<b>START</b>	Готовность к началу измерений. На экране дисплея появляется "0".
<b>HOLD</b>	Фиксирование в памяти значения площади измеренной фигуры. При повторном нажатии этой клавиши можно продолжать измерения. При помощи этой клавиши производится накопление измерений.
<b>END</b>	Используется для повторного измерения одной и той же площади.
<b>AVER</b>	Каждое измерение записывается в память нажатием клавиши <b>END</b> и вычисляется среднее значение нажатием клавиши <b>AVER</b> .
<b>ON/CE-C</b>	Включение питания / Одно нажатие клавиши удаляет полученное значение с дисплея, а второе нажатие очищает память
<b>OFF</b>	Выключение питания
<b>READY</b>	Если на дисплее появляются символы $READY\text{ cm}^2$ или $READY\text{ in}^2$ или значит прибор находится в режиме готовности. В противном случае нажимайте клавишу <b>READY</b> до тех пор, пока не загорится символ <b>READY</b> .
<b>cm<sup>2</sup> ↔ in<sup>2</sup></b>	Выбор метрической или английской систем измерений. Если на дисплее не загорелся символ, нажмите клавишу <b>READY</b>

#### *Выполнение измерений*

##### 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ДЕЙСТВИЯ.

Расположите прибор таким образом, чтобы полярный рычаг и плечо трассера образовали прямой угол, а измеряющая точка трассера при этом находилась примерно на середине контура обводимого объекта.

##### 2. ВКЛЮЧЕНИЕ

Нажмите клавишу **[ON/CE-C]**. На экране дисплея появится "0".

##### 3. ВЫБОР МЕТРИЧЕСКОЙ ИЛИ АНГЛИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ.

При нажатии клавиши **[cm<sup>2</sup> ↔ in<sup>2</sup>]** в правой стороне дисплея появятся единицы измерения  $\text{cm}^2$  или  $\text{in}^2$ . Выберите и установите символ, соответствующий необходимой Вам системе измерений (Если при включении прибора единицы измерений не появляются на экране, нажмите клавишу **[READY]**.) На дисплее над символом  $\text{cm}^2$  или  $\text{in}^2$ , появится символ **READY**. Если этого не произойдет, нажмите клавишу **[READY]** до тех пор, пока на дисплее не появится единица измерения.

##### 4. ОТСЛЕЖЕНИЕ ПЛОЩАДИ



Отметьте начальную точку на контуре фигуры, площадь которой необходимо измерить. Установите на эту точку кружок линзы трассера. Нажмите клавишу **[START]**. При этом на экране дисплея появится "0", а прибор подтвердит начало работы звуковым сигналом. Перемещайте трассер по контуру фигуры по направлению часовой стрелки от начальной точки. Во время перемещения по контуру фигуры на экране дисплея высвечиваются значения измерений.

*Обратите внимание:* Во время измерения интегрирующее колесо передвигается по поверхности карт, светокопий и т.д., поэтому перед работой убедитесь, что их поверхность плоская и без складок. Проводите измерение таким образом, чтобы прибор мог обвести контур участка за один раз и чтобы интегрирующее колесо не выходило за рамки карты. Только аккуратное отслеживание контура участка даст точные результаты.

## 5. СОХРАНЕНИЕ В ПАМЯТИ ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕРЕННОЙ ПЛОЩАДИ ФИГУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАВИШИ **[HOLD]**

Полученные значения измерений фиксируются на экране дисплея клавишей **HOLD**. В этом случае в левом углу экрана дисплея появляется символ **HOLD**. Это предотвращает неумышленную потерю результата в момент запоминания.

## 6. НАКОПЛЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КЛАВИШИ **HOLD**

Клавиша **[HOLD]** может использоваться для накопления частей большой площади или измерения двух или более различных площадей методом накопления. Для измерения и накопления нескольких площадей обведите первую площадь и нажмите клавишу **[HOLD]**, затем обведите вторую площадь и нажмите клавишу **[HOLD]**. Повторите эти действия для третьей, четвертой площадей и т.д.

Для начала нового измерения в режиме накопления измерений после отмены второй или любой последующей функции "hold" нажмите на клавишу **[HOLD]**, возвратите трассер на первоначальную исходную точку и нажмите на клавишу **[ON/CE-C]**. После этого значение площади, зафиксированное в предыдущем измерении, появится на экране дисплея.

Большие площади можно измерять методом деления их на части и накопления их площадей. Значение площади ограничено 8 цифрами.

Чтобы измерить большую площадь за один раз, площадь, равную 10000 см<sup>2</sup>, необходимо добавить к измеряемой фигуре, потому, что счетчик возвращается к "0" после отсчета 9999,9 см<sup>2</sup>. Счетчик возвращается к "0" после отсчета 1549.9875 in<sup>2</sup>. Значение 1550.0031 in<sup>2</sup> должно быть добавлено к измеряемой фигуре.

Таблица 5.

Клавиша	Показания дисплея		
START	0	READY cm <sup>2</sup>	
	23	READY cm <sup>2</sup>	1-ое измерение
HOLD	23	READY cm <sup>2</sup>	HOLD
HOLD	23	READY cm <sup>2</sup>	отмена HOLD
	58	READY cm <sup>2</sup>	2-ое измерение      23cm <sup>2</sup> +35cm <sup>2</sup>
HOLD	58	READY cm <sup>2</sup>	HOLD
HOLD	58	READY cm <sup>2</sup>	отмена HOLD
	84	READY cm <sup>2</sup>	3-е измерение      58cm <sup>2</sup> +26cm <sup>2</sup>
HOLD	84	READY cm <sup>2</sup>	HOLD

## 7. ВЫВОД СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАВИШИ **[AVER]**.

Для получения наиболее достоверного результата одну и ту же площадь измеряют до девяти раз, из этих измеренных значений вычисляют среднее значение.

Измерьте площадь, нажмите клавишу **[END]** и снова измерьте ту же площадь. Повторите эти действия несколько раз подряд. В итоге, нажав клавишу **[AVER]**, Вы получите среднее значение. При нажатии клавиши **[END]** на экране дисплея появится "0". Это значение не

зафиксировано и изменяется при движении трассера. Если при помещении трассера на исходную точку показания дисплея стали отличными от "0", то для проведения второго измерения нажмите на клавишу ON/CE-C, на экране дисплея появится "0". Перед тем, как Вы нажмете клавишу END, данные измерения сохраняться, а экран дисплея очиститься для продолжения измерений. Среднее значение измеренной площади фигуры зафиксировывается.

Таблица 6

Клавиша	Показания дисплея		
	START	0	READY cm <sup>2</sup>
	19,8	READY cm <sup>2</sup>	1-ое измерение
END	0	READY cm <sup>2</sup>	
	20	READY cm <sup>2</sup>	2-ое измерение
END	0	READY cm <sup>2</sup>	
	20,8	READY cm <sup>2</sup>	3-е измерение
END	0	READY cm <sup>2</sup>	
END	0	READY cm <sup>2</sup>	
AVER	20	READY cm <sup>2</sup>	

### 8. ИЗМЕРЕНИЕ ЧЕРТЕЖА В УМЕНЬШЕННОМ МАСШТАБЕ

Площадь:  $A$     Измеряемая фигура:  $D$   
 Масштаб:                      1:N

$$A = D \times N^2$$

Пример: Участок измерен на карте масштаба 1:100, на дисплее - отсчёт 250 см<sup>2</sup>.  
 Какова площадь этого участка?  
 $A = 250 \text{ см}^2 \times 100 \times 100 = 2\,500\,000 \text{ см}^2 = 250 \text{ м}^2$

Пример: Участок измерен на карте масштаба 1:240 (1" = 20 ft), на дисплее - отсчёт 100 in<sup>2</sup>. Какова площадь этого участка?  
 $A = 100 \text{ in}^2 \times 240 \times 240 \times 5760000 \text{ in}^2 = 40000 \text{ ft}^2$ .

Длина	Площадь
1 км = 1000 м	10 км <sup>2</sup> = 1000000 м <sup>2</sup>
1 м = 100 см	10 м <sup>2</sup> = 10000 см <sup>2</sup>
1 см = 10 мм	10 см <sup>2</sup> = 100 мм <sup>2</sup>
1 ярд = 3 фута	1 ярд <sup>2</sup> = 9 фут <sup>2</sup>
1 фут = 12 дюймов	1 фут <sup>2</sup> = 144 дюйм <sup>2</sup>

### 9. ИЗМЕРЕНИЕ ЧЕРТЕЖА В УВЕЛИЧЕННОМ МАСШТАБЕ.

Площадь:  $A$   
 Измеряемая фигура:  $D$   
 Масштаб:                      N:1

$$A = D : N^2$$

### 10. ИЗМЕРЕНИЕ ЧЕРТЕЖА С РАЗНЫМИ ВЕРТИКАЛЬНЫМ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ МАСШТАБАМИ.

Площадь:  $A$   
 Измеряемая фигура:  $D$   
 Вертикальный масштаб: 1:N  
 Горизонтальный масштаб: 1:M  
 $A = D \times N \times M$

*Пример:* Участок измерен на карте с вертикальным масштабом 1:200 и с горизонтальным масштабом 1:100, на дисплее - отсчёт 250 см<sup>2</sup>. Какова площадь этого участка?  
 $A = 250 \text{ см}^2 \times 200 \times 100 = 5\,000\,000 \text{ см}^2 = 500 \text{ м}^2$

### Задание

На карте масштабом 1:10000 определить площадь объекта с помощью механического и цифрового планиметров.

### Вопросы .

1. Какие способы определения площадей по карте Вы знаете? Какова их точность.
2. В чем состоит аналитический способ определения площади по карте?
3. В чем состоит процесс измерения площади по карте с помощью планиметра?
4. Как и для чего определяют цену деления планиметра?
5. По какой формуле вычисляют площадь фигуры

## 4. Изучение рельефа по топографическим картам и планам

### 4.1. Изучение основных форм рельефа

*Горизонтали* – линии сечения земной поверхности равноотстоящими уровенными поверхностями. Иными словами, горизонтали – это линии равных высот. Горизонтали, подобно другим точкам местности, проецируют на уровенную поверхность  $Q$  и наносят на план (рис. 14).

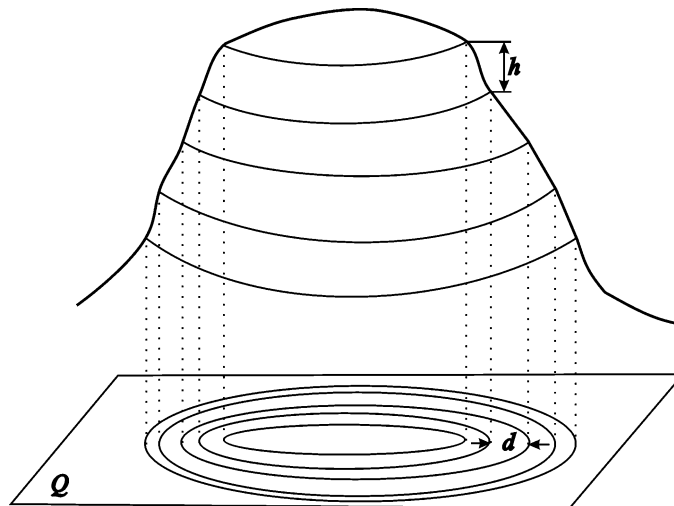


Рисунок 14. Горизонтали:  $h$  – высота сечения рельефа;  $d$  – заложение

Разность  $h$  высот смежных горизонталей, равная расстоянию между секущими поверхностями, называется *высотой сечения рельефа*. Значение высоты сечения подписывают у нижней рамки плана.

Горизонтальное расстояние между соседними горизонталями называется *заложением*. Минимальным в данном месте является заложение, перпендикулярное к горизонталям, – *заложение ската*. Чем меньше заложение ската, тем круче скат.

Направление ската указывают *бергштрихами* – короткими штрихами у некоторых горизонталей, направленными в сторону спуска. На отдельных горизонталях в их разрывах пишут их высоту так, чтобы верх цифр указывал в сторону подъёма.

Горизонтали с круглыми значениями высот делают утолщёнными, а для отражения деталей рельефа используют *полугоризонтали* – штриховые линии, соответствующие половине высоты сечения рельефа, а также *вспомогательные горизонтали* с короткими штрихами, проводимые на произвольной высоте.

Изображение рельефа горизонталями дополняется вписыванием на план отметок высот около характерных точек рельефа и специальными условными знаками, изображающими обрывы, скалы, овраги и т. п.

Основными формами рельефа являются гора, котловина, хребет, лощина и седловина (рис. 15).

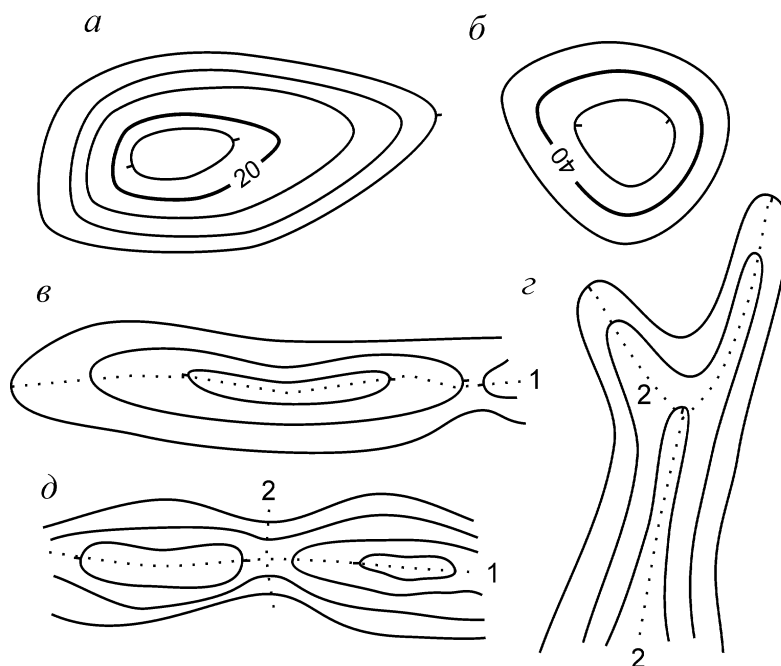


Рисунок 15- Основные формы рельефа: а – гора; б – котловина; в – хребет; г – лощина; д – седловина; 1 – водораздельная линия; 2 – водосливная линия.

*Гора* (возвышенность, холм, курган, сопка) изображается замкнутыми горизонталями с бергштрихами, обращёнными наружу (рис. 15, а). Характерными точками горы являются её вершина и точки у подошвы.

*Котловина* (впадина) тоже изображается замкнутыми горизонталями, но с бергштрихами, обращёнными внутрь (рис. 15, б). Характерными точками котловины являются точки на её дне и вдоль бровки.

*Хребет* – вытянутая возвышенность. Изображается огибающим гребень хребта и идущими по его скатам вытянутыми горизонталями (рис. 15, в). Бергштрихи, как и у горы, обращены наружу. Характерной линией хребта является проходящая вдоль его гребня *водораздельная линия*.

*Лощина* (долина, ущелье, овраг, балка) – вытянутое в одном направлении углубление. Изображается вытянутыми, горизонталями с бергштрихами, обращёнными внутрь (рис. 15, г). Характерной линией лощины является *водосливная линия* (тальвег) – линия, по которой сбегает вода.

*Седловина* (перевал) – понижение между двумя возвышенностями (рис. 15, д). По обе стороны к седловине примыкают лощины. Седловина – это место пересечения водораздельной и водосливной линий.

#### 4.2. Определение отметок точек по горизонталям

Отметки точек на карте и плане определяют с помощью горизонталей. Для этого необходимо определить отметки горизонталей, направление ската.

Если точка А находится на горизонтали, то её отметка равна отметке этой горизонтали (рис.16). Обращаем внимание на бергштрихи и находим, что отметка горизонтали, на которой находится точка А, больше отметки горизонтали с отметкой 70м и равна 71м. Следовательно, отметка точки А равна  $H_A = 71,0\text{м}$ . Высота точки, которая находится внутри замкнутой горизонтали, может быть определена лишь приближенно. Её отметка больше или меньше

высоты замкнутой горизонтали на половину высоты сечения рельефа. В нашем примере отметка т. В (рис. 16) равна  $H_B = 74,0 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 74,5 \text{ м}$ .

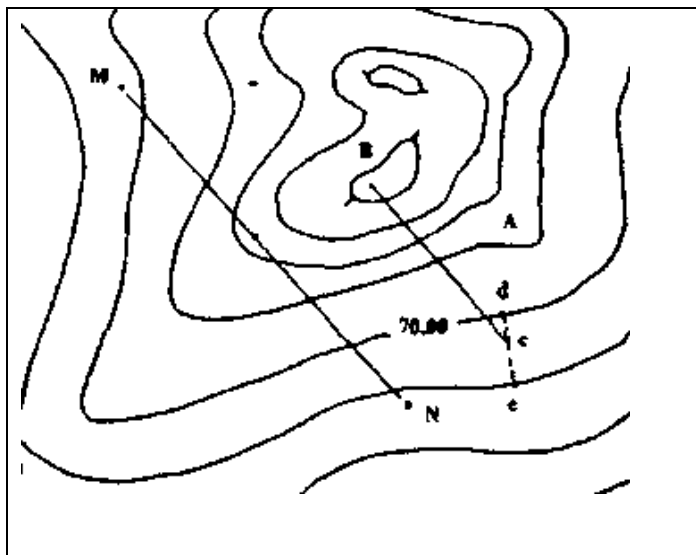


Рисунок 16 - Определение отметок точек. Масштаб 1:10000. Высота сечения рельефа 1м.

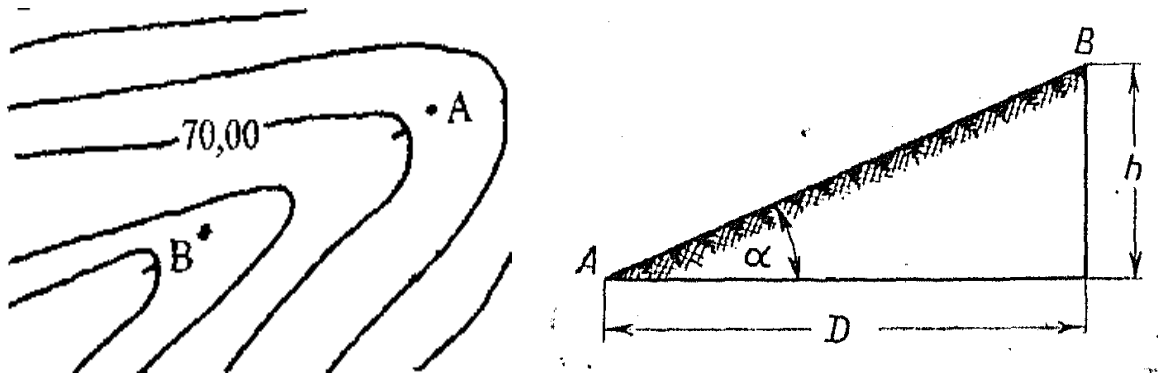
Если точка С расположена между горизонталями, то ее отметка определяется интерполированием на глаз между отметками этих горизонталей. Для точного определения отметки точки С, расположенной между горизонталями с отметками 69 м и 70 м, проводим вдоль линии ската линию *de*, которая при этом должна проходить через т. С (рис. 16). Затем определим, какую часть заложения *de* между этими горизонталями составляет отрезок *Cd*. В данном случае (рис.16) отрезок *Cd* составляет третью часть от *de*. Поэтому можно считать, что точка С ниже горизонтали с отметкой 70,0 м на  $0,3h$  (*h*-высота сечения рельефа). Тогда  $H_C = 70,0 \text{ м} - 0,3 \cdot 1 \text{ м} = 69,7 \text{ м}$ .

### 4.3. Определение уклона по карте

Уклон является характеристикой крутизны линии или ската и равен отношению превышения между двумя точками к горизонтальному проложению между ними. Уклон *i* между точками А и В земной поверхности (рис.17) вычисляют по формуле:  $i = \frac{h}{D}$

где *h* - превышение между этими точками;  
*D* – горизонтальное проложение линии АВ.

Значения величин *h* и *d* должны быть выражены в одинаковых величинах, например, в метрах.



1:10000 Высота сечения рельефа 1 м

Рисунок 17 - Определение уклона линии АВ

По карте с помощью горизонталей определяют отметки точек  $H_A$  и  $H_B$ , а затем вычисляют превышение  $h = H_B - H_A$ .

Горизонтальное проложение  $D$  между точками А и В определяют с помощью численного или линейного масштабов. Величину уклона  $i$  выражают либо десятичной дробью, либо в процентах (сотая доля числа), либо в промилях (тысячная доля числа).

**Пример 1.** При  $H_B = 68,5$  м;  $H_A = 70,4$  м;  $D = 270$  м;

$$i = \frac{h}{D} = \frac{-1,9\text{ м}}{270\text{ м}} = -0,00704 = -0,70\% = -7,04\%$$

При вычислении уклона между двумя точками, лежащими на соседних горизонталях, формула примет вид:

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

где  $h$  - высота сечения рельефа;

$a$  - заложение между этими горизонталями.

При вычислении уклона участка реки определение горизонтального проложения между начальной и конечной точкой производят как при измерении длины извилистой линии (см. 4). Береговую линию реки следует разделить на отрезки, которые могут быть приняты за прямые, или взять в раствор измерителя небольшой отрезок какой-либо длины (5 мм или 10 мм) в зависимости от кривизны реки, и последовательно прикладывать измеритель вдоль реки. Общая длина измеряемого расстояния определяется как произведение суммы исходного отрезка на число перестановок измерителя плюс остаток. Отметки точек, между которыми вычисляется уклон реки, определяют либо по горизонталям, либо как разность отметок урезов воды.

#### 4.4. Построение профиля по карте

**Профилем** называется вертикальный разрез земной поверхности по заданному направлению (рисунок 18).

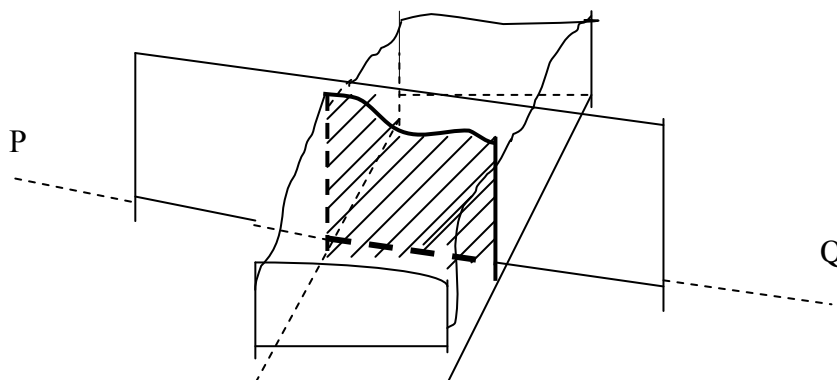


Рисунок 18.

Линия на карте, вдоль которой строится профиль, называется профильной линией. Для построения профиля отмечают на профильной линии положение всех горизонталей, пересекающих её, и выписывают их отметки (рис. 19).

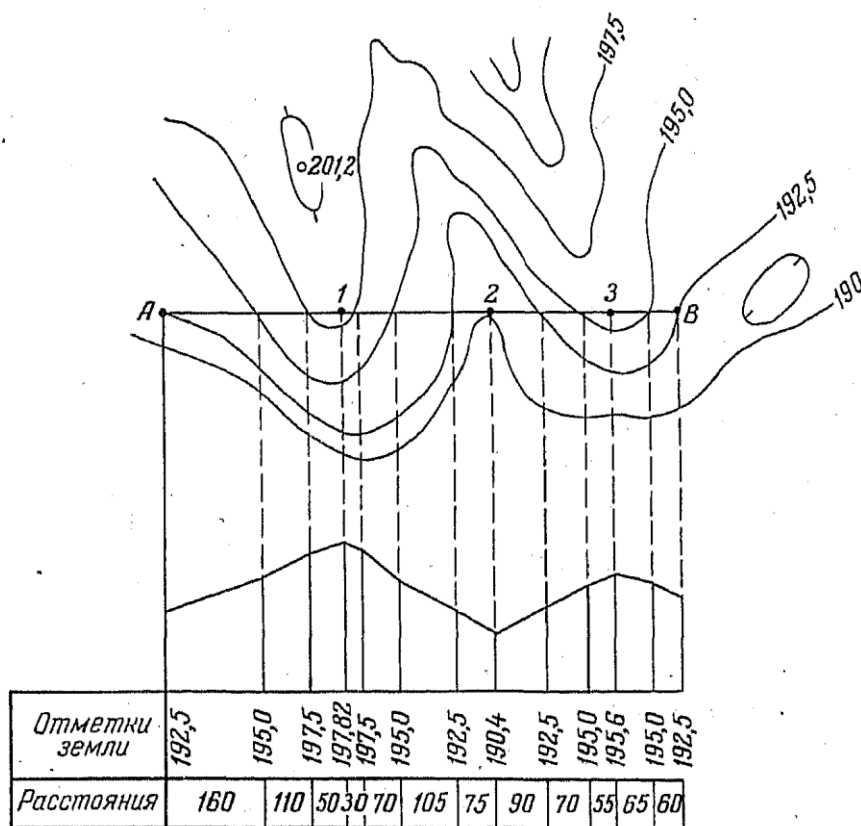
Из отмеченных точек проводят перпендикуляры к профильной линии и на них в принятом масштабе откладывают соответствующие отметки горизонталей. Полученные точки соединяют по линейке. В тех же случаях, когда профильная линия пересекает вершины, котловины, хребты и лощины, отметки характерных точек этих форм рельефа определяют интерполированием между соседними горизонталями и наносят на профиль.

Чтобы профиль был более выразительным, масштаб для отметок точек принимают крупнее масштаба карты не менее чем в 10 раз.

Предварительно вычерчивают профильную сетку с графами: отметки земли и расстояния. Профиль строят от линии условного горизонта, отметку которого выбирают таким образом, чтобы профиль располагался выше профильной линии на 3 - 5 см. На рис.15 построен профиль по линии АВ, нанесенной на листе топографической карты масштаба 1:10 000 (рис.19).

В примере самая низкая отметка 190,40 м, за условный горизонт принято 186,0 м (удобно брать его чётным количеством метров).

Расстояние между точками берут измерителем и, зная масштаб, находят истинное расстояние отрезков. В тех случаях, когда между соседними горизонталями крутизна ската неодинакова, берут дополнительные точки. В примере на рисунке 19 взяты 3 дополнительные точки, первая и третья находятся на вершинах хребтов, вторая – на дне тальвега.



Масштабы: горизонтальный 1:10000, вертикальный 1:200

Рисунок 19. Построение профиля линии по карте с горизонталями

#### 4.5. Определение границы водосборной территории

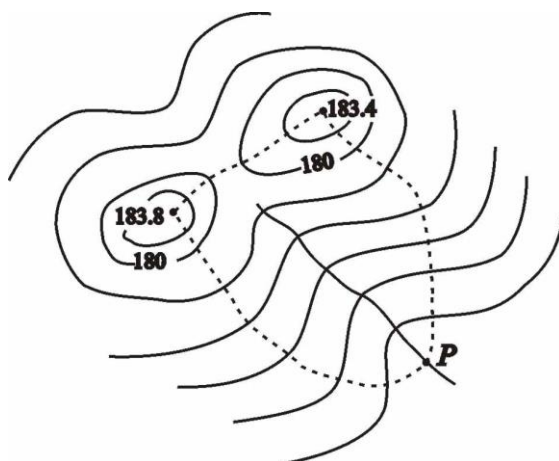


Рисунок 20 - Граница водосборной площади

Водосборной называют площадь, с которой дождевые и талые воды поступают в данное русло. Определение водосборной площади необходимо, например, при проектировании дороги для расчёта отверстия моста или трубы. Её величину обычно выражают в квадратных

километрах. Для определения границ водосборной площади на карте проводят водораздельные линии, а затем от проектируемого сооружения к водораздельным линиям проводят линии наибольшего ската, перпендикулярные горизонталям. Величину площади бассейна измеряют либо палеткой, либо планиметром. Например, водосборная площадь, для точки Р, где предстоит строительство трубы, (рис. 20), ограничена штриховой линией, образованной водораздельной и двумя линиями наибольшего ската.

### **Вопросы**

1. Изображение рельефа на топографической карте (горизонталь, высота сечения рельефа, заложение). Основные формы рельефа.
2. Определение отметок точек по горизонталям.
3. Проведение горизонталей по отметкам точек.
4. Определение уклона по карте.
5. Построение профиля.
6. Определение границы водосборной площади.

### **Задание к задачам №№ 26-37**

На плане с горизонталями представлен рельеф местности (один на два номера задач рис. 21 - 26) и нанесены ломаными прямыми планы трасс. Одна - для нечетного номера задачи (обозначена нечетными цифрами), другая - для четного (обозначена четными цифрами).

1. Вычертите на миллиметровке продольный профиль поверхности земли по трассе, определив отметки начала и конца трассы, а также угол поворота. Продольный профиль вычертите в масштабах: горизонтальный 1:1000 (масштаб плана); вертикальный 1:100 (1 см соответствует 1 м).
2. Определите средние уклоны спусков и подъемников по трассе. Соответствующие формулы и расчеты к ним выпишите в тетрадь контрольной работы, а итоги расчетов - средние уклоны земли по трассе - в соответствующую графу сетки продольного профиля



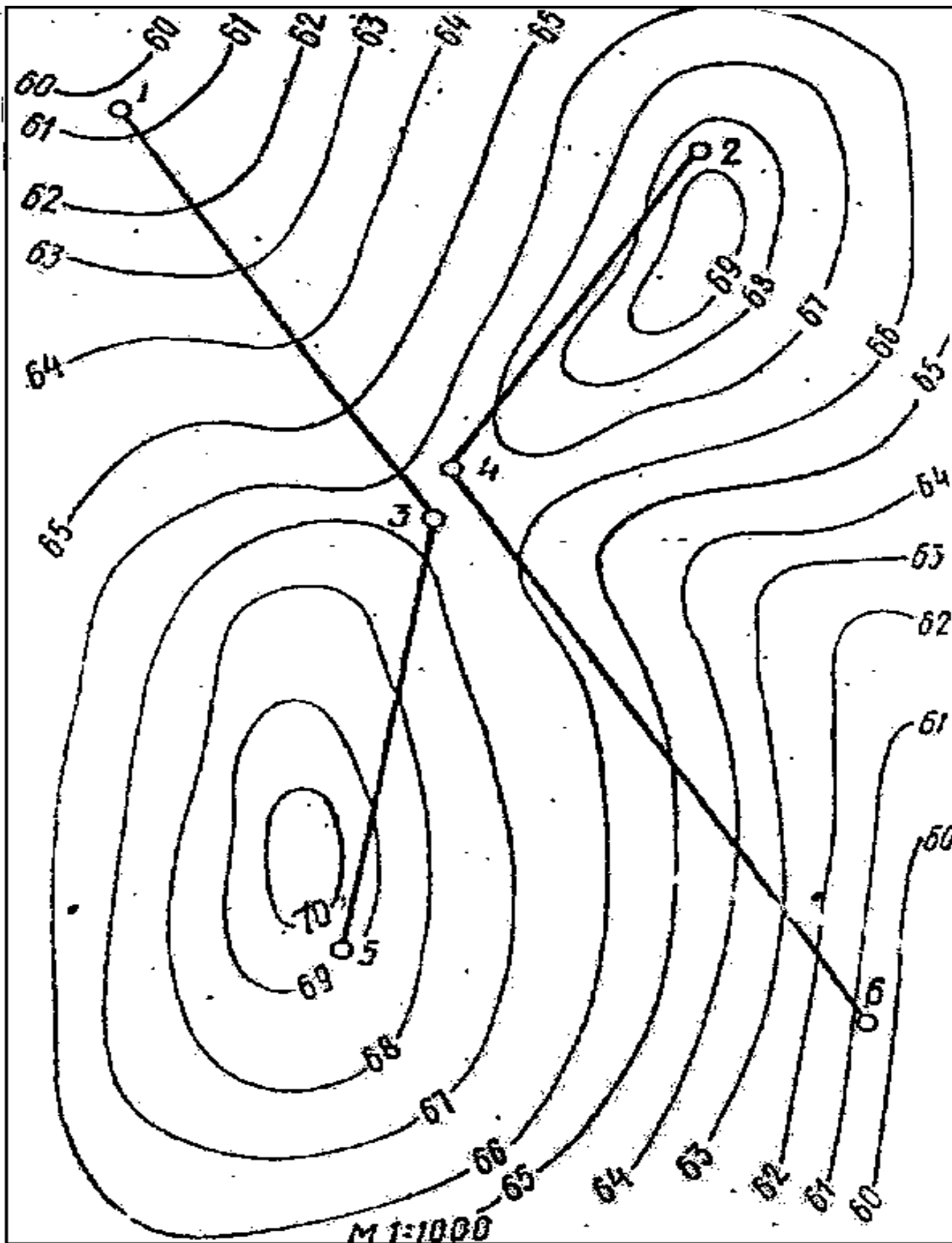


Рисунок 21- Задание к задачам 26 и 27.

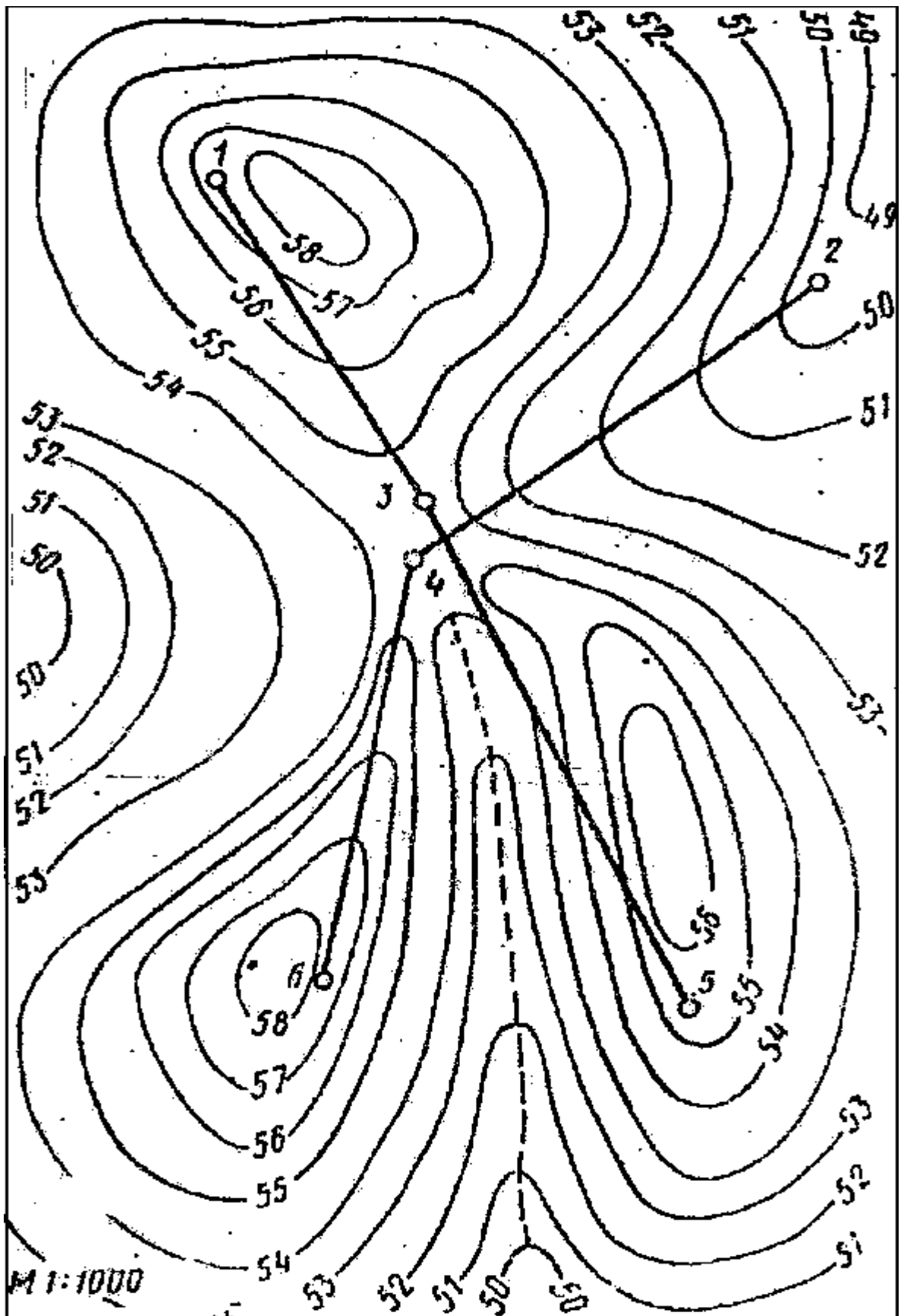


Рисунок 22- Задание к задачам 28 и 2.

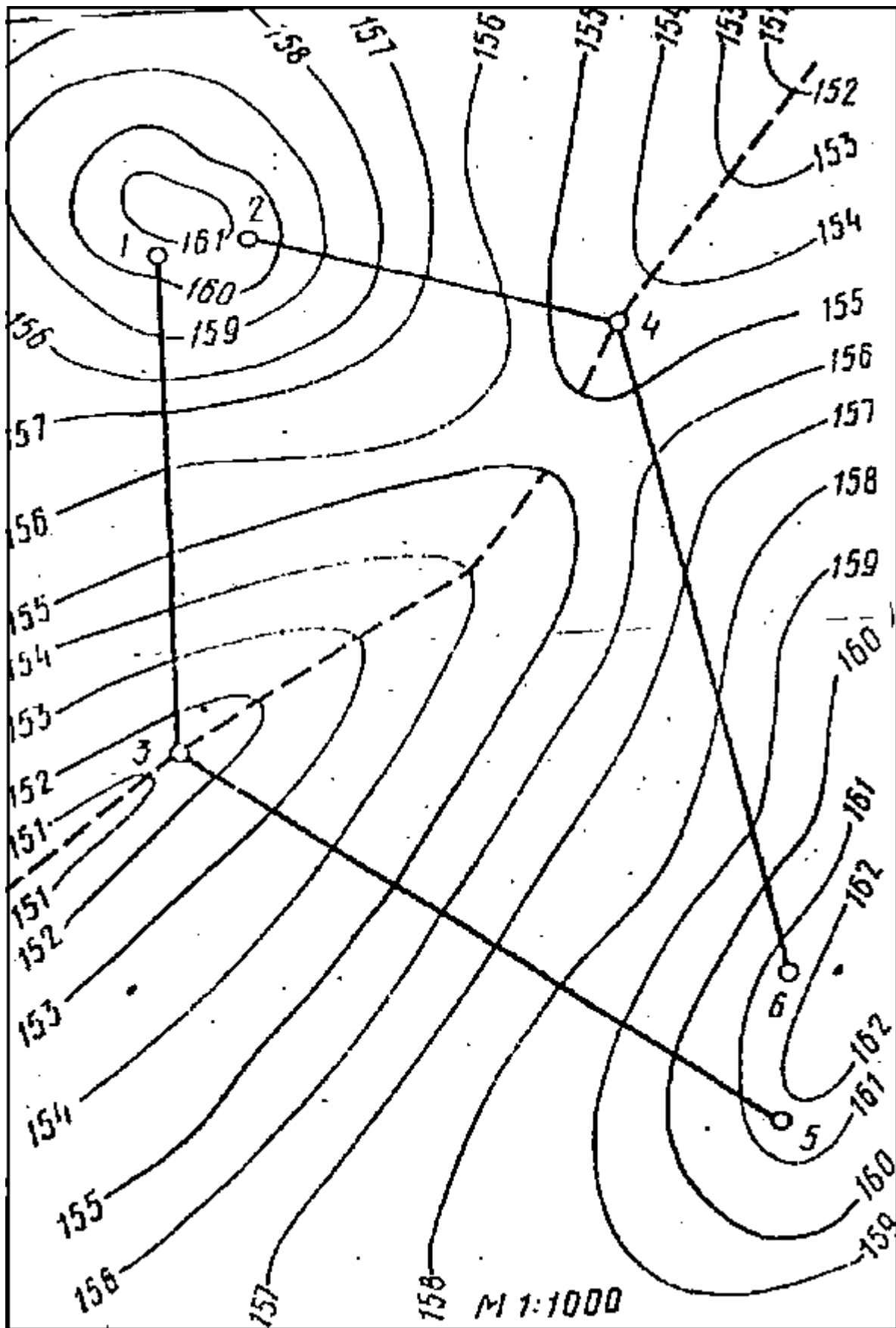


Рисунок 23- Задание к задачам 30 и 31.

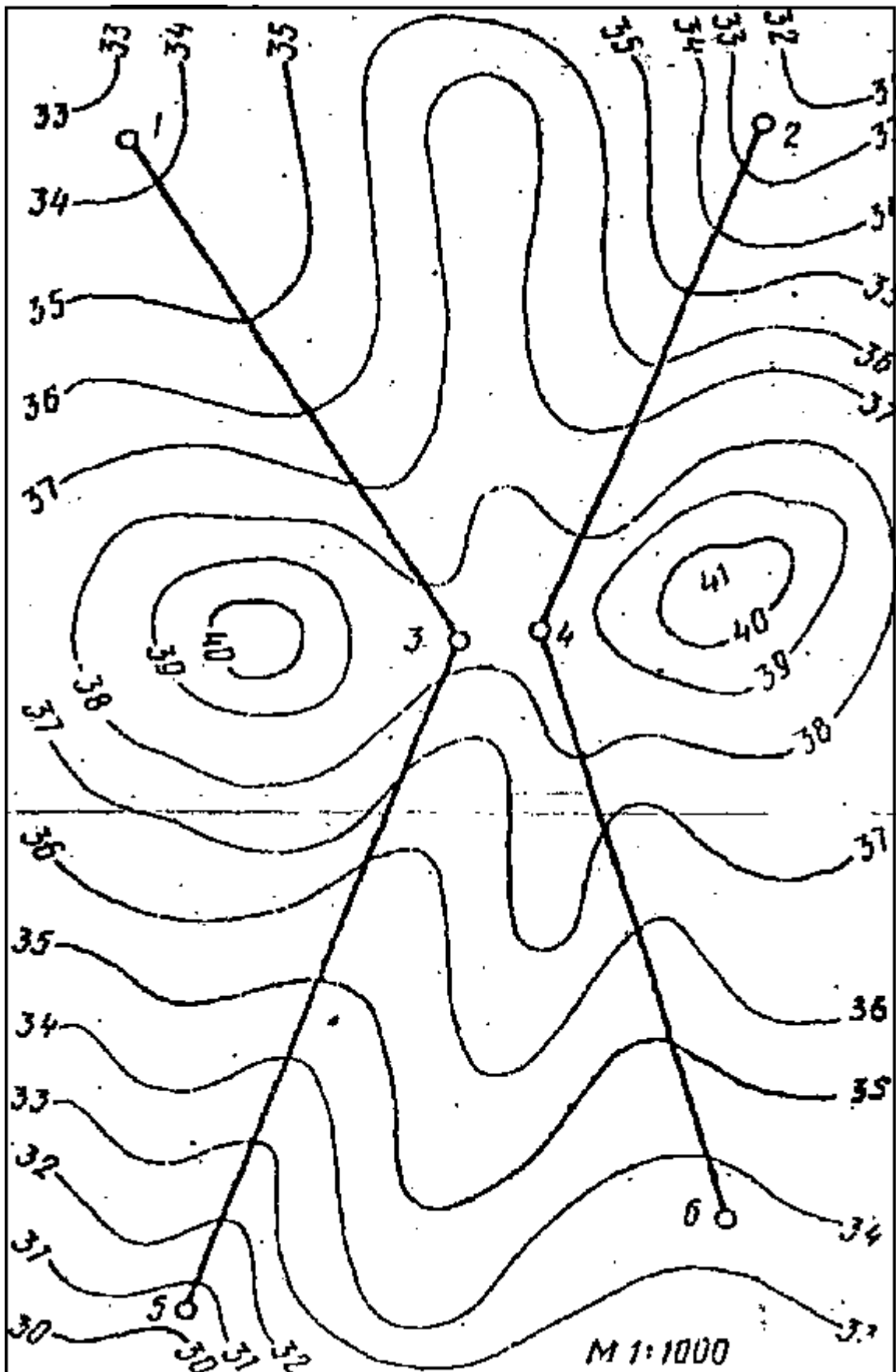


Рисунок 24- Задание к задачам 32 и 33.

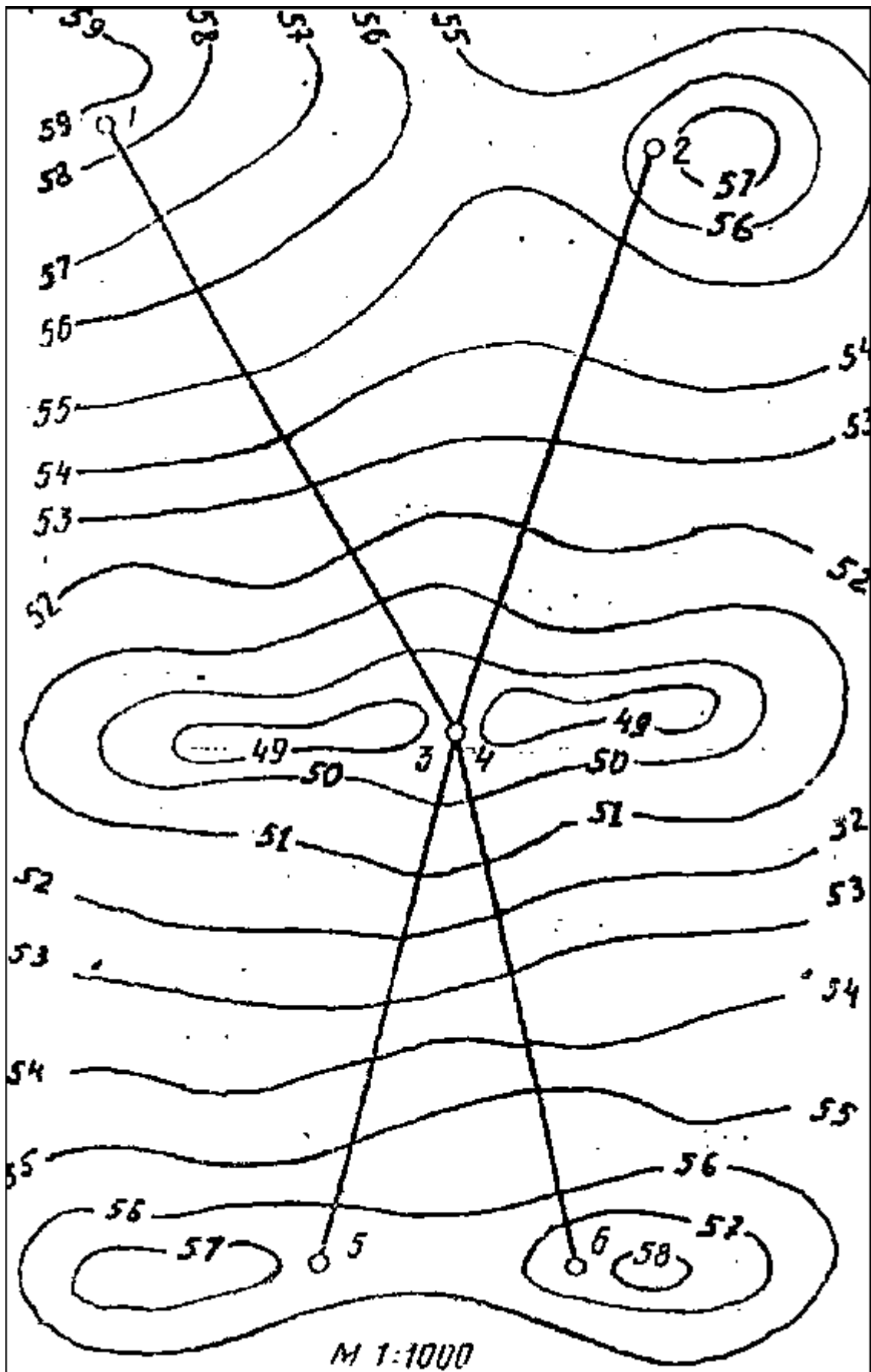


Рисунок 25- Задание к задачам 34 и 35.

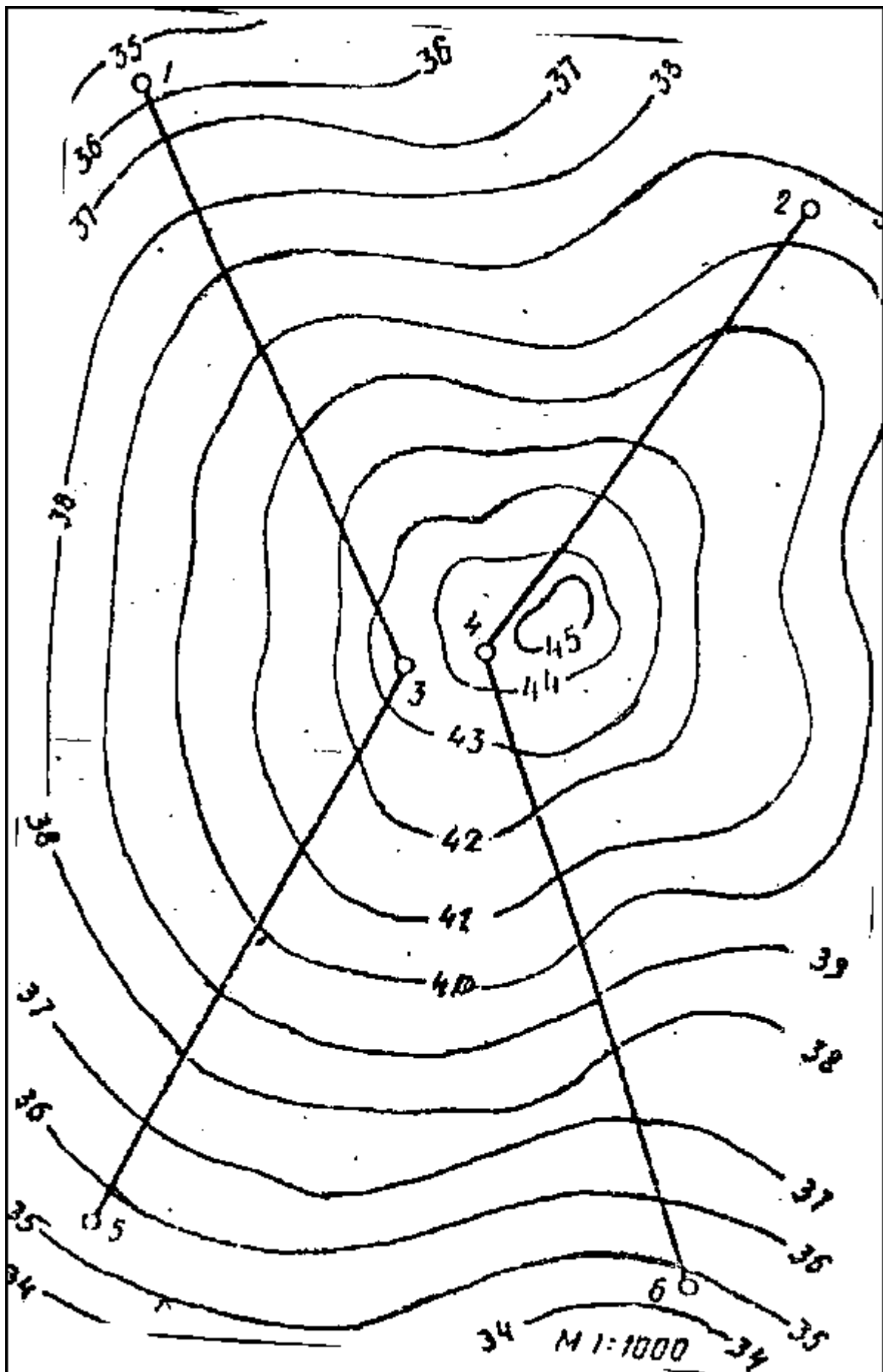
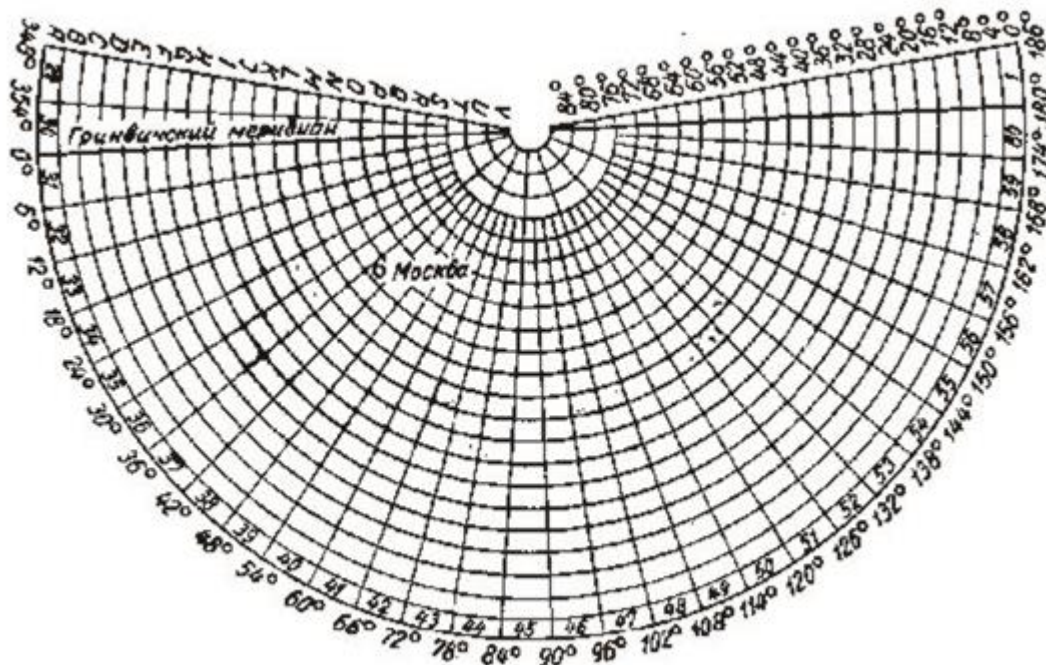


Рисунок 26- Задание к задачам 36 и 37

## 5. Разграфка и номенклатура топографических карт и планов.

Топографические карты издаются на листах со сторонами 40–50 см. В основу разграфки (нарезки) карт положена карта масштаба 1:1000000. Система обозначения отдельных листов карты называется номенклатурой карты.

Она издается на листах размерами 4° по широте и 6° по долготу. Множество листов такой карты по направлению параллелей образует ряды шириной по 4°, а по направлению меридианов – колонны шириной по 6°.



Ряды обозначают заглавными буквами латинского алфавита *A, B, C, D, ...*, начиная от экватора по направлениям к северу и югу. Колонны нумеруют арабскими цифрами 1, 2, ... , 60, начиная от меридиана 180° в направлении с запада на восток. Каждому листу карты масштаба 1:1000000 присвоен номенклатурный номер, состоящий из буквы соответствующего ряда и номера колонны, например, *M-42*.

Для карт масштаба 1:500000 лист масштаба 1:1000000 меридианом и параллелью делят на 4 листа, обозначая их прописными буквами *A, B, B, G*. Номенклатурные номера листов карты образуют добавлением соответствующей буквы к номенклатурному номеру листа масштаба 1:1000000 (например, *M-42-G*).

Для карт масштаба 1:200000 лист масштаба 1:1000000 делят на 36 листов, нумеруя их римскими цифрами *I, II, ... , XXXVI*.

Для карт масштаба 1:100000, разделив лист масштаба 1:1000000 по широте и долготу на 12 частей, получают границы 144 листов (рис. 27, *a*), которые нумеруют цифрами 1, 2, ... , 144. Номенклатура каждого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:1000000 и номера листа. На рисунке выделен лист *M-37-87*.

Разграфка карт масштабов 1:50000, 1:25000 и 1:10000 формируется делением на четыре части листа более мелкого масштаба (соответственно – 1:100000, 1:50000, 1:25000) и добавлением к номенклатуре предыдущего масштаба соответствующего знака, как показано на рис. 27, *б* и в табл. 7.

Для планов масштабов 1:5000 и 1:2000 применяется два вида разграфки – трапецевидная, в которой рамками планов служат параллели и меридианы, и прямоугольная, в которой рамки совмещают с линиями сетки прямоугольных координат.

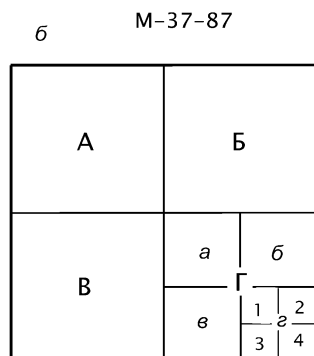
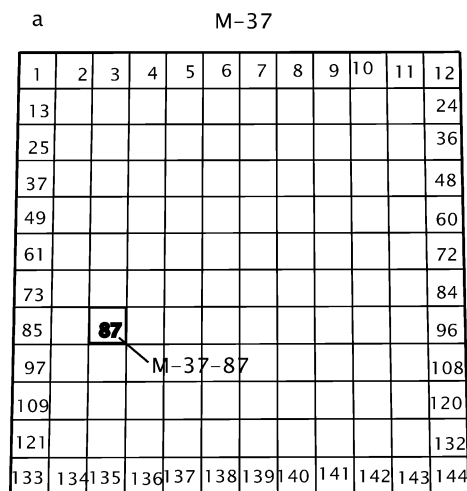


Рисунок 27 - Разграфка листов карт масштабов:  
а – 1:100000; б – 1:50000, 1:25000, 1:10000.

Таблица 7

Масштаб	Номенклатура (последнего листа карты)	Число листов карты	Размеры листа	
			По Широте	по долготе
1:1000000	<i>М-37</i>	–	4°	6°
1:100000	<i>М-37-144</i>	12×12=144	20′	30′
1:50000	<i>М-37-144-Г</i>	2×2=4	10′	15′
1:25000	<i>М-37-144-Г-г</i>	2×2=4	5′	7′30″
1:10000	<i>М-37-144-Г-г-4</i>	2×2=4	2′30″	3′45″

При трапециевидной разграфке границы листов планов масштаба 1:5000 получают делением листа масштаба 1:100000 на 256 частей (16×16), которые нумеруют от 1 до 256. Номенклатура, например листа №70, записывается так *М-37-87(70)*.

Разграфку листов масштаба 1:2000 получают делением листа масштаба 1:5000 на 9 частей (3×3) и обозначают добавлением буквы русского алфавита, например, *М-37-87(70-и)*.

Прямоугольная разграфка применяется для планов населённых пунктов и для участков площадью менее 20 км<sup>2</sup>, а также для планов масштабов 1:1000 и 1:500.

### 6. Определение координат точек

Для определения географических координат служит минутная рамка карты (см рисунок 28). Через круглые значения минут широты на западной и восточной рамках южнее определяемой точки прочерчивают линию. На рис. 30, а показан отрезок такой линии с широтой 57°20′. Взяв на циркуль-измеритель расстояние *a* от определяемой точки *М* до прочерченной линии, откладывают его на рамке карты и, по десятисекундным делениям соображают число секунд. На рисунке широта точки *М* равна 57°20′32″. Для определения долготы через одинаковые значения минут на северной и южной рамках прочерчивают вертикальную линию. Расстояние от точки до линии переносят измерителем на северную или южную рамку и соображают число секунд.

Прямоугольные координаты определяют, пользуясь километровой сеткой (рисунок 29), линии которой параллельны координатным осям *x* и *y*. Координаты точки *P* (рис. 30, б) определяются по формуле

$$x_p = x_{ю} + \Delta x, \quad y_p = y_{з} + \Delta y,$$

где  $x_{ю}$  и  $y_{з}$  – значения координат на линиях сетки, проходящих южнее и западнее точки *P*. Они подписаны (в километрах) на выходах линий за рамку. Отрезки  $\Delta x$  и  $\Delta y$  измеряют.



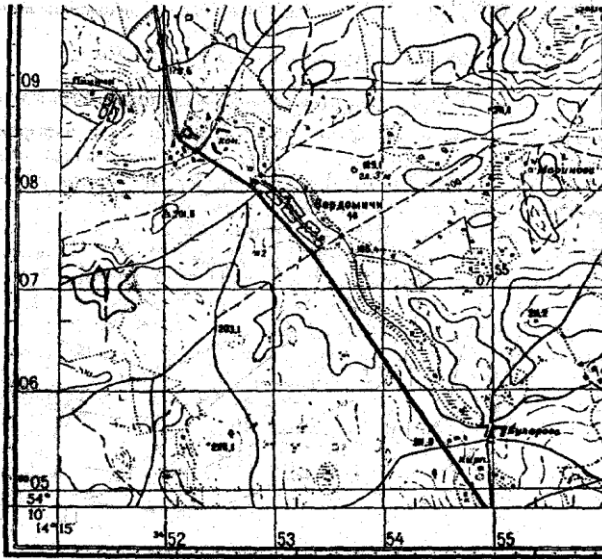


Рисунок 28 - Фрагмент карты масштабом 1:50000

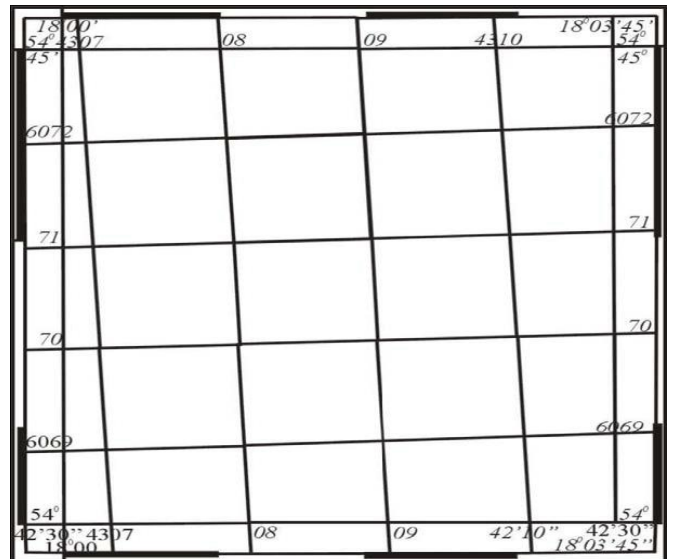


Рисунок 29 - Карта с нанесённой километровой сеткой

Повысить точность определения координат точки  $P$  можно, измерив расстояния  $a$  и  $b$  до ближайших южной и северной линий сетки, а также расстояния  $c$  и  $d$  до ближайших западной и восточной линий сетки. Отрезки  $\Delta x$  и  $\Delta y$ , выраженные в метрах, вычисляются по формулам

$$\Delta x = 1000 \frac{a}{a+b}, \quad \Delta y = 1000 \frac{c}{c+d},$$

где множитель 1000 – длина стороны квадрата километровой сетки в метрах.

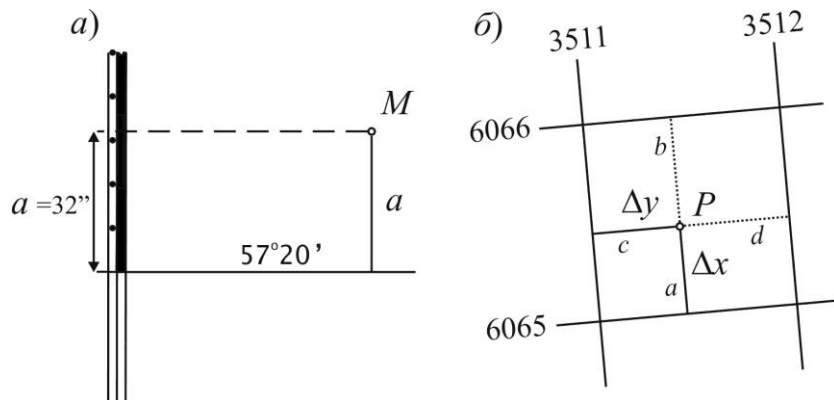


Рис. 30. Определение координат точек:  
 $a$  – географических;  $b$  – прямоугольных.

### Вопросы

1. Что называется номенклатурой топографических карт и планов?
2. Каким образом производится разграфка карт?
3. Как определить плоские прямоугольные координаты точки на карте?
4. Как определить географические координаты точки на карте?

### Задание к задачам №38-62.

Установить номенклатуру листов карт масштаба 1:10000, на которых расположена точка с геодезическими координатами В и L (см. таблицу 8). Подписать градусные обозначения меридианов и параллелей, ограничивающих трапеции карт указанных выше масштабов.

Таблица 8.

№ варианта	B	L
38	67 <sup>0</sup> 17'	58 <sup>0</sup> 34'
39	51 <sup>0</sup> 16'	37 <sup>0</sup> 06'
40	18 <sup>0</sup> 42'	98 <sup>0</sup> 53'
41	11 <sup>0</sup> 31'	05 <sup>0</sup> 49'
42	06 <sup>0</sup> 30'	18 <sup>0</sup> 38'
43	15 <sup>0</sup> 19'	12 <sup>0</sup> 274'
44	09 <sup>0</sup> 18'	56 <sup>0</sup> 16'
45	03 <sup>0</sup> 07'	45 <sup>0</sup> 05'
46	92 <sup>0</sup> 56'	35 <sup>0</sup> 51'
47	81 <sup>0</sup> 45'	24 <sup>0</sup> 49'
48	65 <sup>0</sup> 34'	33 <sup>0</sup> 38'
49	59 <sup>0</sup> 23'	48 <sup>0</sup> 27'
50	48 <sup>0</sup> 12'	51 <sup>0</sup> 16'
51	57 <sup>0</sup> 01'	30 <sup>0</sup> 54'
52	46 <sup>0</sup> 57'	45 <sup>0</sup> 49'
53	35 <sup>0</sup> 46'	51 <sup>0</sup> 38'
54	24 <sup>0</sup> 35'	58 <sup>0</sup> 27'
55	13 <sup>0</sup> 24'	65 <sup>0</sup> 16'
56	01 <sup>0</sup> 12'	71 <sup>0</sup> 05'
57	46 <sup>0</sup> 07'	65 <sup>0</sup> 16'
58	55 <sup>0</sup> 16'	45 <sup>0</sup> 27'
59	94 <sup>0</sup> 08'	61 <sup>0</sup> 55'
60	49 <sup>0</sup> 23'	38 <sup>0</sup> 27'
61	58 <sup>0</sup> 12'	41 <sup>0</sup> 16'
62	44 <sup>0</sup> 08'	45 <sup>0</sup> 55'

## 7. Ориентирование линий

Ориентировать линию местности – значит определить ее направление относительно какого-то направления, принимаемого за исходное. В геодезии за исходное направление принимают истинный (географический) меридиан, осевой меридиан зоны, магнитный меридиан. В зависимости от того, какое из этих направлений принято за начальное, различают три вида ориентировочных углов направлений: истинный (географический) азимут, дирекционный магнитный азимут (рис.8).

Угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от северного направления меридиана до заданного направления, называется **азимутом**.

Значения азимута лежат в пределах от 0° до 360°. На рис. 30, а обозначено: С – северное направление меридиана, угол  $A_1$  – азимут направления на точку 1 и  $A_2$  – азимут направления на точку 2.

Угол, отсчитываемый от северного направления магнитной стрелки до заданного направления, называется **магнитным азимутом**.

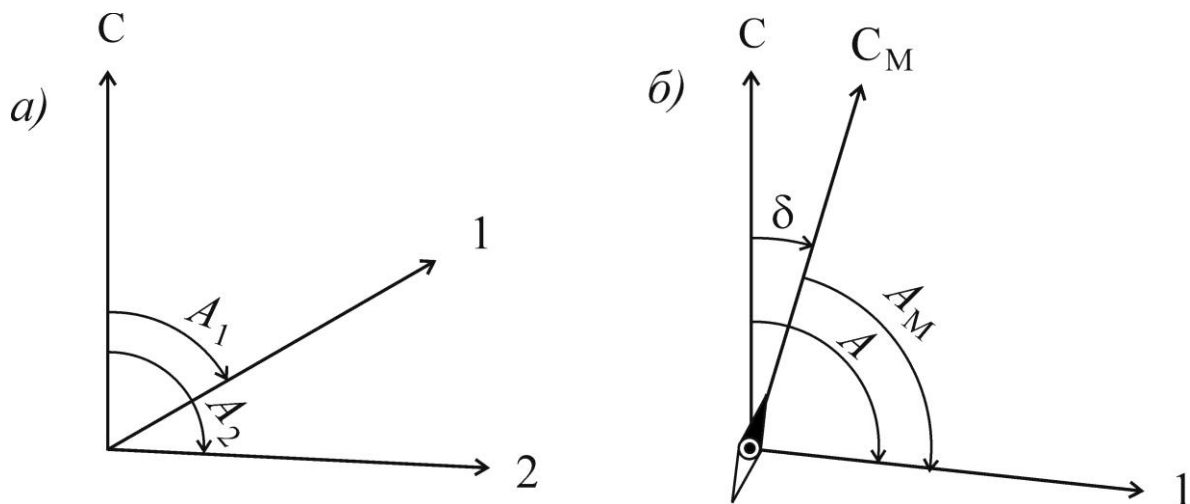
Магнитная стрелка компаса отклоняется от направления истинного меридиана на угол  $\delta$ , который называется *склонением магнитной стрелки* (рис. 30, б).

Если северный конец магнитной стрелки отклоняется от меридиана к востоку, то склонение называют восточным и считают положительным, а если – к западу, то называют западным и считают отрицательным.

Азимут с магнитным азимутом связывает формула:

$$A = A_m + \delta;$$

где  $A$  – азимут,  $A_m$  – магнитный азимут и  $\delta$  – склонение магнитной стрелки.



Азимут с магнитным азимутом связывает формула:

$$A = A_M + \delta;$$

где  $A$  – азимут,  $A_M$  – магнитный азимут и  $\delta$  – склонение магнитной стрелки.

Магнитные азимуты в геодезии измеряют буссолью (рис. 31). Однако точность этих измерений невысока (несколько минут), так как склонение магнитной стрелки непостоянно. На территории России оно меняется от места к месту в пределах от  $-15^\circ$  до  $25^\circ$ .

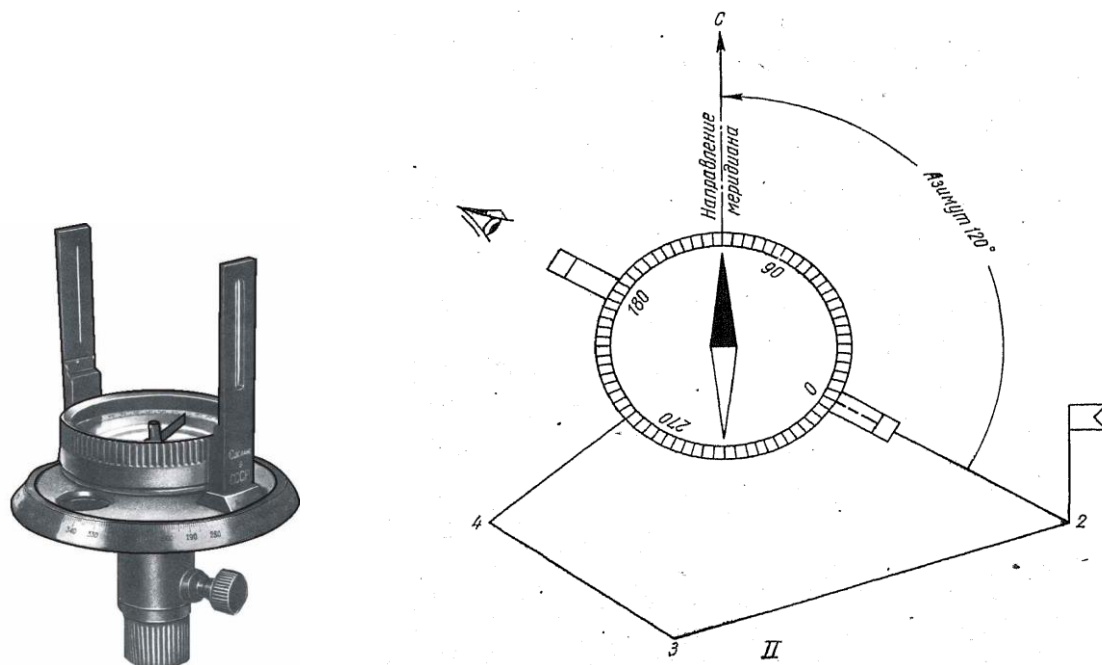


Рисунок 31. Измерение азимута буссолью

Для ориентирования плана, если он составлен по магнитному меридиану, его нужно привести в горизонтальное положение, положить на него буссоль или компас так, чтобы диаметр СЮ был направлен по меридиану буквой С на север, и освободить стрелку. Когда стрелка успокоится, осторожным вращением плана вместе с лежащей на нем буссолью (компасом) подвести штрих с буквой С (нулевой штрих кольца) под северный конец стрелки, и план будет ориентирован. Для ориентирования плана или карты при помощи буссоли по истинному меридиану надо знать склонение магнитной стрелки, соответствующее данному листу плана или карты (обычно склонение магнитной стрелки показывается для года съемки на самой карте).

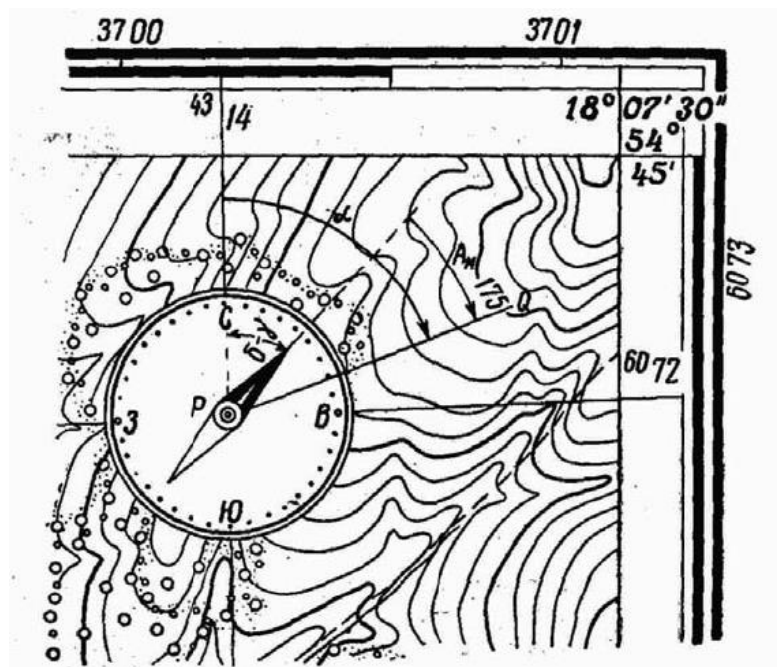


Рисунок 32. Ориентирование по линии

Ориентирование плана или карты совмещением нулевого диаметра буссоли или компаса СЮ с вертикальной линией километровой сетки (рис. 48) производится подобно предыдущему. В этом случае поворачивают план или карту вместе с буссолью (компасом) так, чтобы по северному концу магнитной стрелки получился отсчет, равный  $\delta - \gamma$  к востоку или к западу от нулевого штриха в зависимости от знака этой величины. Разность  $\delta - \gamma$  представляет величину угла, образованного направлением магнитной стрелки с вертикальной линией километровой сетки. Для произвольно взятого направления PQ (рис. 32) этот угол равен  $\alpha - A_M$ .

$$\alpha = A - \gamma \quad A_M = A - \gamma, \quad \alpha - A_M = \delta - \gamma$$

В практике вычислений находят применение также вспомогательные углы ориентирования – *румбы*. Румбом называют острый угол, измеряемый от ближайшего направления меридиана (северного или южного) (рисунок 32 а). Румбу приписывают название координатной четверти (СВ, ЮВ, ЮЗ, СЗ), в которой расположено заданное направление.

**Например:** (рис 32, б), на точку 1 румб СВ:50° (азимут 50°), на точку 2 румб ЮВ:40° (азимут 140°), на точку 3 румб ЮЗ: 20° (азимут 200°), на точку 4 румб ЮЗ: 88° (азимут 268°), на точку 5 румб СЗ: 35° (азимут 325°).

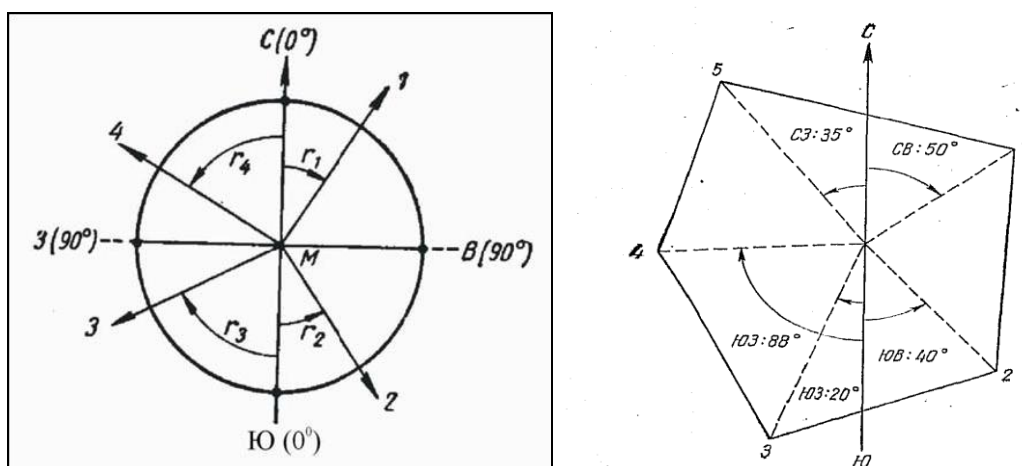


Рисунок 32 – а) Четверти, в которых расположены румбы б) определение румбов

Углом ориентирования, применяемым при использовании системы плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера, является дирекционный угол. **Дирекционным углом** называется угол между северным направлением осевого меридиана или линии ему параллельной и заданным направлением (рис. 33).

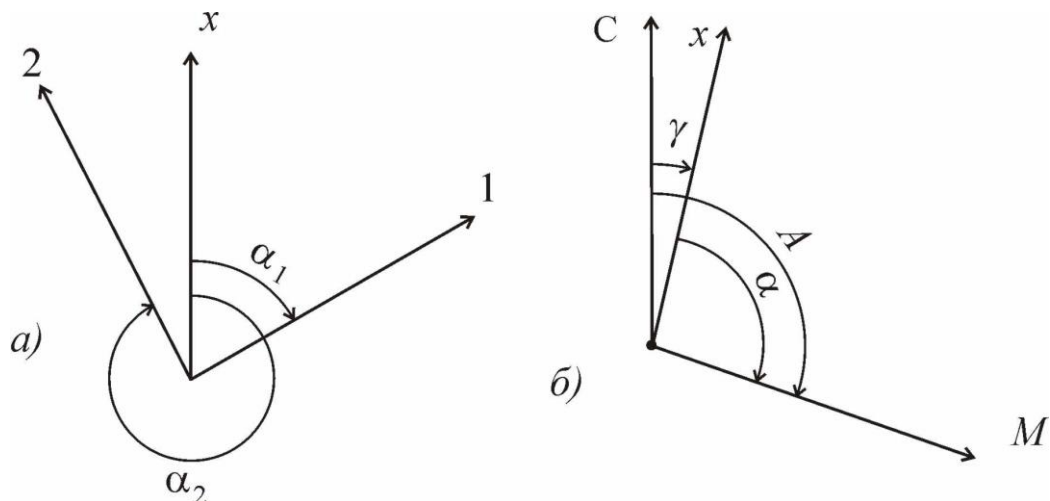


Рисунок 33 - Углы ориентирования: а – дирекционные углы  $\alpha_1, \alpha_2$ ;  
б – азимут  $A$  и дирекционный угол  $\alpha$

Угол  $\gamma$  между северным направлением меридиана и направлением оси абсцисс  $x$  прямоугольных координат (то есть линии, параллельной осевому меридиану) называется *сближением меридианов*.

При отклонении оси абсцисс от меридиана к востоку, сближение меридианов считают положительным, а при отклонении к западу – отрицательным. При этом справедлива формула (рис. 33 б):

$$A = \alpha + \gamma,$$

где  $\alpha$  – дирекционный угол,  $\gamma$  - сближение меридианов.

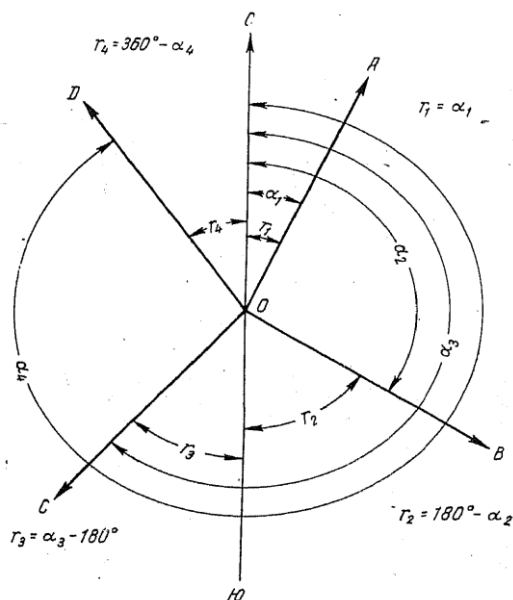


Рисунок 34. Зависимость между румбами и дирекционными углами

Приближенно сближение меридианов равно

$$\gamma = \Delta\lambda \sin\varphi,$$

где  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ , причем  $\lambda$  – долгота географического данной точки и  $\lambda_0$  – долгота осевого меридиана;  $\varphi$  - широта точки.

При использовании **местной системы прямоугольных** координат направление оси абсцисс  $x$  не связано с направлением осевого меридиана координатной зоны, и тогда **дирекционные углы отсчитывают от положительного направления оси абсцисс  $x$ .**

От азимутов и дирекционных углов можно переходить к румбам и обратно, используя очевидные формулы (рис. 34): СВ:  $r=\alpha$ ; ЮВ:  $r=180^\circ-\alpha$ ; ЮЗ:  $r=\alpha-180^\circ$ ; СЗ:  $r=360^\circ-\alpha$ .

### Задание к задачам № 93-117

1. Найти румбы по известным дирекционным углам. Данные к заданию в таблице 9.

Таблица 9.

№№ задач	Дирекционные углы			
	1	2	3	4
93	267 <sup>0</sup> 17'	258 <sup>0</sup> 34'	138 <sup>0</sup> 16'	55 <sup>0</sup> 55'
94	251 <sup>0</sup> 16'	237 <sup>0</sup> 06'	173 <sup>0</sup> 25'	58 <sup>0</sup> 15'
95	318 <sup>0</sup> 42'	98 <sup>0</sup> 53'	206 <sup>0</sup> 14'	42 <sup>0</sup> 13'
96	311 <sup>0</sup> 31'	105 <sup>0</sup> 49'	254 <sup>0</sup> 03'	48 <sup>0</sup> 35'
97	306 <sup>0</sup> 30'	118 <sup>0</sup> 38'	243 <sup>0</sup> 57'	50 <sup>0</sup> 53'
98	315 <sup>0</sup> 19'	112 <sup>0</sup> 274'	235 <sup>0</sup> 46'	56 <sup>0</sup> 30'
99	309 <sup>0</sup> 18'	156 <sup>0</sup> 16'	205 <sup>0</sup> 35'	48 <sup>0</sup> 53'
100	303 <sup>0</sup> 07'	145 <sup>0</sup> 05'	212 <sup>0</sup> 24'	59 <sup>0</sup> 26'
101	292 <sup>0</sup> 56'	135 <sup>0</sup> 51'	201 <sup>0</sup> 13'	90 <sup>0</sup> 02'
102	281 <sup>0</sup> 45'	124 <sup>0</sup> 49'	190 <sup>0</sup> 02'	123 <sup>0</sup> 24'
103	265 <sup>0</sup> 34'	233 <sup>0</sup> 38'	146 <sup>0</sup> 53'	73 <sup>0</sup> 53'
104	259 <sup>0</sup> 23'	248 <sup>0</sup> 27'	155 <sup>0</sup> 42'	56 <sup>0</sup> 30'
105	248 <sup>0</sup> 12'	251 <sup>0</sup> 16'	168 <sup>0</sup> 31'	52 <sup>0</sup> 03'
106	157 <sup>0</sup> 01'	130 <sup>0</sup> 54'	247 <sup>0</sup> 02'	185 <sup>0</sup> 015'
107	146 <sup>0</sup> 57'	145 <sup>0</sup> 49'	236 <sup>0</sup> 56'	190 <sup>0</sup> 20'
108	135 <sup>0</sup> 46'	151 <sup>0</sup> 38'	212 <sup>0</sup> 45'	219 <sup>0</sup> 51'
109	124 <sup>0</sup> 35'	158 <sup>0</sup> 27'	204 <sup>0</sup> 34'	232 <sup>0</sup> 26'
110	113 <sup>0</sup> 24'	165 <sup>0</sup> 16'	195 <sup>0</sup> 23'	245 <sup>0</sup> 55'
111	101 <sup>0</sup> 12'	171 <sup>0</sup> 05'	190 <sup>0</sup> 12'	257 <sup>0</sup> 33'
112	94 <sup>0</sup> 08'	261 <sup>0</sup> 55'	108 <sup>0</sup> 41'	255 <sup>0</sup> 14'
113	86 <sup>0</sup> 28'	245 <sup>0</sup> 44'	133 <sup>0</sup> 39'	254 <sup>0</sup> 07'
114	73 <sup>0</sup> 41'	238 <sup>0</sup> 33'	142 <sup>0</sup> 28'	265 <sup>0</sup> 20'
115	68 <sup>0</sup> 34'	215 <sup>0</sup> 22'	176 <sup>0</sup> 17'	259 <sup>0</sup> 45'
116	55 <sup>0</sup> 25'	205 <sup>0</sup> 127'	214 <sup>0</sup> 06'	245 <sup>0</sup> 15'
117	45 <sup>0</sup> 38'	190 <sup>0</sup> 01'	223 <sup>0</sup> 17'	261 <sup>0</sup> 06'

### Вопросы

1. Какие ориентировочные углы направлений Вы знаете?
2. Зависимость между дирекционным углом и румбом.
3. Как определить плоские прямоугольные и географические координаты точки на карте?
4. Какие ориентировочные углы направлений Вы знаете?
5. Зависимость между дирекционным углом и румбом.

### 8. Построение плана по румбам

Для построения плана необходимо иметь транспортир, измеритель, масштабную линейку, треугольник и линейку. На чертёжной бумаге необходимых размеров проводят посередине линию меридиана с северным концом вверху (рисунок 35). Первую точку произвольно с таким расчётом, чтобы план в заданном масштабе поместился на данном листе бумаги.

Для построения линии 1-2 (таблица 10) транспортир укладывают на линии меридиана так, чтобы центр транспортира и градусный отсчёт румба первой линии на дуге транспортира были совмещены с линией меридиана (СЗ:53<sup>0</sup>45') (рис. 36).

Таблица 10

№ линии	Румбы	Длина линии, м
1-2	СЗ:53°45'	98,60
2-3	СВ:29°00'	82,10
3-4	ЮВ:83°00'	80,81
4-5	ЮВ:9°45'	60,25
5-1	ЮЗ:39°15'	79,24

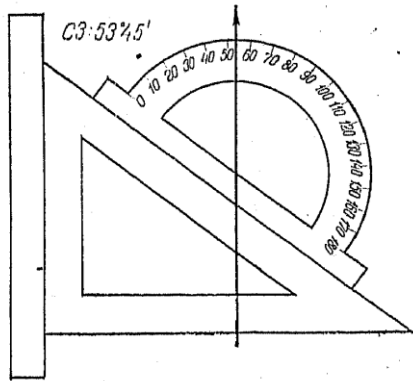


Рисунок 35. Построение направлений линий по заданным румбам

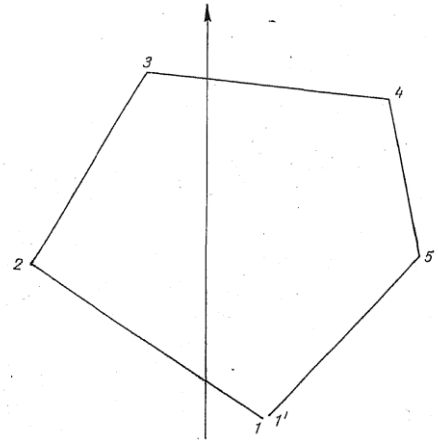


Рисунок 36. Построение плана по заданным румбам

Затем к основанию транспортира прикладывают треугольник гипотенузой или катетом, а к другой стороне – линейку; далее, сняв транспортир, передвигают треугольник по линейке до первой точки и из неё по стороне треугольника, которая лежала под основанием транспортира, прочерчивают пунктирную или сплошную тонкую линию. На прочерченной линии в заданном масштабе (например, 1:1000) откладывают горизонтальное проложение линии 1-2, конец её накальвают измерителем и обозначают точкой 2.

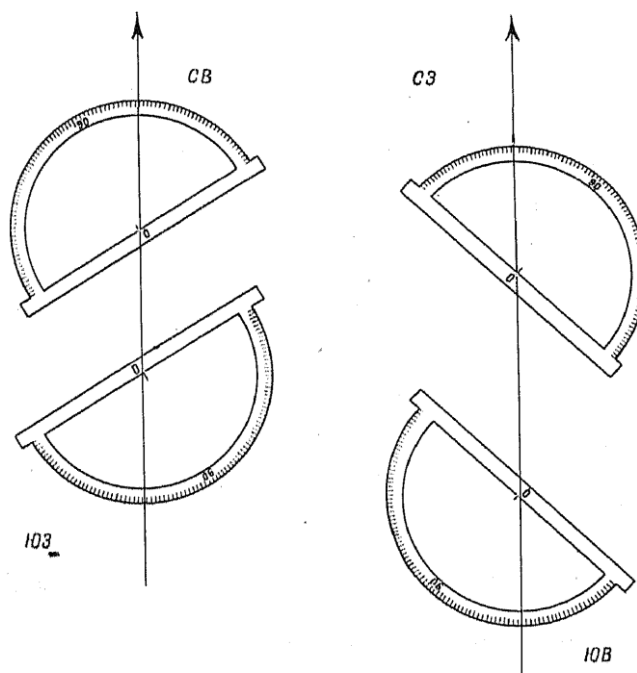


Рисунок 37. Положение транспортира при построении линий по румбам

Для построения линии 2-3 (рисунок 36) транспортир снова укладывают на линии меридиана так, чтобы центр транспортира и градусный отсчёт румба второй линии СВ:  $29^{\circ}00'$  были на линии меридиана. При этом транспортир укладывают в зависимости от направления румба (рис. 37). Для прочерчивания второй линии треугольник снова прикладывают гипотенузой или катетом к основанию транспортира, а к другой стороне прикладывают линейку, по которой передвигают треугольник до второй точки и из неё прочерчивают линию. В соответствии с масштабом откладывают длину второй линии и накалывают точку 3 (см рисунок 2).

Так продолжают составлять план, пока не будут построены все остальные румбы и отложены все длины линий участка.

### Задание к задачам № 1-25

1. Построить план по имеющимся румбам и длинам линий. Данные по вариантам даны в таблице 11.

Таблица 11

№ линии	Румбы	Длина линии в м
<b>Пример 1</b>		
1-2	СЗ: $88^{\circ}00'$	118,33
2-3	СЗ: $10^{\circ}30'$	198,20
3-4	СВ: $59^{\circ}45'$	163,10 М-1:2000
4-5	ЮВ: $61^{\circ}45'$	163,88
5-6	ЮЗ: $2^{\circ}00'$	106,71
6-1	ЮЗ: $52^{\circ}45'$	158,47
<b>Пример 2</b>		
1-2	СЗ: $22^{\circ}00'$	149,00
2-3	СВ: $4^{\circ}15'$	145,60
3-4	ЮВ: $73^{\circ}30'$	154,20 М-1:2000
4-5	ЮЗ: $4^{\circ}45'$	132,05
5-1	ЮЗ: $41^{\circ}15'$	142,00
<b>Пример 3</b>		
1-2	СЗ: $70^{\circ}00'$	150,00
2-3	СЗ: $9^{\circ}45'$	161,50
3-4	СВ: $67^{\circ}30'$	162,30 М-1:2000
4-5	ЮВ: $76^{\circ}15'$	141,70
5-6	ЮЗ: $15^{\circ}30'$	128,900
6-1	ЮЗ: $38^{\circ}15'$	142,05
<b>Пример 4</b>		
1-2	ЮВ: $80^{\circ}00'$	150,70
2-3	ЮВ: $19^{\circ}45'$	161,60
3-4	ЮЗ: $57^{\circ}30'$	162,35 М-1:2000
4-5	СЗ: $86^{\circ}15'$	141,70
5-6	СВ: $5^{\circ}30'$	128,90
6-1	СВ: $26^{\circ}30'$	144,05

### 9. Прямая и обратная геодезические задачи на плоскости

При вычислительной обработке выполненных на местности измерений, а также при проектировании инженерных сооружений и расчетах для перенесения проектов в натуру возникает необходимость решения прямой и обратной геодезических задач.

**Прямая геодезическая задача.** По известным координатам  $x_1$  и  $y_1$  точки 1, дирекционному углу  $\alpha_{1-2}$  и расстоянию  $d_{1-2}$  до точки 2 требуется вычислить ее координаты  $x_2$ ,  $y_2$ .



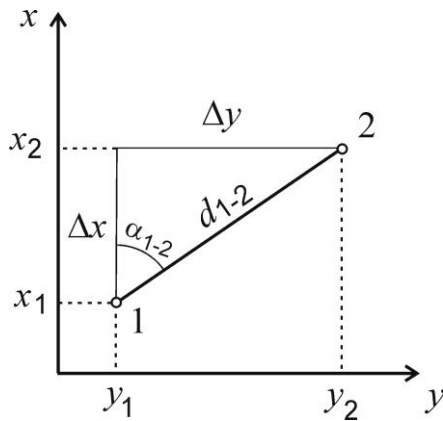


Рис. 38. К решению прямой и обратной геодезических задач

Координаты точки 2 вычисляют по формулам(рис. 35):  $x_2 = x_1 + \Delta x;$   $y_2 = y_1 + \Delta y;$  (9.1)

где  $\Delta x, \Delta y$  – приращения координат, равные

$$\begin{aligned} \Delta x &= d_{1-2} \cdot \cos \alpha_{1-2}; \\ \Delta y &= d_{1-2} \cdot \sin \alpha_{1-2}. \end{aligned} \quad (9.2)$$

**Обратная геодезическая задача.** По известным координатам  $x_1, y_1$  точки 1 и  $x_2, y_2$  точки 2 требуется вычислить расстояние между ними  $d_{1-2}$  и дирекционный угол  $\alpha_{1-2}$ .

Из формул (9.2.) и рис. 38 видно, что  $\operatorname{tg} \alpha_{1-2} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ . (9.3)

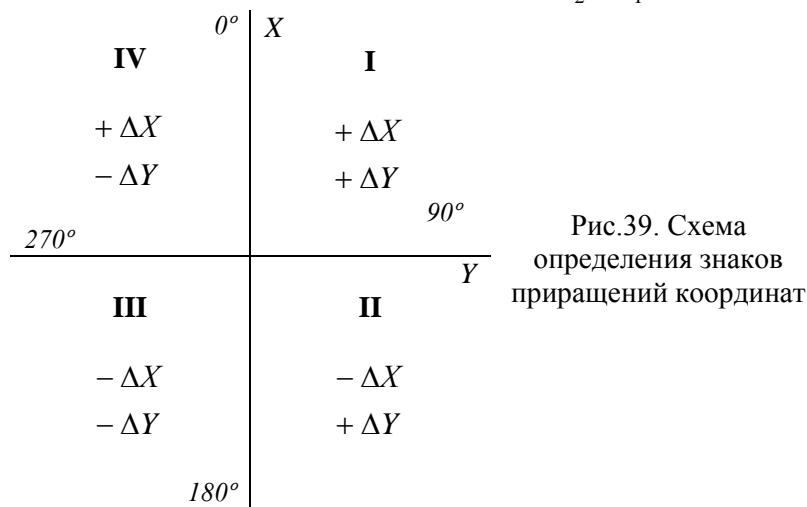


Рис.39. Схема определения знаков приращений координат

Расстояние между точками вычисляют по формуле

$$d_{1-2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}. \quad (9.4)$$

или другим путем – по формулам  $d_{1-2} = \frac{y_2 - y_1}{\sin \alpha_{1-2}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \alpha_{1-2}},$  (9.5)

**Ольга Николаевна Дёмина**

Учебно-методическое пособие для практических и самостоятельных работ  
по теме «План, карта, профиль»  
2-е изд. доп. и перераб.

Компьютерная вёрстка: Дёмина О.Н.

---

---

Подписано к печати 16.09.15 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,44 ., Тираж 10 экз. Изд. №14905пек

---

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район., с.Кокино,  
ФГОУ ВО «Брянский ГАУ».