

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

Кафедра общего земледелия и землеустройства

# ГЕОДЕЗИЯ

Учебное пособие по изучению дисциплины  
и задания контрольной работы для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки  
120700 – Землеустройство и кадастры  
(Квалификация–бакалавр)

Пенза 2012

УДК 528  
ББК 26  
Д 79

Рецензент – начальник отдела землеустройства и мониторинга земель управления Росреестра по Пензенской области М.И. Ремнёв

Тихонов, Н.Н.  
**Д 79      Геодезия с основами землеустройства / Н.Н. Тихонов,**  
А.П. Дужников, О.А. Ткачук. – Пенза: РИО ПГСХА,  
2012. – 82 с.

В методическом пособии установлен порядок выполнения контрольной работы по геодезии с основами землеустройства для студентов заочной формы обучения, на конкретных примерах показывается расчет и дальнейший ход построения планово-картографических материалов.

© ФГБОУ ВПО  
«Пензенская ГСХА», 2012  
© Н.Н. Тихонов, А.П. Дужников,  
О.А. Ткачук, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Общие указания к выполнению контрольной работы.....	5
Единицы измерения применяемые в геодезии.....	5
Координаты точек.....	6
Ориентирование линии.....	10
Условные знаки топографических и лесных планов и карт. Описание участка местности.....	14
Задания для контрольной работы	
Задание 1.....	16
Задание 2.....	19
Задание 3.....	23
Задание 4.....	32
Задание 5.....	33
Задание 6.....	50
Задание 7.....	59
Контрольные вопросы.....	69
Литература.....	74
Приложение А.....	75
Приложение Б.....	76
Приложение В.....	77

## **ВВЕДЕНИЕ**

Земельная реформа, проводимая в России, и принятие новых законов по аграрным вопросам, связанных с изменением форм собственности на землю, существенно повышают роль и ответственность специалистов сельского хозяйства – инженеров-землеустроителей, как основных организаторов при проведении геодезических и землеустроительных работ в хозяйствах различных форм собственности.

Повышаются требования при проведении комплекса работ по межеванию земель с установкой или восстановлением на местности границ административно-территориальных образований, земельных участков владельцев земли по единой государственной системе, оформление планов (чертежей) границ земельных участков и документов, удостоверяющих право на землю.

Методические указания и задания для контрольной работы составлены с учетом требований примерной программы дисциплины «Геодезия», рекомендованной Минобразования России для подготовки дипломированного бакалавра по направлению 120700 «Землеустройство и кадастры».

## **Общие указания к выполнению контрольной работы**

Контрольная работа рассчитана на закрепление изученного теоретического материала, а также на приобретение отдельных практических навыков по применению геодезических знаний в землеустройстве.

*Оформление работы.* При выполнении контрольной работы и для лабораторно-практических занятий в период сессии студенту необходимо иметь: готовальню, транспортир, линейку, прямоугольный треугольник, а также набор простых карандашей твердости ТМ, Т-3Т.

Чертежи выполняются на плотной чертежной бумаге формата 297 х 210 мм, поперечный масштаб (задание 1) и профиль (задание 3) – на миллиметровой бумаге. Вычисления в заданиях 3 и 4 оформить в виде таблиц (ведомость вычисления координат и журнал нивелирования), желательно на стандартных листах (297 × 210), вспомогательные вычисления можно не представлять. Вычисления в заданиях 2 и 5 оформить на обратной стороне выданных планов.

Графическое оформление чертежей должно быть аккуратным, желательно в туши, утолщенные линии вычерчивать не грубее 0,25мм, все подписи выполнять нормальным шрифтом. В вычислениях цифры должны читаться четко, писать цифру по цифре не разрешается.

Выполненная работа предоставляется на проверку в сброшюрованном виде, неформатные листы аккуратно подогнуть гармошкой.

## **Единицы измерения применяемые в геодезии**

В Российской Федерации принята Международная система единиц, сокращенно называемая СИ. В этой системе за основную единицу для измерения длин принят метр, а для измерения плоских углов - радиан.

В геодезической практике плоские углы измеряют в градусах.

Приведем соотношения между некоторыми единицами мер, принятыми в РФ для измерений, и их условные обозначения.

#### Меры длины

Метр (м)

Дециметр (дм) = 0,1 м

Сантиметр (см) = 0,01 м

м<sup>2</sup>

Миллиметр (мм) = 0,001 м

Микрон (мкм) = 0,001 мм

м<sup>2</sup>

Километр (км) = 1000 м

0,000001 м<sup>2</sup>

#### Меры площади

Квадратный метр (м<sup>2</sup>)

Гектар (га) = 10 000 м<sup>2</sup>

Квадратный километр (км<sup>2</sup>) = 1000000

Квадратный дециметр (дм<sup>2</sup>) = 0,01 м<sup>2</sup>

Квадратный сантиметр (см<sup>2</sup>) = 0,0001

Квадратный миллиметр (мм<sup>2</sup>) =

Температуру измеряют в градусах Цельсия (°C), а давление в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) при температуре 0 °C или в миллибарах (мбар); 1000 мбар = 750,06 мм рт. ст.

### Координаты точек

*Географические координаты.* Положение любой точки, лежащей на поверхности Земного шара, можно определить, зная ее географические координаты:  $X$  – долготу и  $\varphi$  – широту, определяемые из астрономических наблюдений.

На рисунке 1 прямая NS – ось вращения Земного шара, а точки N и S – географические полюсы: северный и южный.

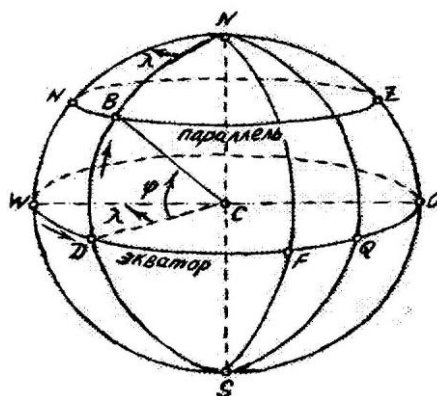


Рисунок 1

Через каждую точку, лежащую на поверхности Земного шара, можно провести только один меридиан и только одну параллель.

Географической долготой данного меридиана (например, проходящего через точку В, см. рисунок 1) называется двугранный угол  $\lambda$ , заключенный между его плоскостью и плоскостью начального меридиана. За начальный (нулевой) меридиан для счета долгот принят меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию (вблизи Лондона). Для точки В долгота  $\lambda$  измеряется углом  $WCD = WND$ . Счет долгот ведут по окружности экватора от начального меридиана в обе стороны на восток и на запад.

Географической широтой данной параллели называется угол, составленный плоскостью экватора и отвесной прямой, проходящей через точку, лежащую на этой параллели.

Если Землю считать за шар, то для точки В (см. рисунок 1) широта  $\varphi$  измеряется углом  $DCB$ . Широты, отсчитываемые от экватора к северу, называют северными, а к югу - южными.

*Геодезические координаты.* Если для одного (начального) пункта географические координаты  $\varphi$  и  $\lambda$  определить из астрономических наблюдений, а для всех других точек широты и долготы вычислить по результатам геодезических измерений (расстояний между этими точками углами, составленными ими), то широты и долготы таких точек называют, в отличие от географических, геодезическими координатами и обозначают через В широту и через L – долготу.

*Прямоугольные координаты.* В этой системе плоскость координат совпадает с плоскостью горизонта в данной точке О, являющейся началом этих координат (рисунок 2). Ось абсцисс ХХ совмещается с направлением меридиана, проходящего через начало координат, или с направлением, параллельным некоторому меридиану. Ось ординат YY проходит через точку О перпендикулярно к оси абсцисс.

Этой системой координат участок местности в точке О делится на четыре четверти, считающиеся по направлению хода часовой стрелки: I (CB), II (ЮВ), III (ЮЗ) и IV (СЗ). Положение на горизонтальной плоскости любых точек местности, например М, N,

определяют их координатами  $(+X_M + Y_M)$ ,  $(-X_N + Y_N)$ . В таблице показаны знаки абсцисс (X) и ординат (Y) для точек, находящихся в разных четвертях, и даны названия четвертей.

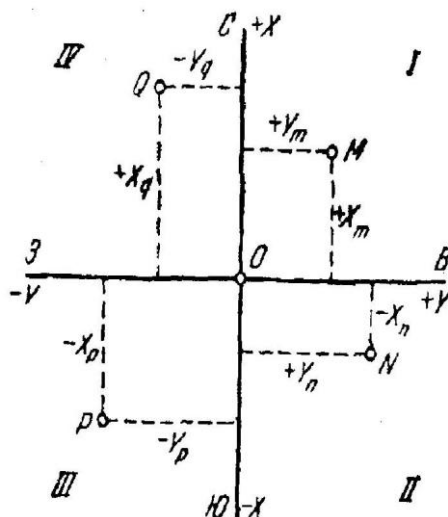


Рисунок 2

Для того чтобы определить геодезические координаты по топографической карте, нужно: на карте (рисунок 3) между внутренней 1 и внешней (оформительской) 2 рамками нанесена рамка 3, разделенная на минуты, а между ними – на секунды, соединив прямыми соответствующие точки, на противоположных сторонах рамки 3 можно получить параллели и меридианы через каждую минуту широты и долготы.

Название четверти	Координаты	
	X	Y
I – северо-восточная (СВ)	+	+
II – юго-восточная (ЮВ)	–	+
III – юго-западная (ЮЗ)	–	–
IV – северо-западная (СЗ)	+	–

Для определения по карте графическим способом геодезических координат пользуются формулами:

$$B = B_1 + \frac{a}{a+b} (B_2 - B_1)$$

$$L = L_1 + \frac{c}{c+d} (L_2 - L_1)$$



где  $a$  и  $b$  — расстояния по меридиану  $L$  от данной точки до ближайших параллелей  $B_1$  и  $B_2$ , а  $c$  и  $d$  — расстояния по параллели  $B$  до ближайших меридианов  $L_1$  и  $L_2$ .

Прямоугольные координаты точек по карте определяют, пользуясь километровой сеткой 4 (см. рисунок 3), по формулам

$$X = X_n + a$$

$$Y = Y_n + c,$$

если не учитывают деформацию бумаги, и по формулам

$$x = X_n + \frac{m}{a+b} \quad a = X_{n+1} - \frac{m}{a+b} b$$

$$y = Y_n + \frac{m}{c+d} \quad c = Y_{n+1} - \frac{mc}{c+d} d$$

при учете ее.

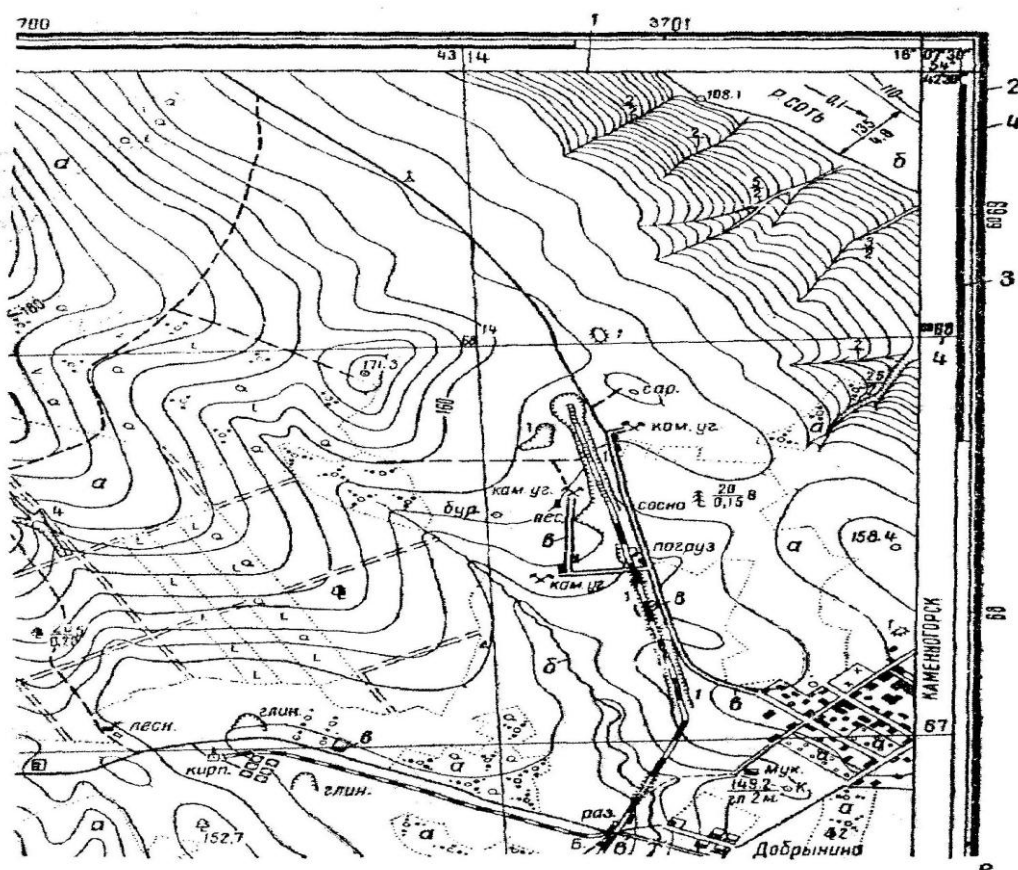


Рисунок 3 — Часть листа топографической карты масштаба 1:10 000: а — зеленый цвет; б — голубой цвет; в — коричневый цвет; горизонтали — коричневый цвет

Здесь  $X_n$ ,  $Y_n$  и  $X_{n+1}$ ,  $Y_{n+1}$  – координаты (в м) соответственно юго-западного и северо-восточного углов квадрата километровой сетки, в котором находится заданная точка;  $a$ ,  $b$  и  $c$ ,  $d$  – расстояния по перпендикуляру от заданной точки до соответственно южной и северной и до восточной и западной сторон этого квадрата;  $m$  – число метров в стороне квадрата сетки.

*Задания для закрепления пройденного материала:*

- определить на топографической карте географические и прямоугольные координаты заданных точек;
- индивидуальное задание для каждого студента преподаватель выдает на лабораторных занятиях персонально.

### Ориентирование линии

Ориентировать линию – это значит задать ей направление относительно сторон света. Для ориентирования линий применяют углы ориентирования:

$A_u$  – азимут истинный – угол, отсчитываемый от северного направления истинного меридиана до направления данной линии;  
 $A_m$  – азимут магнитный;  
 $\alpha$  – дирекционный угол;  
 $z$  – румб.

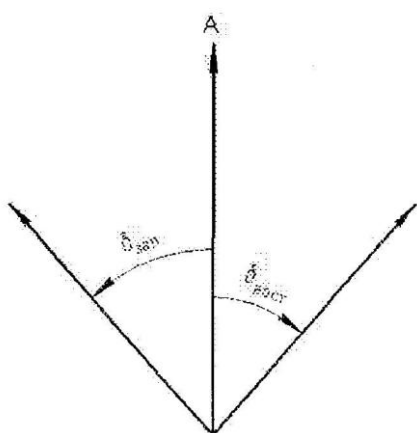


Рисунок 4

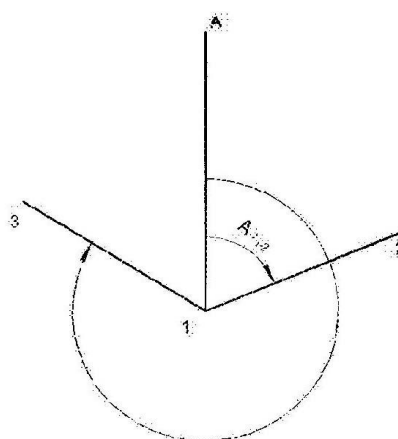


Рисунок 5

$A_{и}$  – соединяются истинные полюса земли, а  $A_{м}$  местные полюса земли.  $A_{и}$  не совпадает с  $A_{м}$ .  $A_{м}$  – угол, отсчитываемый от северного направления меридиана, до направления данной линии.

Угол между истинным и магнитным меридианами – угол отклонения магнитной стрелки. Если направление линии склонено к востоку, то склонение магнитной стрелки – восточное, если к западу – то западное склонение стрелки.

Дирекционным углом  $\alpha$  называется угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана или линии, параллельной ему, до направления данной линии.

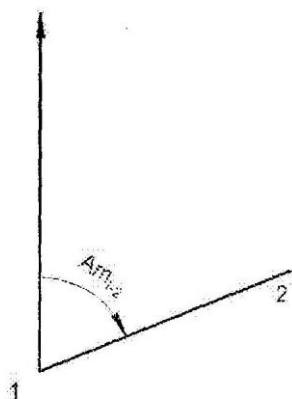


Рисунок 6

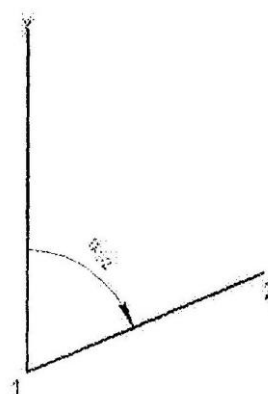


Рисунок 7

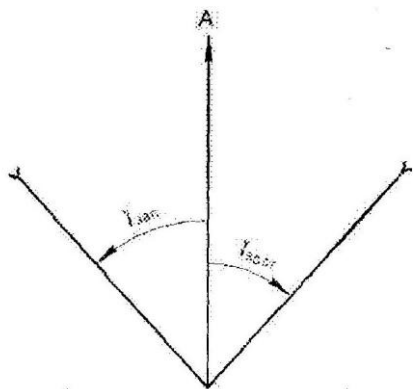


Рисунок 8

$\gamma$  – угол движения меридиана;  
 $\nu$  – осевой меридиан

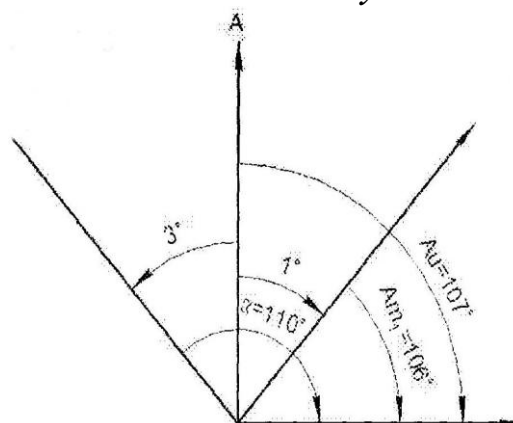


Рисунок 9

Дано:  $A_{и-2} = 110^\circ$   
 $\Gamma_{вост.} = 1^\circ$   
 $A_{м1-2} = ?$   $A_{м} = 106^\circ$   
 $A_{и1-2} = ?$   $A_{и} = 107^\circ$

Азимут и дирекционный угол измеряются в диапазоне от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Угол между  $A$  и осевым меридианом называется углом

сближения меридиана  $\gamma$ , где  $\gamma$  - угол сближения меридиана;  $\nu$  - осевой меридиан.

Прямой и обратный дирекционные углы и азимуты отличаются между собой на  $180^\circ$ .

Если прямой угол меньше  $180^\circ$ , то для вычисления обратного дирекционного угла (азимута) надо к прямому углу прибавить  $180^\circ$ . Если прямой угол больше  $180^\circ$ , то для вычисления обратного дирекционного угла надо из значения прямого угла вычесть  $180^\circ$ .

$$\alpha_{\text{обр}} = \alpha_{\text{пр}} \pm 180^\circ;$$

$\alpha_{1-2} = 110^\circ$ , тогда  $\alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} + 180^\circ = 290^\circ$ . Данную точку  $\alpha_{A-B} = 200^\circ$ , тогда  $\alpha_{B-A} = 180^\circ = 20^\circ$ .

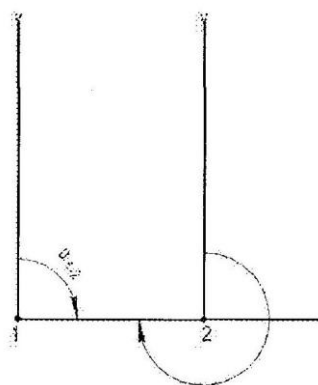


Рисунок 10

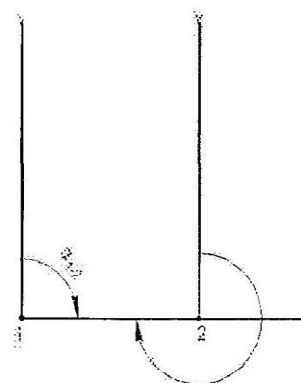


Рисунок 11

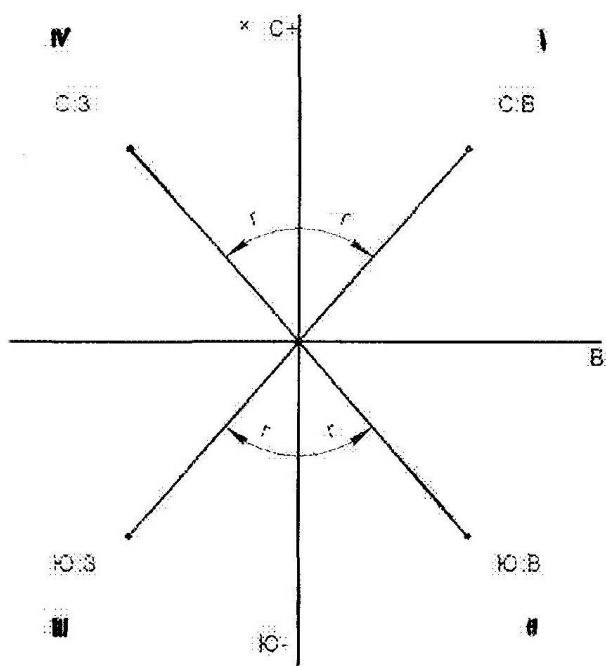


Рисунок 12

Румб – острый угол, отсчитываемый от ближайшего направления меридиана до направления данной линии.

Связь между дирекционными углами (азимутами) и румбами.

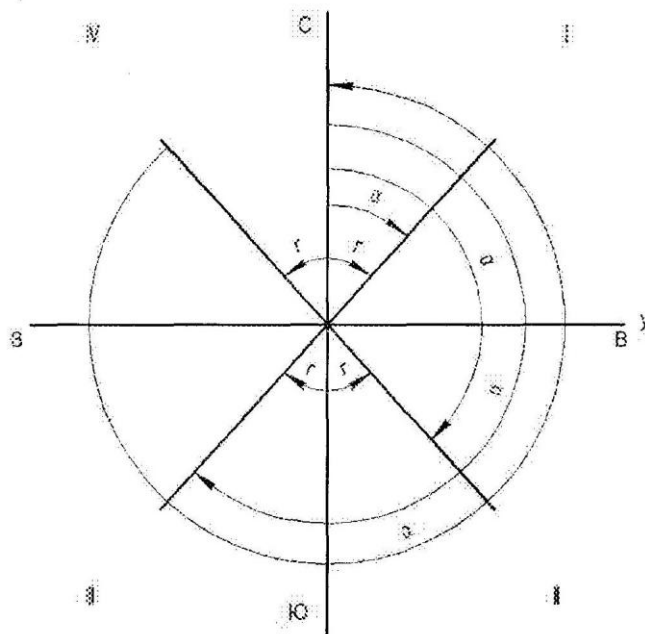


Рисунок 13

I (СВ)	II (ЮВ)	III (ЮЗ)	IV(СЗ)
$r = d$	$r = 180^\circ - A$	$r = A - 180^\circ$	$r = 360^\circ - A$
$A (0-90^\circ)$	$A (90^\circ-180^\circ)$	$A (180^\circ-270^\circ)$	$A (270^\circ-360^\circ)$

Пример решения задач.

Дано:

$$A_{и 1-2} = 192^\circ$$

$$\delta_{вост} = 5^\circ$$

$$\gamma_{вост} = 2^\circ$$

$$r_{м2-1} = ?$$

Дано:

$$r_{1-2} = СВ 10^\circ$$

$$r_{2-1} = ?$$

$$ЮЗ = 10^\circ = r_{2-1}$$

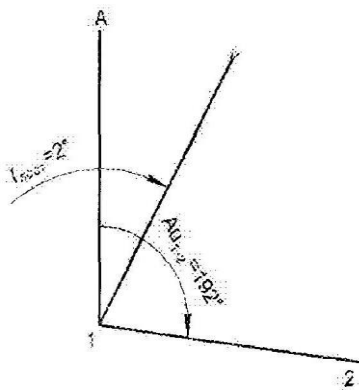


Рисунок 14

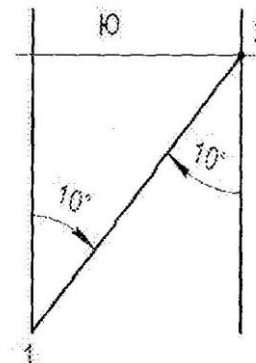


Рисунок 15

*Задания для закрепления пройденного материала:*

- определить дирекционный угол, истинный и магнитный азимуты, обратный румб для линии, нанесённой на топографической карте;
- индивидуальное задание для каждого студента преподаватель выдаёт на лабораторных занятиях персонально.

### **Условные знаки топографических и лесных планов и карт. Описание участка местности**

Для изображения на планах и картах всех элементов – ситуации местности – применяют обязательные для всех ведомств и учреждений РФ условные знаки, разработанные для разных масштабов.

При помощи ситуационных условных знаков на топографических планах и картах изображают геодезические знаки, населенные пункты, промышленные предприятия и предприятия коммунального хозяйства, пути сообщения, гидротехнические сооружения, средства связи, сельскохозяйственные угодья, сады, питомники, границы, различные сооружения, болота, пески, растительный покров и воды.

Условные знаки делят на контурные (масштабные) и вне-масштабные.

Контурными, или масштабными, условными знаками называют такие, при помощи которых элементы местности изображают в масштабе плана или карты с соблюдением их действительных размеров и формы. Следовательно, по такому условному

знаку можно определить не только местоположение элемента местности, но и его форму и размеры.

Внемасштабными условными знаками называют такие, при помощи которых изображают элементы местности, имеющие размеры меньше величины условного знака, т. е. не изображающиеся в масштабе карты (плана), например, геодезические знаки, колодцы, пасеки, линии связи, трубопроводы и т. п.

Большинство условных знаков (ситуационных) выполняют одним цветом – черной тушью, и только для некоторых применяют другие цвета. Например, желто-зеленой краской обводят контуры водоемов (рек, озер и прудов) и штрихуют болота, мокрые угодья и солончаки. Площади пресных водоемов окрашивают бледно-синей краской, а соленых и горько-соленых – фиолетовой.

Условные знаки полевых лесонасаждений, если они не ограничены пунктиром, во избежание разночтения должны состоять не менее чем из трех кружков. Ширина полос, ограниченных пунктиром, должна соответствовать ширине лесонасаждений на местности.

На планах лесонасаждений и схемах лесхозов применяют еще и цветные условные знаки, при помощи которых показывают древесные насаждения по возрастам преобладающей породы.

*Содержание топографических карт.* Топографические карты, составляемые главным образом по материалам аэрофотосъемок, являются самыми подробными. На них, кроме рельефа местности, указывают с соответствующей масштабу карты подробностью гидрографическую сеть, почвенно-растительный покров, населенные пункты, пути сообщения, промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные предприятия, гидротехнические сооружения, средства связи, административные границы и др. Рельеф местности на топографических картах изображают горизонталями.

*Задания для закрепления пройденного материала:*

- начертить условные знаки для планов и карт на листе плотной чертежной бумаге формата А 4;
- описать участок местности, изображенной на фрагменте топографической карты.

## Задания для контрольной работы

### Задание 1

1. Решить задачи 1-4.
2. Ответить на поставленные вопросы.

*Задача 1.* Линия местности измерена 6 раз и получены следующие результаты:

(Данные выпишите из таблицы 1 по своему варианту – последней цифре шифра).

Вычислите:

- 1) вероятнейшее значение длины линии;
- 2) среднюю квадратическую погрешность отдельного измерения;
- 3) среднюю квадратическую погрешность арифметической середины;
- 4) предельную относительную погрешность.

Решение запишите в виде таблицы

*Таблица 1 – Данные для задачи 1*

Вариант	Результаты 6-кратного измерения длины линии (м)					
0	530,76	530,92	530,74	530,63	530,94	530,75
1	421,16	421,24	421,06	421,27	421,32	421,40
2	612,44	612,32	612,68	612,54	612,88	612,75
3	723,11	723,07	723,60	723,35	723,52	723,42
4	324,98	324,83	324,69	324,72	324,91	324,89
5	815,35	815,54	815,27	815,91	815,65	815,57
6	566,74	566,46	566,53	566,86	566,59	566,79
7	437,67	437,97	437,92	437,70	437,58	437,68
8	638,63	638,69	638,89	638,38	638,58	638,74
9	719,98	719,57	719,45	719,83	719,59	719,61

*Задача 2.* Длина рабочей ленты при сличении ее с нормальной оказалась  $L$  м. Длина линии в результате измерения этой рабочей лентой получилась  $B$  м. Во время измерения ленту считали 20-метровой. Определите:

- 1) систематическую погрешность ленты;
- 2) общую поправку на неточность длины ленты;



3) действительную длину линии.

Поясните, почему при определении действительной длины вы прибавили или отняли общую поправку. Конкретные исходные данные по варианту выпишите из таблицы 2.

*Задача 3.* Линия местности состоит из двух частей  $L_1$  и  $L_2$  с различными углами наклона  $Y_1$  и  $Y_2$ . Определите общее горизонтальное проложение этой линии. Начертите схему задачи и решите, используя косинус угла наклона. Исходные данные для задачи по варианту выпишите из таблицы 2.

*Таблица 2 – Данные для задачи 2, 3*

Вариант	Л	В	$L_1$	$Y_1$	$L_2$	$Y_2$
0	20,01	580,40	300,08	+3°	120,19	-5°
1	20,02	491,53	211,15	-5°	341,53	-3°
2	19,38	342,63	422,24	+4°	192,83	+8°
3	19,99	523,44	333,36	-6°	243,52	+4°
4	20,01	494,76	344,42	+7°	294,84	-6°
5	20,02	395,12	455,63	+9°	245,62	+7°
6	19,98	466,71	266,64	-8°	356,13	+9°
7	19,99	527,33	177,75	-3°	437,47	+2°
8	20,01	418,82	388,82	+5°	168,51	-3°
9	19,99	459,38	199,97	-7°	319,61	-5°

*Задача 4.* Переведите румбы в азимуты. Покажите на схемах зависимость между румбом и азимутом для каждого случая отдельно и запишите расчет. Данные по варианту выпишите из таблицы 3.

*Таблица 3 – Данные для задачи 4*

Вариант	Румбы			
0	СВ:30° 33′	ЮВ:79° 23′	ЮЗ:29° 54′	СЗ:14° 09′
1	СВ:71° 07′	ЮВ:28° 58′	ЮЗ:87° 24′	СЗ:72° 14′
2	СВ:42° 55′	ЮВ:65° 11′	ЮЗ:65° 05′	СЗ:10° 49′
3	СВ:13° 58′	ЮВ:43° 02′	ЮЗ:79° 44′	СЗ:68° 34′
4	СВ:84° 21′	ЮВ:83° 09′	ЮЗ:26° 37′	СЗ:59° 59′
5	СВ:25° 22′	ЮВ:57° 37′	ЮЗ:42° 09′	СЗ:25° 44′
6	СВ:56° 05′	ЮВ:39° 36′	ЮЗ:66° 25′	СЗ:49° 41′
7	СВ:67° 43′	ЮВ:49° 51′	ЮЗ:70° 09′	СЗ:45° 28′
8	СВ:28° 39′	ЮВ:83° 04′	ЮЗ:52° 18′	СЗ:62° 22′
9	СВ:39° 43′	ЮВ:49° 38′	ЮЗ:83° 08′	СЗ:49° 32′

### *Контрольные вопросы*

1. Рассчитать длину линии местности, соответствующую одному сантиметру на картах масштабов 1:10000, 1:200000, 1:5000, 1:100000, 1:25000, 1:2000, 1:50000.

2. Масштаб одной карты 1:25000, а другой 1:50000. Какой масштаб крупнее? Какая из двух карт охватывает большую территорию местности и во сколько раз?

3. Масштаб карты 1:10000. Какой масштаб вдвое крупнее данного, а какой в пять раз мельче?

4. На картах масштабов 1:100000 и 1:50000 изображены участки двух рек. Какая река на местности шире и во сколько раз, если на картах их ширина примерно одинакова?

5. Участок пашни прямоугольной формы имеет размеры  $500 \times 375$  м. Каковы размеры этого участка соответственно на планах масштабов 1:25000 и 1:10000? На каком плане площадь этого участка (в квадратных сантиметрах) больше и во сколько раз?

6. Каким значениям численных масштабов соответствует точность масштабов 0,5 м, 10 м, 2,5 м, 100 м?

7. Можно ли дорогу шириной 5 м изобразить двумя линиями на картах масштабов: 1:25000, 1:50000, 1:5000, 1:10000?

8. На местности измерено горизонтальное проложение линии  $S = 216$  м. Какую нужно взять длину отрезков  $l$  (в см), чтобы отложить измеренное расстояние соответственно на планах масштабов 1:5000, 1:2000, 1:25000?

9. Масштабы карт: 1:10000, 1:25000, 1:5000. Какое наименьшее горизонтальное проложение линии местности можно построить на каждой из этих карт?

10. Одному сантиметру карты на местности соответствует расстояние более 1 км. Определить, крупнее или мельче масштаб данной карты, чем масштаб карты 1:100000.

11. Отрезок линии 3,17 см отложен на картах масштабов: 1:5000, 1:2500, 1:10000. Какое горизонтальное проложение на местности соответствует отрезку для каждой из трех карт?

## Задание 2

1. Построить линейный и поперечный масштабы.
2. Отложить заданные уравнениями длины линий в различных масштабах.

Линейный масштаб представляет собой график в виде отрезка прямой, разделенного на равные части с подписанными значениями соразмерных им длин линий местности.

Для построения линейного масштаба проводят прямую линию и откладывают на ней одинаковые отрезки по 1 или 2 см. Такой отрезок называется основанием масштаба. Первый отрезок слева делят на 10 равных частей. Деления подписывают цифрами. При работе в масштабе 1: 1000 и основании, равном 2 см, линейный масштаб подписывают так, как это указано на рисунке 16.

При этом масштабе 2 см на бумаге соответствует 2000 см или 20 м на местности, а 1 см – соответственно 1000 см или 10 м.

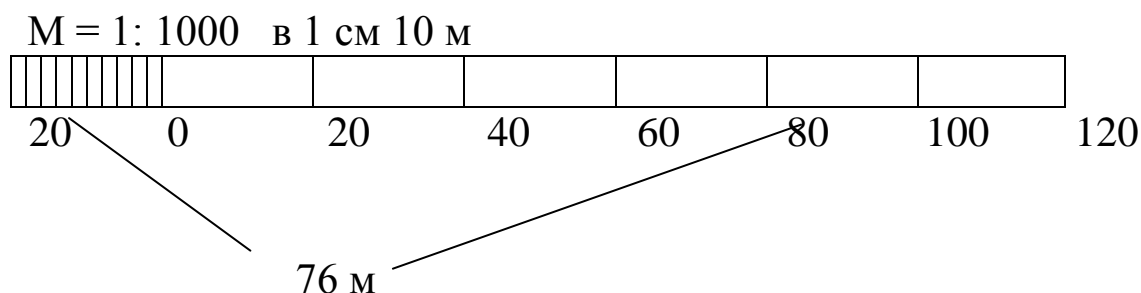


Рисунок 16 – Линейный масштаб

Поперечный масштаб представляет собой систему взаимно перпендикулярных линий, образующих номограмму длиной 12 или 20 см и высотой 2,0 или 2,5 см. Этот масштаб строят следующим образом: на прямой линии откладывают равные отрезки, которые называются основанием масштаба (6–10 отрезков по 2 см), и из полученных точек восстанавливают перпендикуляры. На крайних перпендикулярах откладывают десять равных частей (обычно в 2 мм) и намеченные точки соединяют прямыми горизонтальными линиями. Первое основание (слева) разбивают внизу и вверху на 10 равных частей. Нулевое деление основания внизу соединяется с первым делением вверху и т. д. (рисунок 17). В результате получается ряд наклонных параллельных линий –

трансверсали. Трансверсали разбивают горизонтальные линии на равные отрезки по 2 мм и образуют с правой и левой сторон ряд подобных треугольников.

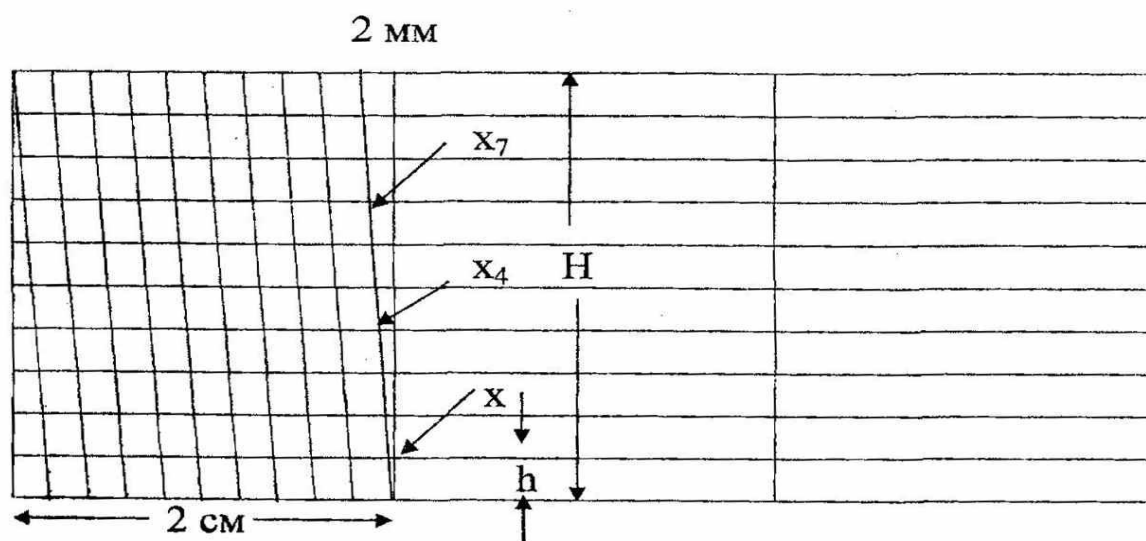


Рисунок 17 – Построение поперечного масштаба

Основание самого большого треугольника равно 2 мм. Основание ( $x$ ) самого маленького треугольника называется наименьшим делением поперечного масштаба.

Если высоту большого треугольника обозначить буквой  $H$ , а маленького  $h$ , то из соотношения  $\frac{2}{H} = \frac{x}{h}$ , получается, что

$$x = \frac{2 \cdot h}{H}; \text{ но } h = \frac{H}{10}, \text{ тогда } x = \frac{2 \cdot H}{H \cdot 10} = 0,2 \text{ мм}$$

Таким образом, наименьшее деление поперечного масштаба равно 0,2 мм или 1/100 основания масштаба. Но как видно из рисунка, деления между перпендикуляром и первой наклонной линией постепенно увеличиваются.

Вышеуказанным способом можно доказать, что

$x_2 = 0,4$  мм, или 0,02 части основания;

$x_3 = 0,6$  мм, или 0,03 части основания;

$x_4 = 0,8$  мм, или 0,04 части основания;

$x_5 = 1,0$  мм, или 0,05 части основания;

$x_6 = 1,2$  мм, или 0,06 части основания;

$x_7 = 1,4$  мм, или 0,07 части основания;

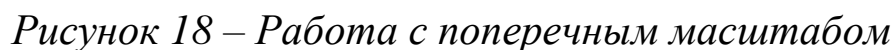
$x_8 = 1,6$  мм, или 0,08 части основания;

$x_9 = 1,8$  мм, или 0,09 части основания.

Чтобы определить расстояния (или отложить отрезки) с помощью поперечного масштаба, необходимо вначале определить, чему равны в принятом масштабе основание, десятая и сотая части основания, а также точность данного масштаба. Например, при масштабе 1:1000, в 1 см – 10 м, основание 20 м, 1/10 основания – 2 м, наименьшее деление – 0,2 м, точность масштаба – 0,1 м.

Чтобы отложить с помощью измерителя 60 м в масштабе 1:1000, достаточно поставить одну ножку измерителя на нуль, а другую на третье основание масштаба (с надписью 60).

Чтобы отложить 68 м, необходимо передвинуть ножку измерителя от нуля на четыре деления влево. Если переместить ножку измерителя на одну горизонтальную линейку вверх, – правую по вертикали, а левую по наклонной линии, то к величине 68 м прибавится отрезок  $X_1 = 0,2$  м, соответственно на второй линейке добавится 0,4 м, на третьей  $X_3 = 0,6$  м и т. д.



Если расположить измеритель посередине между горизонтальными линейками, например, между 5-й и 6-й, то величина отрезка увеличится на 0,1 м. В нашем случае (рисунок 18) получается 69,1 м.

Для определения расстояния с помощью поперечного масштаба, измеряемый отрезок с плана или карты заключают в раствор измерителя, который устанавливают таким образом, чтобы левая игла находилась на одной из трансверселей, а правая – на одном из перпендикуляров к основанию (на рисунке 18 установка измерителя отмечена крестиком). Тогда измеряемая линия складывается из трех частей: первая часть равна длине суммы оснований, отложенных вправо от нуля, вторая – суммарной длине общего количества малых делений левого основания, третья – отрезку соответствующей параллели, заключенному между первой трансверсалью и секущей линией, проходящей через нулевой штрих основания поперечного масштаба.

Применительно к рисунку 3 определяемое расстояние

$L = 4 \times 20 + 5 \times 2 + 7 \times 0,2 = 91,4$  м, в масштабе плана 1:5000 расстояние равнялось бы:  $L = 4 \times 100 + 5 \times 10 + 7 \times 1 = 457$  м

Так как длины линий на местности принято измерять в метрах, а на картах и планах – в сантиметрах, то масштабы удобно выражать в словесной форме, например, «в одном сантиметре 100 м». Это будет так называемый именованный масштаб. Поскольку 1 м равен 100 см, то число метров местности, содержащееся в 1 см карты или плана, т. е. именованный масштаб, легко определяют путем деления знаменателя численного масштаба на 100.

Длину заданной линии определяют согласно уравнению соответствующего масштаба.

Масштаб	Уравнение	Единица выражения
1:2000	$47,4 + 3 N + 2 n$	в метрах
1:5000	$77,0 + 5 N + 3 n$	« «
1:10000	$268 + 10 N + 4 n$	« «
1:25000	$863 + 15 N + 5 n$	« «

где  $N$  – последняя цифра шифра студента;

$n$  – предпоследняя цифра шифра студента.

Например, студент, имеющий шифр 1246, для масштаба 1:2000 определяет длину линии следующим образом:

$$47,4 + 3 \times 6 + 2 \times 4 = 47,4 + 18 + 8 = 73,4 \text{ м}$$

На линейном масштабе необходимо показать положение линии в  $M = 1:2000$  (I), а на поперечном в  $M = 1:5000$  (II),  $M = 1:10000$  (III) и  $M=1:25000$  (IV).

Основание линейного масштаба принять равным 1 см, поперечного – 2 см.

График нужно выполнять на миллиметровой бумаге, формат 297×210 мм, хорошо отточенным карандашом.

### Задание 3

1. *Определить цену деления планиметра.*
2. *Измерить на плане площадь всего участка и площади отдельных угодий.*
3. *Увязать измеренные площади.*
4. *Запроектировать на плане три поля севооборота равной площади.*

Планиметр – геодезический инструмент для определения площади участков на планах или картах механическим способом путем обвода контура участка. Так как для участков малых размеров планиметр дает большую относительную погрешность при определении площади, то его применяют для участков, площадью не менее  $3 \text{ см}^2$  на бумаге.

Полярный планиметр состоит из полюсного и обводного рычагов, кареток счетных механизмов со счетными роликами. На конце обводного рычага находится обводной индекс в виде иглы или точки на стекле, которой обводят контур измеряемой площади.

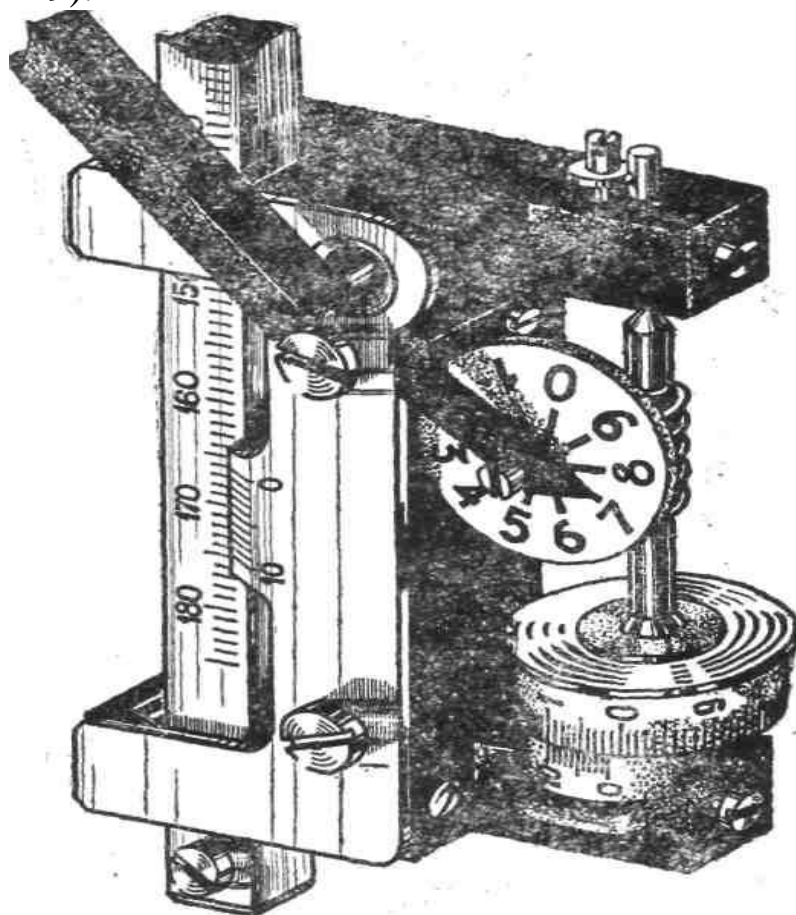
На конце полюсного рычага имеется груз с полюсом-иглой. Иглой полюс неподвижно закрепляется на ватмане. Точка закрепления полюса выбирается вне обводимой фигуры так, чтобы можно было обвести всю фигуру точкой обвода. При этом углы между рычагами должны быть не слишком острыми или тупыми:

не менее  $30^\circ$  и не более  $150^\circ$ . При обводе счетный ролик должен катиться только по ватману, не заезжая за его край.

Полусный и обводной рычаги соединяются шарнирно, для чего штифт-шарнир полусного рычага вставляется в шарнирное отверстие на каретке обводного рычага.

Планиметр имеет одну или две каретки со счетными механизмами, которые можно перемещать по обводному рычагу. Все дальнейшие объяснения даны для однокареточного планиметра. В случае использования двухкареточного планиметра отсчеты берут по счетному механизму, имеющему шарнирное углубление, и работают с ним так же, как и с однокареточным.

Счетный механизм состоит из плоского диска-циферблата с делениями, обод которого касается бумаги, и верньера с делениями (рисунок 19).



*Рисунок 19 – Отсчет по планиметру*

Делением планиметра называется одна тысячная часть окружности обода счетного ролика. Окружность счетного ролика



разделена на 100 равных частей и оцифрована. Один полный оборот счетного ролика соответствует 1000 делений планиметра, а полный оборот циферблата – 10 оборотам счетного ролика, т. е. 10000 делений. Отсчеты по планиметру берут, когда между обводным и полюсным рычагами образуется примерно прямой угол. Отсчет состоит из четырех цифр, первая – равна меньшей из цифр циферблата, между которыми стоит указатель-стрелка. Вторая цифра отсчета определяется по счетному ролику и равна меньшему из подписанных делений счетного ролика, между которыми стоит «0» верньера (на рисунке – «0»). Третья цифра отсчета равна целому количеству делений счетного ролика между «0» верньера и подписанным делением ролика, взятым раньше в качестве второй цифры отсчета (на рисунке – «1»). Четвертая цифра отсчета равна номеру штриха на верньере, начиная от нулевого, который совпадает, т. е. лежит на одной прямой с каким-нибудь штрихом счетного ролика (на рисунке – «1»).

Но может возникнуть иная ситуация, связанная с мертвым ходом винта циферблата. При определении первой цифры отсчета стрелка-указатель циферблата находится точно на черте, например, на рисунке у цифры «7». Для того чтобы решить «6» или «7» взять в качестве первой цифры отсчета, находят вторую цифру отсчета. Если она большая по значению (7, 8, 9), то значит, первой цифрой отсчета будет меньшая, т. е. «6». Если же вторая цифра маленькая (0, 1, 2, 3), то – «7». Таким образом, на рисунке первая цифра отсчета «7», а общий отсчет – «7011». Для облегчения взятия отсчетов пользуются увеличительной лупой.

### *Определение длины обводного рычага планиметра*

Под длиной обводного рычага планиметра понимают расстояние между обводным индексом и точкой шарнирного соединения рычагов. Эта длина меняется при перемещении каретки счетного механизма, в которой расположено шарнирное углубление. Но при изменении длины обводного рычага для плана того же масштаба изменяется и цена деления планиметра, поэтому закрепительным винтом каретку фиксируют неподвижно и в таком положении определяют длину обводного рычага по оцифрован-

ной шкале на обводном рычаге с помощью верньера каретки. Желательно устанавливать большую длину рычага.

Длина рычага равна отсчету, который берут по «0» верньера счетной каретки. На рисунке «0» верньера каретки находится чуть дальше деления 166. Десятые доли отсчета определяют по номеру штриха верньера каретки, который совпадает с каким-либо штрихом на обводном рычаге. На рисунке совпадающим является штрих «1». Таким образом, длина рычага равна 166,1. Эта величина обязательно записывается в ведомость работы с планиметром в соответствующую верхнюю графу. На последующих занятиях работают с планиметром только при этой длине рычага.

### *Определение цены деления планиметра при данной длине рычага*

Под ценой деления планиметра  $p$  понимают площадь ( $\text{м}^2$ , га) участка на плане данного масштаба, соответствующую одному наименьшему делению планиметра. Для практического определения цены деления планиметра три квадрата координатной сетки обводят 4 раза – дважды при движении полюса справа и дважды при положении полюса слева.

Полюс планиметра закрепляют вне квадратов. Положение полюса выбирают так, чтобы при обводе квадратов обод счетного ролика не сходил с ватмана и угол между рычагами находился в интервале от  $30^\circ$  до  $150^\circ$ .

Предположим, сначала полюс стоит справа от обводного рычага. На обводимом контуре квадратов выбирают за начальную такую точку, для которой угол между рычагами будет примерно прямым. Точку отмечают карандашом. Заметим, что выбирать в качестве начальной точки одну из вершин квадрата нежелательно. Затем берут по счетной каретке начальный отсчет  $a_1 = 6428$  и записывают его в ведомость (таблица 4).

Обводным индексом аккуратно обводят внешний контур квадратов по часовой стрелке, возвращаясь опять в начальную точку. Записывают в ведомость конечный отсчет  $b_1 = 9295$  и разность  $b_1 - a_1 = 2867$ .

Сразу начинают второй обвод квадратов, записывая в ведомость начальный отсчет  $a_2 = 9295$ , который равен уже записанной величине  $b_1$ . Определив конечный отсчет второго обвода  $b_2 = 2173$ , вычисляют разность отсчетов  $b_2 - a_2 = 2878$ .

Если расхождение между разностями  $b_1 - a_1$  и  $b_2 - a_2$  превышает допустимое, равное  $0,5\%$  ( $b - a$ ), то обвод квадратов повторяют до тех пор, пока указанный допуск не установится хотя бы для двух разностей. Ненужные же строчки отсчетов вычеркивают.

Таблица 4 – Ведомость для работы с планиметром

Планиметр 1654

Длина рычага 166,1

Название участка	Начальный отсчет	Конечный отсчет	Разность		Цена деления р,га	Площадь $S = p (b-a)$
			$b - a$	$(b - a)_{cp}$		
Полус справа						
3 квадрата 10×10	6428 9295	9295 2173	2867 2878			
Полус слева						
3 квадрата 10×10	5839 8712	8712 5836	2873 2876	2873,5	0,006525	
Весь участ- сток	2239 5143	5143 8048	2904 2905	2904		18,95
Пашня	0793 2551	2551 4345	1798 1794	1796		11,72
Луг	0642 1247	1247 1852	605 605	605		3,95
Лес	0618 1114	1114 1611	496 497	496		3,24
1-е поле	7254 7916	7916 8581	662 665	664		4,33
1-е поле после пе- редвижки	4215 4776	4776 5337	561 561	561		3,66
2-е поле	2105 2675	2675 3231	558 556	557		3,63
3-е поле	2294 2853	2853 3414	559 560	560		3,65

Например, при разностях  $(b - a)$  двух обводов 2867 и 2878 допуск равен  $0,5 \% \times (b - a) = 0,5 \% \times 2872 = 14$  делений, расхождение же между разностями равно  $2878 - 2867 = 11$  делений, т. е. меньше допуска, значит, на этом обвод при полюсе справа можно закончить. Аналогично проводят обводы при полюсе слева.

При обводе контура по часовой стрелке конечный отсчет  $b$  может получиться меньше начального  $a$ , т. е. циферблат сделает полный оборот в 10000 делений. В этом случае к величине  $b$  прибавляют 10000. Например, такая ситуация возникла при втором обводе контура квадратов.

После всех обводов вычисляют  $(b - a)_{cp} = (2867 + 2878 + 2873 + 2876) : 4 = 2873,5$ .

Цену деления планиметра рассчитывают по формуле

$$p = \frac{S_{кв}}{(b - a)_{cp}},$$

где  $S_{кв}$  – площадь трех квадратов в масштабе плана. Например, для масштаба 1:2500 площадь одного квадрата со стороной 10 см равна  $(250 \text{ м})^2 = 6,25$  га. Площадь же трех квадратов соответственно равна 18,75 га.

Величину  $p$  вычисляют до четвертой значащей цифры, не считая впереди стоящих нулей. Для таблицы 4  $p = 0,006525$  га.

### *Измерение на плане площадей и их увязывание*

В той же последовательности, что и при определении цены деления планиметра, дважды обводят контур каждого уголка и всего участка, делать это достаточно при одном положении полюса, справа или слева. По формуле  $S = p \times (b - a)$  вычисляют их площади, округляя результаты до сотых долей гектара (см. таблицу 4). Затем делают увязку площадей угодий (таблицу 5), для чего вычисляют сумму площадей измеренных угодий  $\sum S$  и находят невязку  $f = \sum S - S_{участка}$ . Полученную невязку сравнивают с допустимой  $f_{доп} = \pm 1 \% \sum S$ . Если  $f \leq f_{доп}$ , то производят увязку площадей угодий. В противном случае все площади переизмеряют.

При увязке площадей для каждой из них  $S_i$  находят поправку, пропорциональную величине площади, т. е.

$$\Delta_I = - \frac{f}{\sum S} S_i.$$

Величина  $\frac{f}{\sum S}$  – представляет поправку на 1 га площади. Для таблицы 3  $\frac{f}{\sum S} = \frac{0,04}{18,91} = 0,0021$ . Тогда поправка к площади пашни составит  $11,72 \text{ га} \times 0,0021 = 0,02 \text{ га}$ , а к площади луга –  $3,95 \text{ га} \times 0,0021 = 0,01 \text{ га}$  и т. д.

Поправки округляют до сотых долей гектара и контролируют, так как сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком, причем знак поправки всегда обратен знаку невязки.

Затем вычисляют увязанные площади  $S_i^{\text{увяз.}} = S_i^{\text{измер.}} + \Delta_i$ . Окончательный контроль вычислений: сумма увязанных площадей должна в точности равняться площади всего участка, полученной одним обходом.

*Таблица 5 – Увязка площадей угодий*

Угодья	S измеренная, га	Поправка, га	S исправленная, га
Весь участок	18,95		
Пашня	11,72	+ 0,02	11,74
Луг	3,95	+ 0,01	3,96
Лес	3,24	+ 0,01	3,25
$\sum S =$	18,96	+ 0,04	18,95

$$f = \sum S - S_{\text{участка}} = 18,91 - 18,95 = - 0,04$$

$$f_{\text{допустимая}} = \pm 1\% \sum S = \pm 0,19 \text{ га}$$

### *Элементы землеустроительного проектирования*

Необходимо запроектировать на пашне три поля севооборота равной площади с учетом рельефа местности. Допустимое отклонение площади каждого поля составляет  $\pm 1\%$  от средней площади поля. Между полями должны быть предусмотрены дороги шириной 5 м и лесополоса шириной 20 м. Поскольку расчеты должны производиться с учетом направления ветров и ската местности, то студенту эти данные выдаются в качестве исходных.

На пашне по поперечному масштабу откладывают лесополосу шириной 20 м и проводят ее границу. Оставшуюся часть пашни на глаз делят на три равновеликих поля по возможности пря-

моугольной формы. Длинные стороны полей должны быть параллельны между собой и располагаться поперек направления ската во избежание эрозии почвы.

Затем графическим способом вычисляют площади лесополосы шириной 20 м и двух дорог шириной по 5 м, которые в ходе проектирования будут проложены между полями взамен предварительных межевых линий.

Эти площади, в зависимости от конкретных случаев, рассчитывают как площади прямоугольников или трапеций. Например, лесополоса имеет форму трапеции с длинами оснований в масштабе плана 290,5 м и 303 м. Тогда ее площадь равна

$$S_{\text{лесополосы}} = 20 \text{ м} \times (290,5 \text{ м} + 303 \text{ м}) : 2 = 0,59 \text{ га.}$$

Пусть первая дорога имеет форму прямоугольника с длиной 235 м, тогда ее площадь равна

$$S_{\text{1-й дороги}} = 5 \text{ м} \times 235 \text{ м} = 0,12 \text{ га.}$$

Аналогично определяют площадь второй дороги, пусть ее площадь равна 0,11 га.

Значит, площадь непахотных земель равна

$$0,59 \text{ га} + 0,12 \text{ га} + 0,11 \text{ га} = 0,82 \text{ га.}$$

Затем вычисляют площадь чистой пашни

$$S_{\text{чистой пашни}} = 11,74 \text{ га} - 0,82 \text{ га} = 10,92 \text{ га.}$$

Определяют среднюю площадь одного поля с учетом допускаемого отклонения, равного  $\pm 1\%$  от средней площади поля

$$S_{\text{средняя поля}} = 10,92 \text{ га} : 3 = 3,64 \text{ га} \pm 0,04 \text{ га} \quad \left. \begin{array}{l} 3,68 \text{ га} \\ 3,60 \text{ га} \end{array} \right\}$$

После вычислений планиметром измеряют фактическую площадь первого поля. Например,  $S_{\text{1-го поля}} = 4,33 \text{ га}$ . Как видно, эта величина выходит за пределы вычисленного выше интервала допускаемой величины поля. Значит, поле надо уменьшить на площадь

$$\Delta S = 4,33 \text{ га} - 3,64 \text{ га} = 0,69 \text{ га.}$$

Для этого рассчитываем величину  $x$  параллельной передвижки границы первого поля. Длина границы поля 1 = 235 м была измерена раньше как длина первой дороги. Тогда

$$x = \frac{\Delta S}{l} = \frac{0,69 \text{ га}}{235 \text{ м}} = \frac{6900 \text{ м}^2}{235 \text{ м}} = 29,4 \text{ м}$$

В масштабе плана эту величину  $29,4 : 25 = 1,18 \text{ см}$  откладывают от старой границы поля в сторону уменьшения площади.

Новую границу поля проводят параллельно старой, старую границу стирают. Для контроля обязательно обводят планиметром уточненное первое поле. Пусть его площадь равна 3,66 га. Так как она входит в интервал допускаемой величины поля, то на этом проектирование первого поля заканчивается. К его границе по масштабу плана пририсовывается дорога шириной 5 м.

От второй обочины первой дороги аналогичным образом проектируют второе поле с дорогой, а затем и третье, причем все измерения планиметром заносят в ведомость, куда также записывают все вычисления по передвижке границ угодий. Затем производят увязку площадей полей точно так же, как это делали при увязке площадей угодий (таблица 6). На плане выписывают окончательные увязанные площади в виде таблицы экспликации угодий и полей (таблица 7). План вычерчивают в условных знаках.

*Таблица 6 – Увязка площадей полей*

Поле	S измеренная, га	Поправка, га	S исправленная, га
Чистая пашня	10,92		
1-е поле	3,66	– 0,01	3,65
2-е поле	3,63		3,63
3-е поле	3,65	– 0,01	3,64
$\Sigma S =$	10,94	– 0,02	10,92

$$f = \Sigma S - S_{\text{чистой пашни}} = 10,94 - 10,92 = 0,02 \text{ га}$$

$$f_{\text{допустимая}} = \pm 1 \% \Sigma S = \pm 0,11 \text{ га}$$

*Таблица 7 – Экспликация угодий*

Угодье	Площадь, га	Угодье	Площадь, га
Пашня	11,74	1-е поле	3,65
Луг	3,96	2-е поле	3,63
Лес	3,25	3-е поле	3,64

## Задание 4

1. На плане участка землепользования определить направление (румбы) и меры линий по окружной границе.

2. Определить графическим способом площадь этого участка.

При определении направлений линий следует пользоваться указаниями, изложенными в учебнике «Геодезия с основами землеустройства» (стр. 72-73).

Площадь отображенного на плане или карте многоугольника (полигона) определяют по частям путем его деления на треугольники, в каждом из которых основание  $a$  и высота  $h$  имеют приблизительно одинаковые размеры (рисунок 20).

Площади треугольников вычисляют по измеренным в масштабе плана основаниям и высотам, а затем суммируют. Измеряемые основания и высоты выбирают с таким расчетом, чтобы в смежных треугольниках они не повторялись.

Для контроля площадь каждого треугольника определяют дважды. Допустимое расхождение между двумя значениями площади, полученной по различным основаниям и высотам, рассчитывают по формуле

$$\Delta P^{\text{доп}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{P},$$

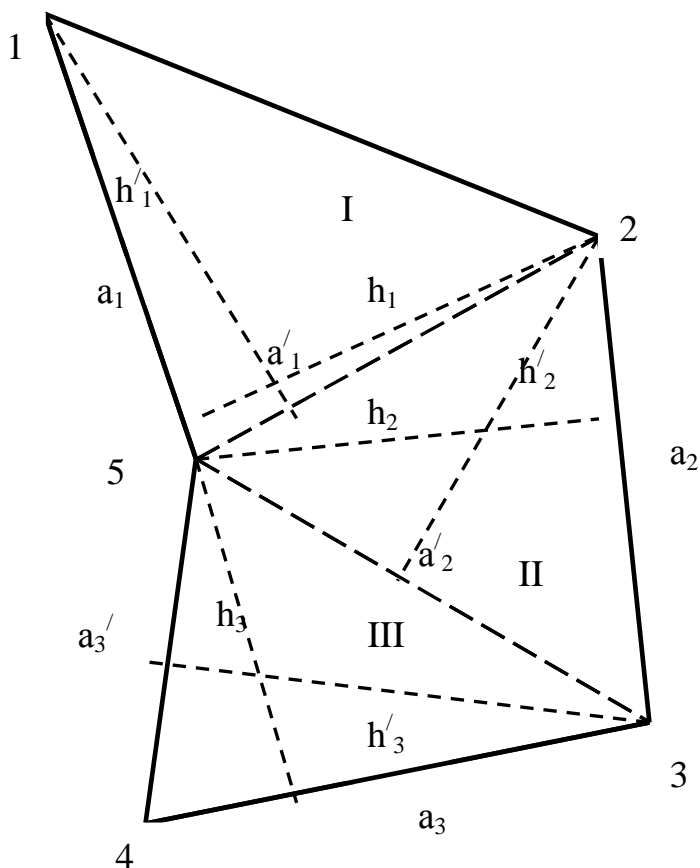


Рисунок 20 – Измерение площади участка делением на треугольники



где  $M$  – знаменатель численного масштаба;  $P$  – приближенное значение средней площади данного треугольника (в гектарах). При допустимом расхождении составляют среднее арифметическое значение из результатов двух измерений.

Пример. Пусть требуется измерить площадь полигона, нанесенного на плане масштаба 1: 10 000 (см. рисунок 20).

Для этого на плане из точки 5 проведены диагонали, разделившие участок на три треугольника. Результаты измерений и вычисления площадей (с контролем) приведены в таблице 8.

*Таблица 8 – Результаты определения площадей графическим способом*

№ треугольника	№ измерений	Результат измерений		Результат вычислений			
		Основания $a$ , м	Высоты $h$ , м	Площади $P$ , га	Расхождения $\Delta P$ , га	Допуска $\Delta P_{\text{доп}}$ , га	Среднее значение $P$ , га
I	1	1073	922	49,46	0,16	0,28	49,54
	2	1037	957	49,62			
II	1	916	831	38,06	0,09	0,24	38,10
	2	865	882	38,15			
III	1	972	744	36,16	0,10	0,24	36,11
	2	913	790	36,06			

$\Sigma P = 123,75$

### Задание 5

*Выполнить камеральную обработку результатов теодолитной съемки части земель СПК «Возрождение»:*

- 1. Выполнить математическую обработку теодолитного хода;*
- 2. Составить план по координатам в масштабе 1:5000;*
- 3. Определить площадь полигона аналитическим методом.*

*Исходные данные.* Координаты точки 1 принять  $x_1 = 100$  м,  $y_1 = 150$  м. Остальные данные взять согласно варианту в таблицах 9-14, рисунках 21-24.

*Порядок выполнения задания*

*Математическая обработка теодолитного хода*

Выписать в ведомость вычисления координат (приложение Б) исходные данные: измеренные углы, длины сторон, дирекционный угол направления 1–2, координаты точки 1 ( $x_1$  и  $y_1$ ).

Порядок работы рассмотрим на примере (приложение Б).

*Вычислить угловую невязку полигона,* для чего подсчитать сумму измеренных углов:

$$\sum \beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n$$

В графе 2 сумма измеренных углов

$$\sum \beta = \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_5 + \beta_1 = 540^\circ 03'$$

Теоретическая сумма  $\sum \beta_m = 180^\circ (n - 2) = 180(5 - 2) = 540^\circ$

Угловая невязка  $f_\beta = \sum \beta - \sum \beta_m = 540^\circ 03' - 540^\circ = 03'$

Вычисляем предельную (допустимую) угловую невязку по формуле.

Пред.  $f_\beta = \pm 1,5' \sqrt{n} = \pm 1,5' \sqrt{5} = \pm 3,4'$ , где  $n$  – число углов полигона.

Если невязка хода оказалась допустимой, т. е. меньше предельной ( $3' < 3,4'$ ), то ее распределяют с обратным знаком по  $1'$  в углы с короткими сторонами и вычисляют увязанные углы (гр. 3).

Контроль правильного вычисления – сумма увязанных углов должна равняться теоретической сумме углов (в гр. 3  $\sum \beta_y = \sum \beta_m = 540^\circ$ ).

*Вычислить дирекционные углы и румбы.*

Дирекционные углы вычисляют последовательно один за другим (гр. 4), взяв за исходный  $\alpha_{1-2}$  по формуле

$$\alpha_{k+1} = \alpha_k + 180 - \beta_{k+1},$$

где  $\alpha_k$  и  $\alpha_{k+1}$  – предыдущий и последующий дирекционные углы;

$\beta_{k+1}$  – последующий увязанный угол.

Пример: (гр. 3, 4). Дирекционные углы и румбы последующих направлений будут:

$$\alpha_{1,2} = 341^\circ 29'$$

$$\begin{array}{r} +180^\circ \\ -521^\circ 29' \\ \beta_2 = 133^\circ 28' \\ -388^\circ 01' * \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 360^\circ \\ \alpha_{2,3} = 28^\circ 01' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +180^\circ \\ -208^\circ 01' \\ \beta_3 = 79^\circ 14' \\ 128^\circ 47' \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \alpha_1 = 246^\circ 44' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +180^\circ \\ -426^\circ 44' \\ \beta_1 = 85^\circ 15' \end{array}$$

$$\alpha_{1,2} = 341^\circ 29' - \text{контроль}$$

\* Поскольку дирекционные углы отсчитываются в пределах от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , то лишний период ( $360^\circ$ ), в случае получения результата больше  $360^\circ$ , вычитается из него.

Таблица 9 – Исходные данные к заданию 5

*Измеренные правые по ходу углы и горизонтальные проложения сторон полигона*

№ вершин измеренных углов ( $\beta$ ) и сторон полигона (d)	Вариант									
	00-09	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99
1										
2	134°40′	111°58′	133°29′	149°50′	143°49′	98°59′	136°08′	80°58′	149°29′	126°29′
3	82°02′	109°44′	79°14′	78°29′	70°32′	90°16′	93°16′	95°15′	94°30′	96°44′
4	129°46′	89°01′	115°03′	105°57′	114°10′	140°12′	94°59′	130°59′	100°31′	126°32′
5	96°29′	148°43′	127°01′	109°16′	118°59′	74°26′	137°25′	85°16′	111°58′	84°14′
1	97°05′	80°32′	185°16′	96°25′	92°27′	136°09′	78°10′	1247°30′	83°31′	105°59′
1 – 2	523,88	535,30	437,17	381,53	453,12	452,36	436,39	458,70	364,54	453,02
2 – 3	400,46	532,76	547,73	521,67	539,93	490,64	474,32	623,08	554,11	293,63
3 – 4	562,66	472,97	509,92	497,82	531,41	397,02	548,78	464,44	394,02	367,48
4 – 5	430,34	469,47	411,53	602,62	544,46	508,93	384,24	440,78	639,28	482,24
5 – 1	523,73	458,64	455,07	374,75	334,14	417,08	533,33	434,82	468,32	417,99

*Таблица 10 – Исходные данные к заданию 5*  
*Дирекционный угол линии 1 – 2 ( $\alpha_{1,2}$ )*

Вариант	Учебный год				
	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
0	169°33′	81°52′	172°01′	306°48′	206°47′
1	124°19′	108°48′	47°34′	257°59′	20°03′
2	348°59′	195°24′	315°11′	129°45′	341°29′
3	155°53′	278°32′	21°21′	74°21′	248°58′
4	26°04′	239°25′	307°27′	30°04′	315°25′
5	201°24′	194°08′	286°48′	12°55′	95°24′
6	349°58′	94°15′	259°39′	63°32′	241°29′
7	67°41′	63°32′	209°58′	138°41′	109°57′
8	64°20′	117°29′	224°17′	165°17′	69°32′
9	59°47′	352°37′	281°36′	263°28′	17°28′

**Примечание.** Шифр студента 1553, учебный год 2012/2013, брать  $\alpha = 155^\circ 53'$ .

Дирекционные углы переводят в румбы по формулам:

$$CB : r_1 = \alpha_1$$

$$ЮВ : r_2 = 180^\circ - \alpha_2$$

$$ЮЗ : r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$$

$$СЗ : r_4 = 360^\circ - \alpha_4$$

При записи перед числом ставят название румба и двоеточие, например: СВ : 28°01′.

*Вычисление приращения координат.*

Вычисление приращения координат точек, когда известны координаты исходной точки, а также направление и расстояние до последующей принято называть прямой геодезической задачей. Вычисление координат точек теодолитного хода представляет ни что иное, как последовательное решение ряда прямых геодезических задач, когда каждая вновь определенная точка берется за исходную при вычислении последующей. Из рисунка 21 видно, что

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{1,2}; \quad y_2 = y_1 + \Delta y_{1,2}$$

Приращения определяются из треугольника 1 2 С

$$\Delta x_{1,2} = d \cos r_{1,2}; \quad \Delta y_{1,2} = d \sin r_{1,2}$$

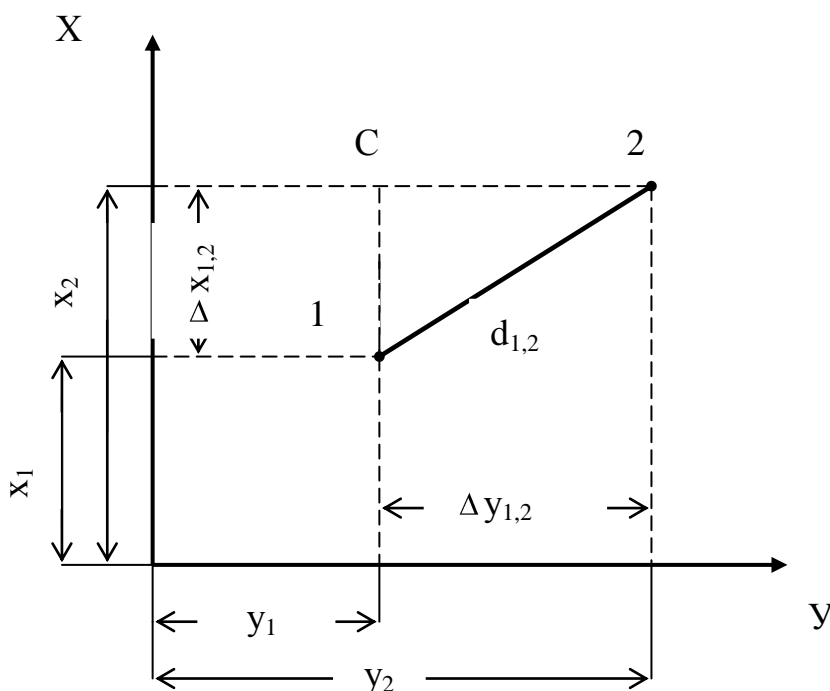


Рисунок 21 – Прямая геодезическая задача

Координаты точки 3 вычисляются по формулам:  $x_3 = x_2 + \Delta x_{2,3}$ ;  $y_3 = y_2 + \Delta y_{2,3}$

То есть координаты любой последующей точки будут

$$x_{k+1} = x_k + \Delta x_{k+1}; \quad y_{k+1} = y_k + \Delta y_{k+1},$$

где  $x_{k+1}$ ,  $y_{k+1}$ ,  $x_k$ ,  $y_k$  – координаты последующей и данной точек.

Таким образом, приращение координат вычисляют по формулам:

$$\Delta x = d \cos r; \quad \Delta y = d \sin r.$$

Предварительно в соответствующих графах (гр. 7, 8) надо проставить знаки приращения согласно румбам (рисунок 22).

Вычисления координат выполняют с точностью до 0,01 м.

Для подсчета невязки по приращениям необходимо просуммировать положительные и отрицательные их значения. Теоретическая сумма приращений в замкнутом полигоне

$$\Delta x = \Delta y = 0$$

Значения, отличные от нуля, будут являться невязками:

$$f_x = \Sigma \Delta x; \quad f_y = \Sigma \Delta y.$$

Абсолютную линейную невязку полигона вычисляют по формуле

$$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

В нашей задаче  $f_p = \sqrt{0,86^2 + 0,22^2} = 0,788$

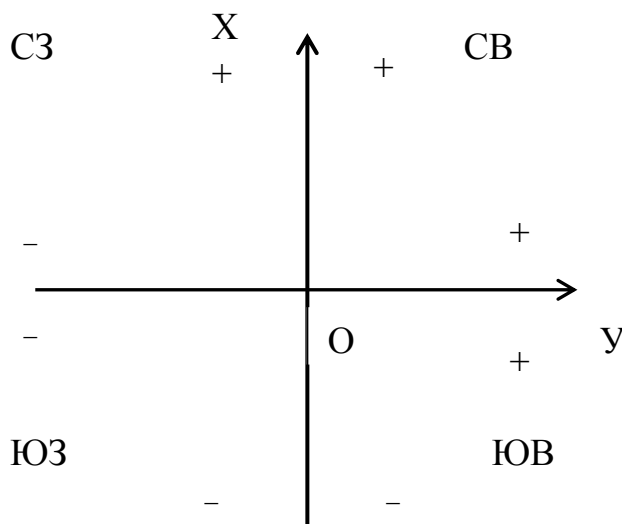


Рисунок 22 – Зависимость знаков приращений от румбов

Затем вычисляется относительная линейная невязка полигона  $\frac{f_p}{p}$ , где  $p$  – периметр полигона. Если  $\frac{f_p}{p} \leq \frac{1}{2000}$ , то невязки распределяют пропорционально длинам сторон и вычисляют исправленные приращения. Поправки вводят со знаком, обратным знаку невязки.

*Контроль* – сумма исправленных (увязанных) приращений равна нулю.

В нашем примере:  $\frac{f_p}{p} = \frac{0,788}{2361,42} = 0,0003 < \frac{1}{2000}$

После вычисления координат всех точек по формулам необходимо произвести контроль вычисления – повторное вычисление координат точки 1:

$$x_1 = x_n + \Delta x_n; \quad y_1 = y_n + \Delta y_n$$

$$\text{Пример (гр. 11, 12): } x_1 = x_5 + \Delta x_5 = 529,57 + (-179,57) = 350,00$$

$$y_1 = y_5 + \Delta y_5 = 818,07 + (-418,07) = 400,00$$

Если же  $\frac{f_p}{p} > \frac{1}{2000}$ , т. е. относительная невязка недопустима, то необходимо проверить все вычисления, начиная с выписки исходных данных и найти ошибку.

#### *Составление плана по координатам.*

План по координатам составляется на листе чертежной бумаги (размером 297×210 мм). Далее необходимо построить координатную сетку со стороной квадрата 5 см (рисунок 23). Для этого сначала через весь формат листа провести две диагонали (АВ и СД), наколоть точку их пересечения (Е) и от нее отложить на диагоналях циркулем-измерителем равные отрезки (АЕ = ВЕ = СЕ = ДЕ) по 14–16 см; последовательно соединить точки А, С, В, Д – в результате получится прямоугольник. Параллельные стороны прямоугольника не должны отличаться друг от друга более чем на 0,2 мм. Прямоугольник АСВД разбить на квадраты со стороной 5 см (250 м в масштабе 1: 5000), для чего на сторонах прямоугольника АС и ВД, а также СВ и АД попарно отложить по 5 см, идентичные точки соединить – получится сетка квадратов. Квадраты проконтролировать – диагонали их должны быть равны, а также отрезки  $a = a'$ ,  $b = b'$ .

Сообразуясь с вычисленными координатами вершин полигона, выбрать начало координат и оцифровать координатную сетку с таким расчетом, чтобы все точки уместились на плане.

Нанести точки полигона по координатам, пользуясь поперечным масштабом. Для этого сначала надо по координатам определить квадрат, на который падает данная точка. Отложить на его соответствующих сторонах попарно координаты  $x$  и  $y$  (учитывая знаки), идентичные точки соединить, в пересечении наколоть и обвести точку кружочком диаметром 2 мм.

Правильность нанесения проверяют откладыванием на соответствующих сторонах квадрата дополнений координат до 250 м, т. е.  $\Delta x = 250 - x$ ;  $\Delta y = 250 - y$  или по расстояниям между соседними точками, взятым из ведомости вычислений. Допустимое расхождение – в пределах графической точности.

После проверки все точки соединить прямыми линиями.  
Пример (рисунок 23):

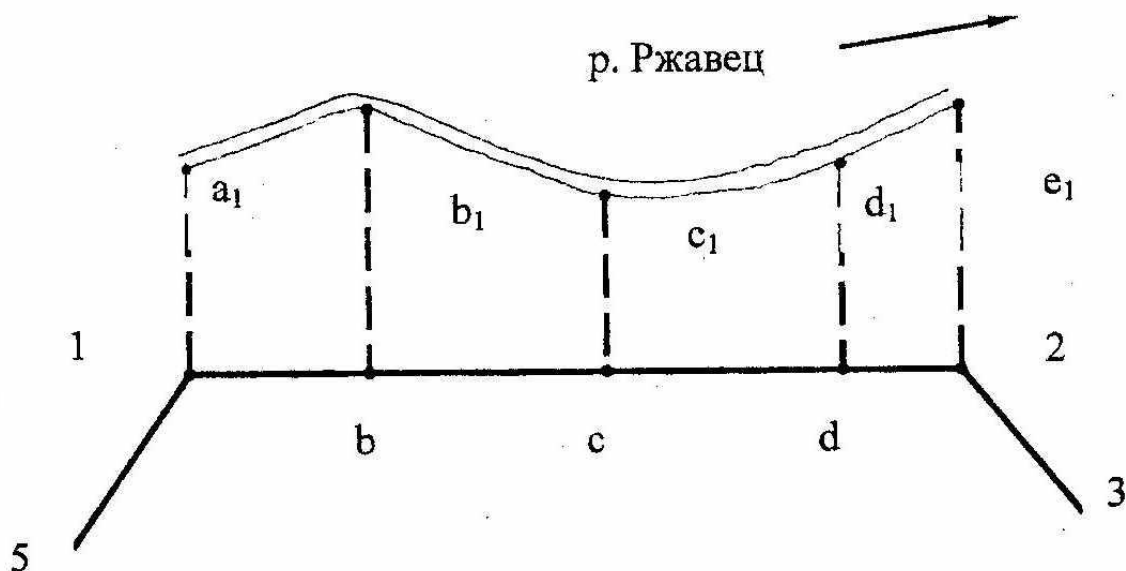




1. Нанести точку 1 по координатам  $x_1=+350, 0$  м и  $y_1=+400,0$  м. Находим квадрат и откладываем на его сторонах попарно  $x_1= 350$  м и  $y_1= 400$  м. Правильность нанесения точки проверяем, взяв дополнения  $\Delta x = 500 - 350 = 150, 0$  м,  $\Delta y = 500 - 400=100, 0$  м и отложив их на соответствующих сторонах квадрата.

### *Нанесение ситуации.*

1. Нанести речку. На линии 1–2 полигона от точки 1 отложить отрезки 1b, 1c, 1d в принятом масштабе. Восстановить перпендикуляры в точках 1, b, c, d и 2, с помощью линейки и треугольника на перпендикулярах (ординатах) отложить в масштабе отрезки  $1a_1, bb_1, cc_1, dd_1, 2e_1$ . Точки  $a_1, b_1, c_1, d_1$  и  $e_1$  соединить плавной кривой линией.



*Рисунок 24 – Абрис съемки р. Ржавец способом перпендикуляров*

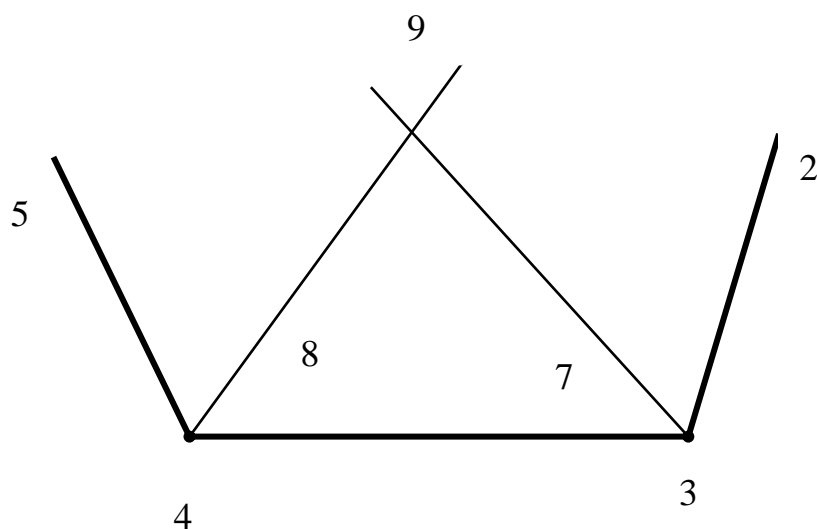
Отложить ширину речки перпендикулярно береговой линии и провести вторую линию параллельно первой (исходные данные принять по абрису: рисунок 24 и таблица 11). Точки 1 и  $a_1$  и 2 и  $e_1$  соединить пунктиром, полученная фигура  $1a_1e_12$  образует контур, который заполнить согласно своему варианту по данным таблицы 14.

*Таблица 11 – Данные для съемки реки способом перпендикуляров (ординат)*

Обозначение абсцисс и ординат	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1–b	128,0	108,0	140,0	105,0	90,5	118,0	103,0	124,5	132,0	109,0
1–c	242,5	201,5	220,5	235,5	220,0	251,5	218,5	209,5	230,5	210,5
1–d	310,0	315,0	314,5	312,5	319,0	305,0	311,0	318,5	319,0	310,5
1–a <sub>1</sub>	40,5	101,0	82,0	33,0	44,5	55,0	66,0	77,0	88,0	99,0
b–b <sub>1</sub>	112,0	54,5	60,5	70,5	102,5	38,5	93,0	52,5	29,5	75,5
c–c <sub>1</sub>	54,0	75,0	131,0	100,5	62,5	107,0	115,5	35,0	73,0	20,8
d–d <sub>1</sub>	62,5	120,5	125,5	82,5	75,0	92,5	81,0	66,5	59,5	44,5
2–e <sub>1</sub>	71,5	102,0	62,0	51,0	121,0	69,0	42,5	108,0	80,0	98,0

**Примечания:** 1. Номер варианта соответствует последней цифре шифра;  
2. Абсциссы и ординаты точек даны в метрах.

2. Нанести артскважину. На линии 3–4 полигона (рисунок 10) построить с помощью транспортира углы 7 и 8. В пересечении направлений получаем точку 9. В этой точке вычертить артскважину. Величины углов 7 и 8 показаны в таблице 12.



*Рисунок 25 – Абрис съемки артскважины способом прямой засечки*

*Таблица 12 – Данные к абрису съемки артскважины способом засечек с линии 3–4 полигона*

Номер угла	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	45°	41°	50°	44°	61°	37°	58°	52°	38°	53°
8	54°	49°	47°	51°	46°	45°	43°	56°	47°	40°

**Примечание.** Номер варианта соответствует последней цифре шифра.

3. Построить контур № 3, снятый полярным способом с вершины 1 полигона. Исходные данные – абрис (рисунок 26) и таблица 13.

Таблица 13 – Данные к абрису съемки контура № 3 полярным способом

Обозначение углов и линий		Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
отсчет по горизонталь- ному кругу	1–2	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′	0°00′
	2–1–11	25°30′	18°30′	12°00′	21°00′	24°30′	33°30′	18°00′	30°00′	24°00′	23°00′
	2–1–12	61°00′	39°00′	48°30′	48°00′	49°30′	51°00′	36°30′	55°30′	42°30′	43°30′
	2–1–13	42°30′	61°30′	72°00′	75°00′	64°00′	79°00′	61°30′	85°00′	70°30′	83°00′
измеренные длины радиусов-векторов, м	1–10	160,0	151,5	180,0	164,0	143,0	176,0	165,4	150,5	140,0	160,0
	1–11	198,0	179,0	143,0	132,0	159,0	138,0	112,5	122,0	155,0	148,0
	1–12	145,0	102,0	116,5	151,0	178,0	185,0	180,5	84,0	178,0	151,0
	1–13	183,0	126,0	171,0	169,0	165,0	123,5	175,0	161,5	151,5	125,0
	1–14	121,0	153,0	132,0	183,0	174,0	164,0	165,0	175,5	121,0	142,5

**Примечание.** Номер варианта соответствует последней цифре шифра.

Приложить транспортир к линии 1–2 полигона, как это показано на рисунок 11, построить при точке 1 углы 2–1–11, 2–1–12 и так далее, по этим направлениям отложить в масштабе длины радиусов-векторов, а по направлениям 1–2 и 1–5 отложить расстояния 1–10 и 1–14. Точки 10, 11, 12, 13, 14 соединить точечным пунктиром, полученная фигура образует контур № 3. Внутри контура показать ситуацию согласно своему варианту, исходные данные взять в таблице 14.

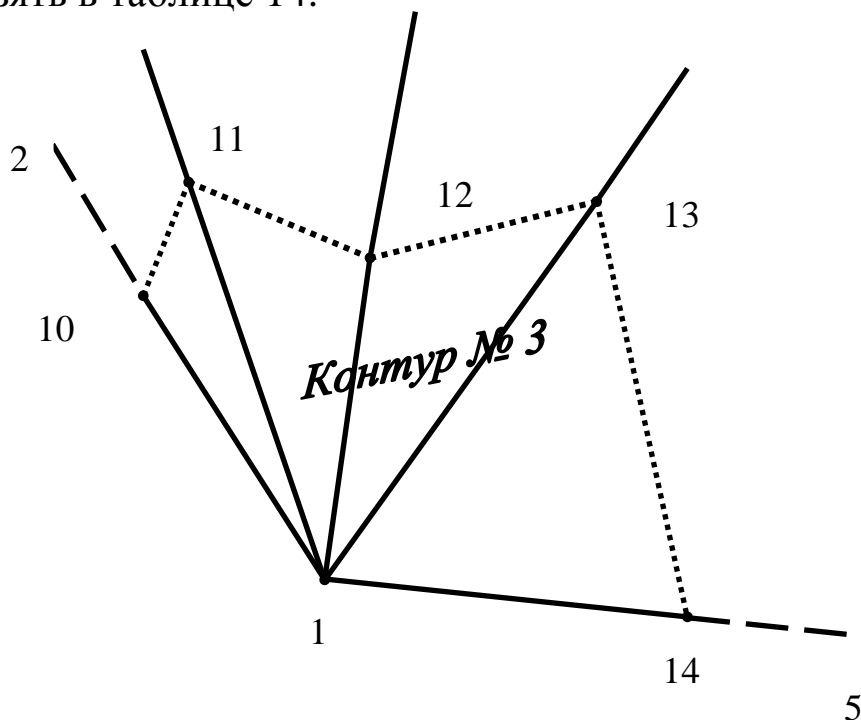


Рисунок 26 – Абрис съемки контура № 3  
полярным способом

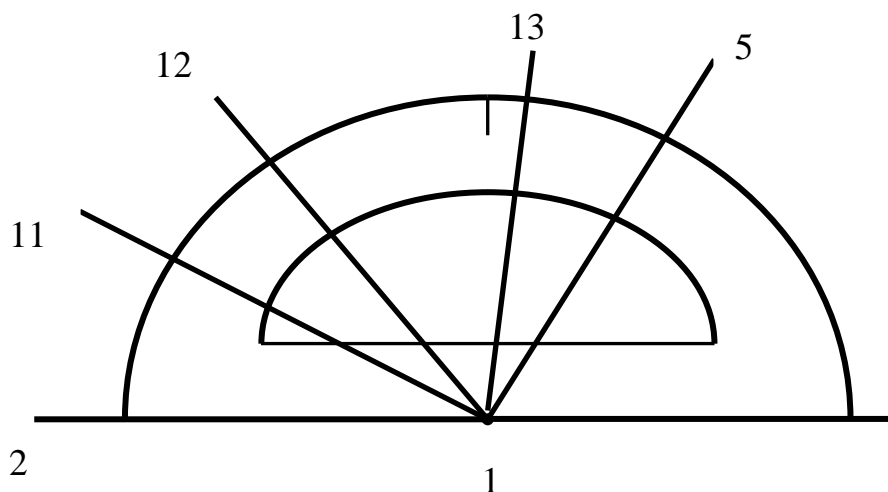


Рисунок 27 – Построение углов с помощью  
транспортира при полярном способе съемки

*Таблица 14 – Исходные данные к заданиям 5 и 6  
(Ситуация для заполнения контуров)*

№ варианта	№ контура			
	1/4	2/3	3/2	4/1
0/9	Пастбище	Сенокос	Лес хвойный (сосна)	Сплошное облесение
1/8	Трансформация пастбища в пашню	Коренное улучшение пастбищ	Поверхностное улучшение сенокосов	Сплошное облесение
2/7	Пашня	Сенокос заболоч. с кустарником	Кустарники	Сенокос с кустарником
3/6	Пашня	Сенокос заболоч. с кустарником	Кустарники	Сенокос с кустарником
4/5	Сенокос	Пастбище	Сенокос	Пастбище с кустарником
5/4	Сенокос	Болото с осокой, глуб. 0,5 м	Сенокос	Пастбище
6/3	Сплошное облесение	Болото с осокой, глуб. 0,5 м	Пашня	Болото с осокой, глуб. 0,5 м
7/2	Сплошное облесение	Пастбище	Пашня	Сенокос с заболоч. кустарником
8/1	Пески	Пастбище	Пашня	Сенокос
9/0	Пески	Пастбище	Болото с осокой, глуб. 0,5 м	Сенокос

Нанести контур № 1, для чего точку 3 соединить пунктиром (точечным) с точкой 11 и в полученном контуре 10–2–3–11 вычертить ситуацию угодья согласно варианту (таблица 14).

*Оформление плана.* Пример оформления плана теодолитной съемки дан на рисунке 28. Пересечение линий координатной сетки (кресты 6 мм) и элементы гидрографии вычертить зеленой тушью, грунты – коричневой, все остальное – черной. Диагонали и другие вспомогательные линии, связанные с построениями, не

вычерчивать. Ситуацию вычертить согласно условным знакам («Практикум по геодезии с основами землеустройства»).

**Номера контуров на плане не подписывать !!!**

*Определение площадей аналитическим способом.*

Площади участков, ограниченных теодолитными ходами, можно вычислить наиболее точно по координатам их точек.

Вычисления производят по формулам:

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}); \quad y_0 \equiv y_n, \quad y_{n+1} \equiv y_1$$

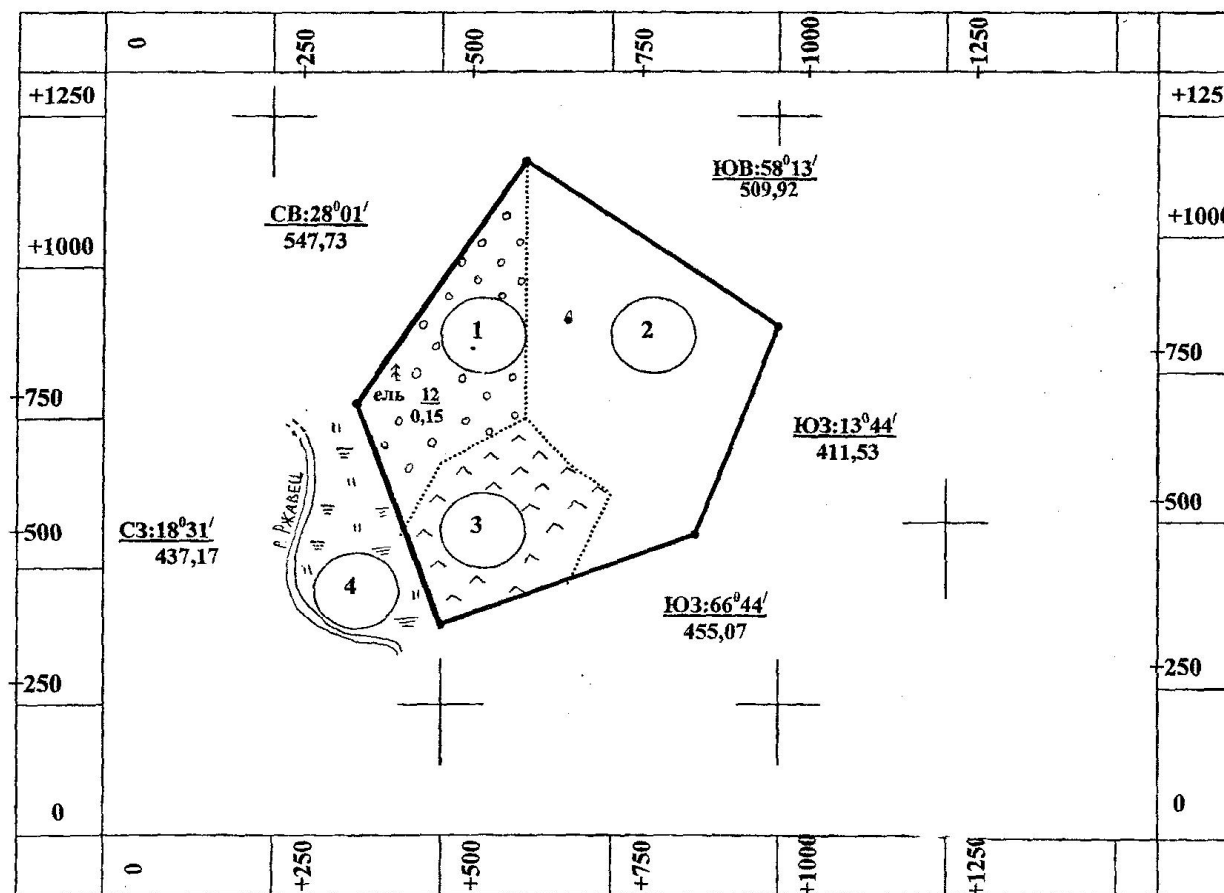
$$2P = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$$

Согласно этим формулам, удвоенная площадь участка равна сумме произведений абсциссы каждой точки на разность ординат последующей и предыдущей точек или ординаты каждой точки на разность абсцисс предыдущей и последующей точек.

Подставляя в формулы координаты точек (приложение Б), рассчитываем площадь полигона с точностью до 0,01 га, окончательный результат (после деления  $2S : 2 = S$ ) округлить до 0,1 га.



# План части землепользования СПК «Возрождение»



Теодолитная съемка

М 1:5000

студент Мысин А.Г.  
факультет, группа

Рисунок 28 – Пример оформления плана теодолитной съемки

## Задание 6

*Выполнить камеральную обработку материалов нивелирования и построить профиль трассы:*

- 1. Выполнить математическую обработку нивелирного хода;*
- 2. Построить линию продольного профиля;*
- 3. Вычислить проектные отметки и нанести проектную линию на профиль.*

### *Порядок выполнения задания*

1. Разграфить журнал нивелирования (таблица 15), в него вписать исходные данные, согласно своему варианту (приложение В), и произвести их считку с заданием.

2. Вычислить пяточные разности – разности высот нулей красной и черной сторон рейки для задней и передней реек по всему ходу:

$$\Delta_3 = a_k - a_q; \quad \Delta_n = b_k - b_q$$

Это является контролем полевых наблюдений. На станции пяточные разности не должны отличаться более чем на 5 мм.

3. Вычислить превышения по черным сторонам ( $h_q$ ) и отдельно по красным ( $h_k$ ), из них взять среднее ( $h_{cp}$ ).

*Пример.* Отсчеты по черным сторонам равны: задний  $a = 538$  мм, передний  $b = 2527$  мм; по красным  $a = 5218$  мм,  $b = 7211$  мм.

Превышения будут равны:

$$h = a - b; \quad h_q = 538 - 2527 = -1989 \text{ мм}$$

$$h_k = 5218 - 7211 = -1993 \text{ мм}$$

$$h_{cp} = \frac{h_q + h_k}{2} = \frac{-1989 + (-1993)}{2} = -1991 \text{ мм}$$

4. Выполнить постраничный контроль, для этого необходимо на каждой странице просуммировать отсчеты по рейкам (пяточные разности не суммировать) и превышения отдельно по каждой графе – в графах 3, 4, 6, 7. Суммы ( $\Sigma$ ) записать как итог каждой графы. Результаты должны удовлетворять следующим условиям:

$$\Sigma_3 - \Sigma_4 = \Sigma_6; \quad \frac{1}{2} \Sigma_6 = \Sigma_7.$$

Здесь расхождения возможны не более 1 мм за счет округления при выводе средних значений.

5. Подсчитать невязку хода по формуле

$$f_h = \Sigma h - (H_n - H_o),$$

где  $\Sigma h$  – алгебраическая сумма превышений (гр. 7);

$H_n$  и  $H_o$  – исходные отметки конечного и начального реперов.

Определить предельную (допустимую) невязку хода по формуле

$$f_{h \text{ пред.}} = \pm 50 \text{ мм } \sqrt{L},$$

где  $L$  – длина хода в километрах (расстояния между Рп. 1 и ПК 0 и Рп. 2 и ПК 5 брать 200 м, между пикетами – 100 м).

Контроль –  $f_h \leq f_{h \text{ пред.}}$ , в противном случае надо искать ошибку в вычислениях и исправлять.

Если  $f_h$  в пределах допуска, то ее распределяют на все превышения поровну (гр. 7) с обратным знаком, т. е. в каждое превышение вводят поправки (с точностью до 1 мм) –  $\delta h = \frac{f_h}{n}$ , где  $n$  – число превышений, и получают увязанные превышения:

$$h_y = h_{cp.} - \delta h$$

Контроль при этом

$$\Sigma h_y = H_n - H_o.$$

*Пример.*  $f_n = +27$  мм,  $n = 8$ ; получаем  $\delta h = -\frac{27}{8} = -3,4 \approx -3$  мм

В большую часть превышений вводим поправки по  $-3$  мм, в остальные по  $-4$  мм, с тем чтобы  $f_n = \Sigma \delta h$ , т. е.  $\Sigma \delta h = -27$  мм

Для  $h_{cp.} = -1991$  (гр. 7) будет  $h_7 = -1991 - 3 = -1994$  мм

6. Вычислить отметки связующих точек хода по формуле:

$$H_{k+1} = H_k + h_y,$$

где  $H_{k+1}$ ,  $H_k$  – отметки последующей и данной точек (исходные значения реперов № 1 и № 2 взять из табл. 16).

*Пример* (гр. 7,9):

$$H_{ПК 0} = H_{Рп 1} + h_y = 58,249 - 1,994 = 56,255 \text{ м}$$

$$H_{ПК 1} = H_{ПК 0} + h_y = 56,255 - 0,573 = 55,682 \text{ м и т. д.}$$

Контроль – сходимость исходной отметки Рп 2 с вычисленной по ходу

$$H_n = H_{n-1} + h_y,$$

где  $H_n$  и  $H_{n-1}$  – отметки конечной (репера) и предпоследней точек хода.

*Пример* (гр. 7,9).  $H_{Рп 2} = H_{ПК 5} + h_y = 54,150 + 0,398 = 54,548 \text{ м}$

7. Вычислить отметки промежуточных (плюсовых) точек через горизонт инструмента (гр. 8,9) по формулам:

$$H_c = ГИ - c; \quad ГИ = H + a,$$

где  $c$  – отсчет по рейке на промежуточной точке.

*Пример* (гр. 2–9): на ст. 3 для определения отметки ПК 1+30 имеем  $H_{ПК\ 1} = 55,682$  м (гр. 9),  $a = 0,875$  м (гр. 3),  $c = 0,324$  м (гр. 5)

Получим  $ГИ = 55,682 + 0,875 = 56,557$  м (гр. 8)

$$H_{ПК\ 1+30} = 56,557 - 0,324 = 56,233 \text{ м (гр. 9)}$$

*Таблица 15 – Журнал нивелирования*

№ станции	№ пикетов	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки точек, м
		задние	передние	промежуточные	по черной и красной сторонам	средние		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Рп 1	0538 <u>5218</u> 4680			–1989 –1993	<u>–1994</u> –3 –1991		58,249
	ПК 0		2527 <u>7211</u> 4684					
2	ПК 0	1275 <u>5957</u> 4682			–569 –570	<u>–573</u> –3 –570		56,255
	ПК 1		1844 <u>6527</u> 4683					
3	ПК 1	0875 <u>5558</u> 4683			–577 –575	<u>–579</u> –3 –576		55,682
	ПК 1+30 ПК 2		1452 <u>6133</u> 4681	0324			56,557	56,233
4	ПК 2	2571 <u>7255</u> 4684			+1446 +1450	<u>+1445</u> –3 +1448		55,103
	ПК 3		1125 <u>5805</u> 4680					

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	ПК 3  ПК 4	2748 <u>7428</u> 4680	0574 <u>5256</u> 4682		+2174 +2172	<u>+2170</u> -3 +2173		56,548
6	ПК 4  ПК 4+ +25 х	0388 <u>5068</u> 4680	2803 <u>7485</u> 4682	2399	-2415 -2417	<u>-2420</u> -4 -2416	59,106	58,718  56,707
7	х  ПК 5	0372 <u>5053</u> 4681	2516 <u>7198</u> 4682		-2144 -2145	<u>-2148</u> -4 -2144		56,298
8	ПК 5  Рп 2	1506 <u>6187</u> 4681	1104 <u>5784</u> 4680		+402 +403	<u>+398</u> -4 +402		54,150  54,548
Постранич- ный контроль		$\Sigma_3$ 57997 $\Sigma_3 - \Sigma_4 = -7347$	$\Sigma_4$ 65344		$\Sigma_6$ -7347	$\Sigma_7$ -3674		

По ходу Рп 1 – Рп 2,  $L = 0,8$  км

$$\Sigma h = -3674$$

$$H_n - H_o = -3701$$

$$f_h = +27 \text{ мм}$$

$$f_{h \text{ пред.}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{0,8} = \pm 45 \text{ мм}$$

*Таблица 16 – Исходные данные к заданию 6  
Отметки реперов № 1 и № 2 (в метрах)*

Вариант	Учебный год									
	2012/2013		2013/2014		2014/2015		2015/2016		2016/2017	
	Рп. 1	Рп. 2	Рп. 1	Рп. 2	Рп. 1	Рп. 2	Рп. 1	Рп. 2	Рп. 1	Рп. 2
0	50,530	52,090	75,460	77,010	85,630	87,190	60,410	61,960	95,240	96,800
1	51,510	53,060	76,310	77,860	86,140	87,700	61,320	62,880	96,510	98,070
2	52,330	53,880	77,540	79,090	87,320	88,880	62,450	64,010	97,190	98,750
3	53,440	54,990	78,380	79,930	88,410	89,970	63,560	65,120	98,610	100,170
4	54,220	55,770	79,190	80,740	89,230	90,790	64,370	65,930	99,360	100,920
5	55,460	57,010	80,410	81,960	90,110	91,760	65,240	66,800	70,530	72,090
6	56,310	57,860	81,660	83,220	91,320	92,880	66,510	68,070	71,510	73,060
7	57,540	59,090	82,390	83,950	92,450	94,010	67,190	68,750	72,330	73,880
8	58,380	59,930	83,480	85,040	93,560	95,120	68,610	70,170	73,440	74,990
9	59,190	60,740	84,360	85,920	94,370	95,530	69,360	70,920	74,220	75,770

#### 8. Построение продольного профиля.

Отступив от нижнего края листа миллиметровки на 2–3 см, разграфить профильную сетку по размерам (в мм), указанным на рисунке 29. На линии условного горизонта по заданным расстояниям в горизонтальном масштабе 1:2000 отложить все пикетные (через 100 м) и плюсовые точки от ПК 0 до ПК 5, пронумеровать пикеты в своей графе. В графе «Расстояния» провести ординаты всех точек и подписать расстояния между плюсовыми точками и ближайшими пикетами, причем, сумма расстояний должна быть равна 100 м, иксовые точки не наносить. В графу «Отметки поверхности земли» выписать из журнала нивелирования отметки всех пикетов и плюсовых точек, округляя их значения до 0,01 м, подписи отметок ориентировать вертикально против соответствующих ординат.

В графе «План» нанести среднюю линию – ось дороги. Условными знаками изобразить ситуацию согласно данным таблицы 14.

#### 9. Построить линию продольного профиля.

Для этого от линии условного горизонта отложить по ординатам отметки пикетов и плюсовых точек в масштабе 1:200. Чтобы профиль уместился на листе, линию условного горизонта (верхнюю линию сетки) принять не за 0, а с таким расчетом, чтобы его отметка на 4–5 см была ниже наименьшей отметки профиля, причем, отметка эта должна соответствовать целому (лучше четному) числу метров.

*Пример.* При низшей отметке профиля 54,15 м условный горизонт удобно принять за 46 м, тогда последующие отметки через 1 см будут 48, 50, 52 м и т. д. От линии условного горизонта вверх по ординатам отложить отметки соответствующих точек и аккуратно наколоть или наметить карандашом.

*Пример.* Для нанесения отметки 54,15 м надо от линии с оцифровкой 54 м отложить вверх 0,15 м, что в масштабе 1:200 (1 см – 2 м, 1,0 мм – 0,2 м, 0,10 мм – 0,02 м) составит 0,7 мм. Намеченные точки соединить по линейке прямыми линиями. От точек до линии условного горизонта провести ординаты.

10. Вычислить проектные отметки и нанести проектную линию на профиль. Исходными данными является проектная отметка ПК 0 и уклоны (таблица 17).

В графу «Проектные отметки» выписать заданную отметку ПК 0, в графе «Уклоны» показать направления уклона в виде диагонали прямоугольника, направленной снизу вверх при положительном уклоне и сверху вниз – при отрицательном.

Над диагональю подписать величину уклона в тысячных без дробей и знаков  $\pm$ , например, уклон – 0,022 записывают «22». Под диагональю записывается длина участка в метрах.

*Таблица 17 – Исходные данные к заданию 6.  
Проектные отметки и уклоны для нанесения  
на профиль проектной линии  
на участке ПК 0-ПК 5*

№ вариантов	Проектная отметка ПК 0, м	Проектный уклон
00 – 09	$H_0+0,30$	+0,004
10 – 19	$H_0+0,10$	+0,002
20 – 29	$H_0-0,20$	-0,006
30 – 39	$H_0+0,40$	+0,008
40 – 49	$H_0+0,50$	+0,004
50 – 59	$H_0+0,20$	+0,005
60 – 69	$H_0-0,60$	+0,004
70 – 79	$H_0+0,40$	+0,003
80 – 89	$H_0+1,10$	-0,003
90 – 99	$H_0+0,30$	+0,005

11. Вычислить проектные отметки всех последующих пикетов и плюсовых точек по формуле

$$H_{k+1} = H_k + i d,$$

где  $H_{k+1}$  и  $H_k$  – отметки последующей и данной точек;

$i$  – уклон в тысячных;

$d$  – расстояния между этими точками.

Нанести проектную линию на профиль по начальной и конечной проектным отметкам.

12. Вычислить рабочие отметки как разность красных и черных отметок (проектных и отметок земли); положительные отметки (проектная линия идет по насыпи) подписать над проектной линией, отрицательные (выемки) – под проектной линией.

13. Вычислить расстояния до точек нулевых работ – точек пересечения проектной линии с линией профиля (точка 0 на рисунке 29) от ближайших пикетных или плюсовых точек по формуле

$$x = \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|} d,$$



где  $|h_1| \cdot i \cdot |h_2|$  – абсолютные значения рабочих отметок;

$d$  – расстояния между ними ( $x$  и  $d-x$  вычисляют до 0,1 м), подписывают над линией условного горизонта.

14. Вычислить отметки точек нулевых работ (синих –  $H_c$ ) от ближайших проектных (красных –  $H_k$ ) по формуле

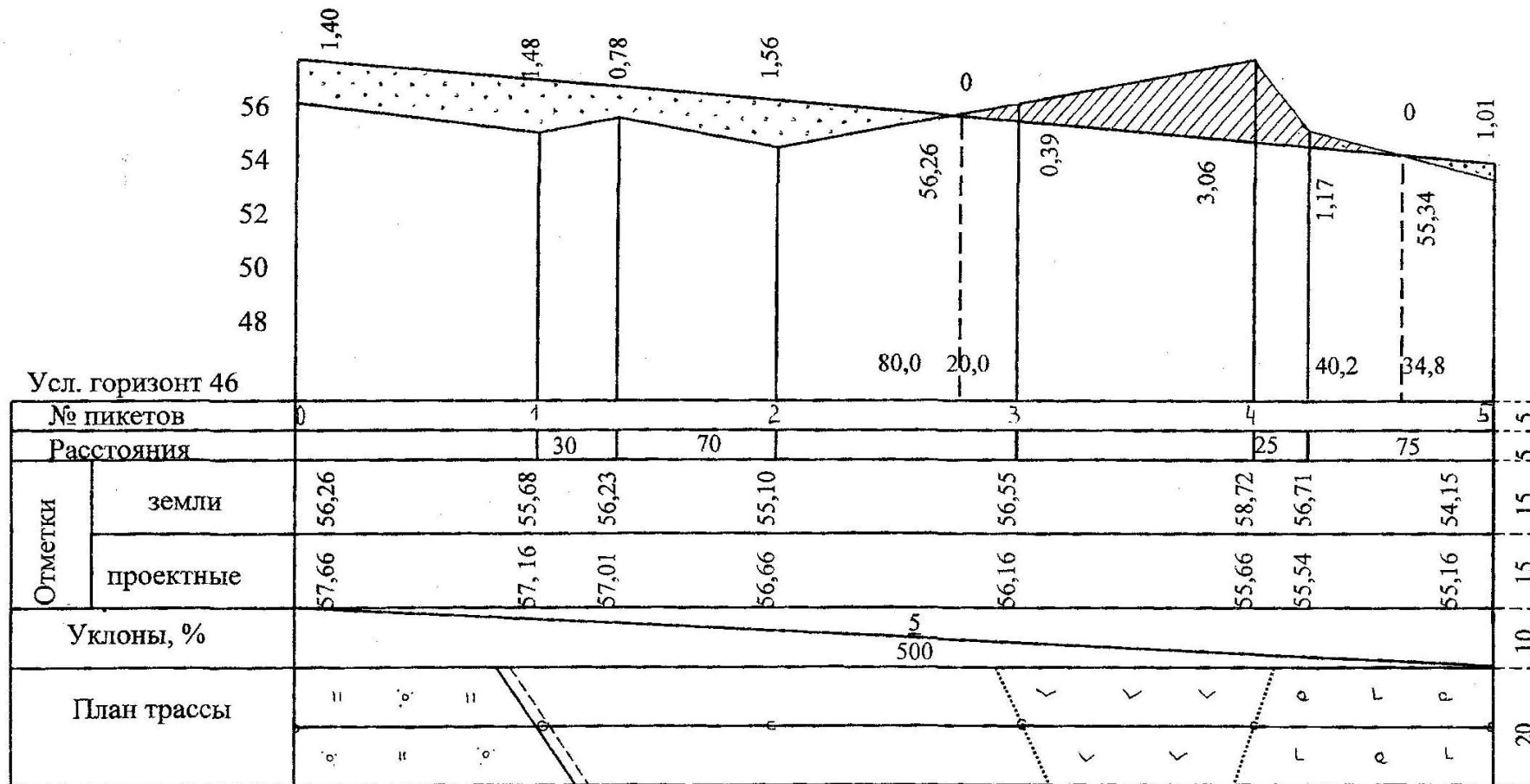
$$H_c = H_k + i x$$

и подписать их около ординаты точки ниже красной линии.

15. Оформление профиля (рисунок 29). Красной тушью показать проектную часть профиля: проектную линию, проектные и рабочие отметки, линии и подписи уклонов; зеленой – подписи «0» точек нулевых работ (синих), их отметки, ординаты и расстояния  $x$  и  $d - x$ . Все остальное – черным.

Продольное сечение насыпи показать красным, выемки – желтым цветом (карандашной оттушевкой слабого тона). Штамп с фамилией, шифром и т. д. помещается в правом нижнем углу чертежа.

# Профиль трассы от ПК 0 до ПК 5



Масштабы: горизонтальный 1:2000  
вертикальный 1:200

студ. Чижигов А.А.  
А. ф. – 2 группа Шифр 1256

Рисунок 29 – Пример оформления продольного профиля

## Задание 7

*Решить ряд задач на плане с горизонталями и составить карту крутизны склонов:*

- 1. Определить на плане высоты 10 контрольных точек;*
- 2. Определить уклоны и углы наклона указанных на плане линий;*
- 3. Построить профиль местности по заданному направлению;*
- 4. Составить карту крутизны склонов.*

### *Изображение и чтение рельефа на картах и планах*

Определение основных характеристик рельефа (отметок точек, превышений, уклонов линий, экспозиции склона и т. д.) дает возможность установить взаимосвязь между отдельными элементами ландшафта и, следовательно, рационально использовать природные ресурсы.

Рельеф – основной фактор, влияющий на развитие эрозии. По мере увеличения степени выраженности рельефа увеличивается и развитие процессов эрозии. Правильный учет его имеет исключительно важное значение.

На сельскохозяйственных картах для изображения рельефа применяется способ горизонталей.

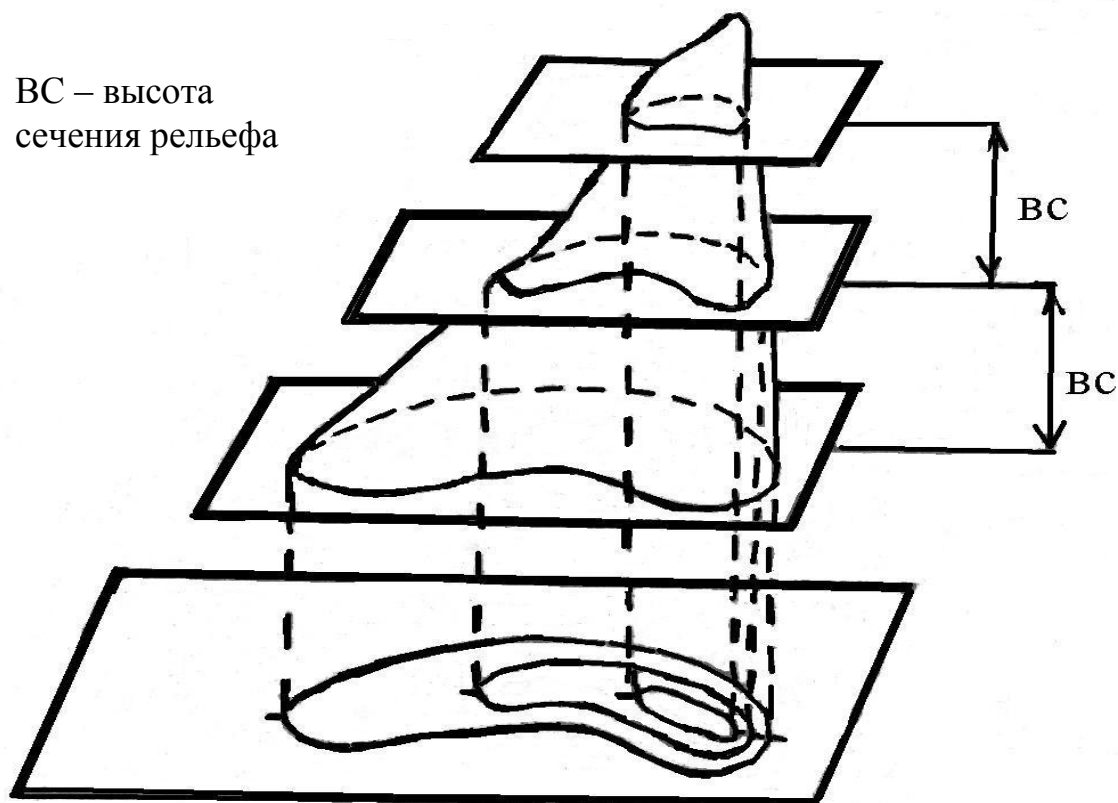
### *Сущность изображения рельефа горизонталями*

Горизонталями называются кривые замкнутые линии, соединяющие точки с одинаковыми высотами на земной поверхности. Горизонтالي можно рассматривать как след сечения рельефа местности воображаемыми параллельными плоскостями (рисунок 30).

Направление склона показывается короткими черточками, перпендикулярными к горизонталям, которые называются бергштрихами или скатштрихами.

Расстояние по высоте между двумя секущими поверхностями (горизонталями на карте) называется высотой сечения рельефа. Высота сечения рельефа на картах может быть 0,5 м; 1,0 м; 2,5 м; 5,0 м; 10,0 м; 25,0 м; 50,0 м и 100,0 м, в зависимости от масштаба карты.

BC – высота  
сечения рельефа



*Рисунок 30 – Сущность изображения рельефа  
горизонталями*

Расстояние в метрах между соседними горизонталями, измеренное на карте или плане, называется заложением ската (рисунок 31).

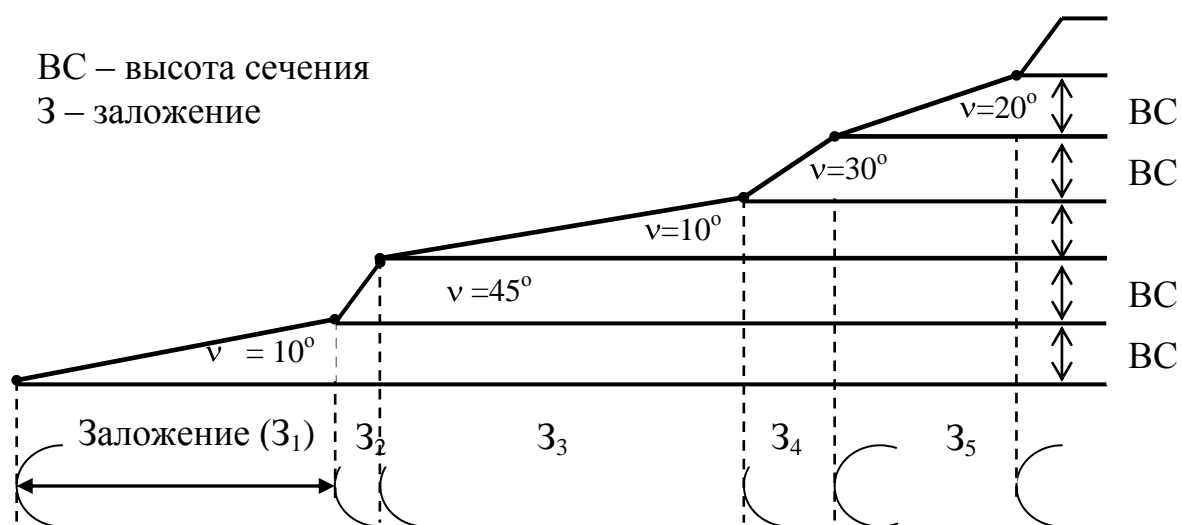
При постоянной высоте сечения рельефа (BC) чем круче скат, тем меньше заложение.

Отметки горизонталей подписываются в их разрывах так, чтобы низ цифр был направлен к подошве ската.

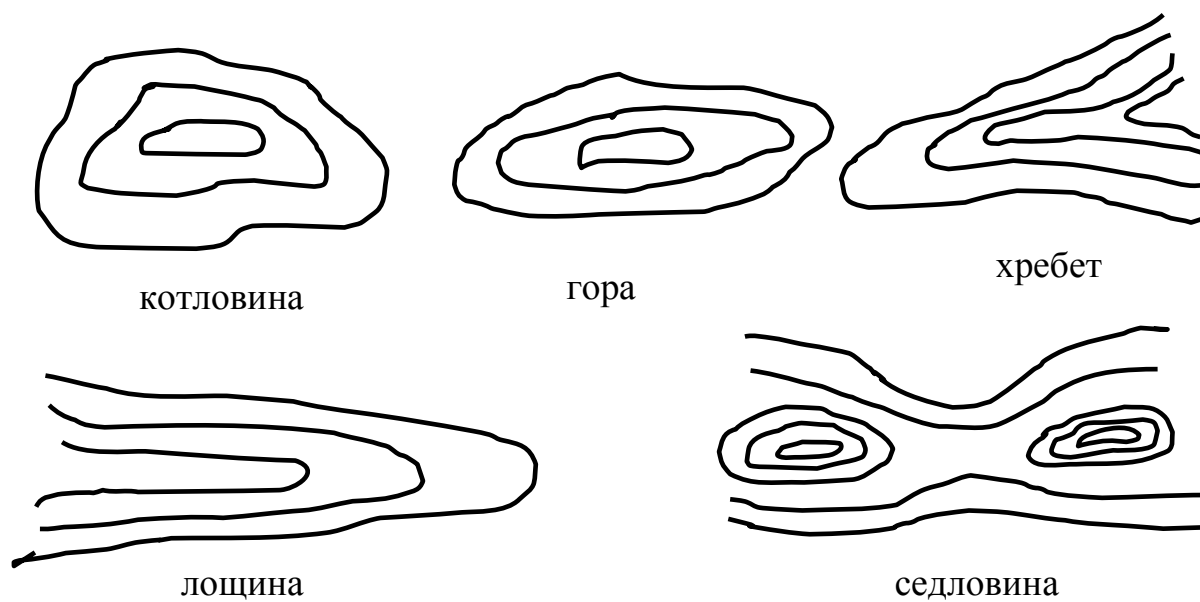
Для изображения характерных форм и деталей рельефа, не выражающихся основными горизонталями, применяются полугоризонтали (проводятся через  $\frac{1}{2}$  высоты сечения) и вспомогательные горизонтали (проводятся примерно через  $\frac{1}{4}$  высоты сечения).

На карте с горизонталями можно решить ряд задач: 1) чтение рельефа; 2) определение высоты сечения рельефа; 3) определение высоты точки по горизонтали; 4) определение уклонов и углов наклона; 5) построение профиля местности по заданному направлению;

6) проведение линии заданного уклона.

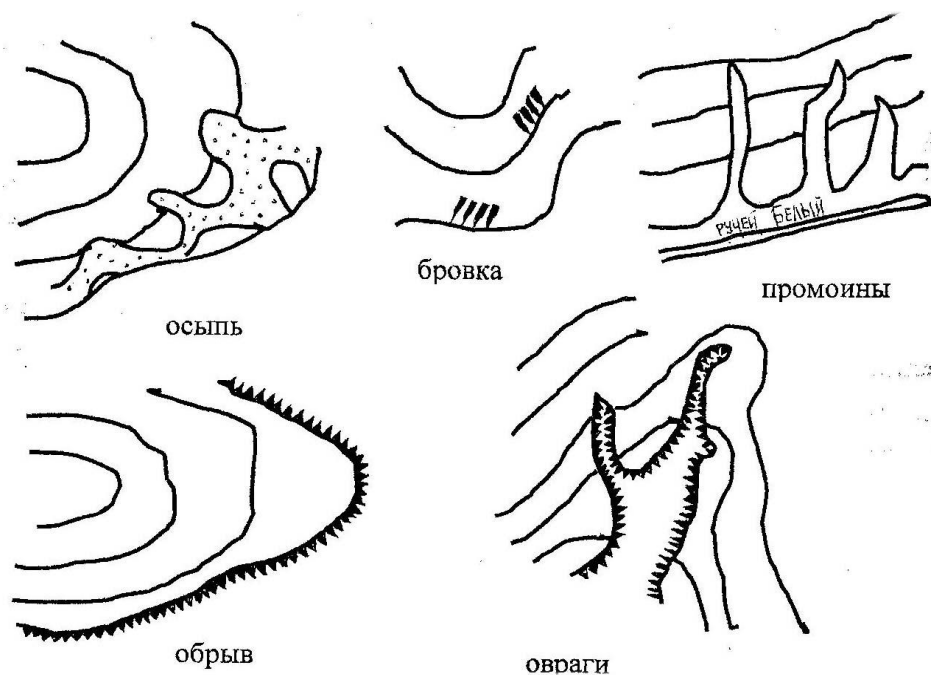


*Рисунок 31 – Сущность понятия высоты сечения  
и заложения рельефа*



*Рисунок 32 – Изображение основных форм рельефа  
горизонталями*

Резкие перепады, которые нельзя воспроизвести горизонталями (с крутизной более  $45^\circ$ ), показывают специальными условными знаками (гребни, скалистые обрывы, промоины и т. п.), отображающими основные структурные линии и позволяющими в сочетании с горизонталями судить об изменениях в этих местах (рисунок 33).



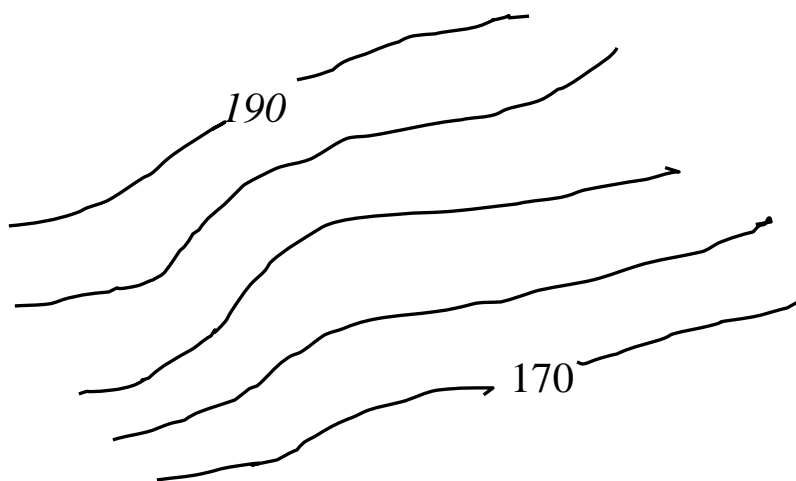
*Рисунок 33 – Распределение деталей рельефа, не выражающихся горизонталями*

#### *Определение высоты сечения рельефа*

Высоту сечения рельефа определяют по надписям на горизонталях или по двум точкам с известными высотами.

В первом случае определяют разность между высотами двух горизонталей, находящихся на одном склоне, а затем делят ее на число промежутков между горизонталями. Например, подписаны две горизонтали: 170 и 190 м (рисунок 34). Разность между ними 20 м, число промежутков равно 4. Следовательно, высота сечения рельефа равна:

$$h = 20 : 4 = 5 \text{ м}$$



*Рисунок 34 – Участок карты с горизонталями*

Во втором случае находят две точки с подписанными высотами, разность между отметками делят на число горизонталей, расположенных между ними. Затем полученное число округляют до ближайшего значения применяемых на картах высот сечения рельефа: 0,5 м; 1,0 м; 2,5 м; 5,0 м; 10,0 м; 25,0 м; 50,0 или 100,0 м.

#### *Определение высоты точки по горизонтали*

Точка, высоту которой необходимо определить, может быть расположена или на горизонтали или между горизонталями ( $C_1$ ).

В первом случае высота точки будет равна высоте горизонтали.

Во втором случае задачу решают методом интерполирования – отыскивания внутреннего значения функции по двум известным внешним значениям.

Для этого на плане через точку  $C_1$  по направлению заложения ската проводят прямую, пересекающую смежные горизонтали в точках  $A_1$  и  $B_1$  (рисунок 35).

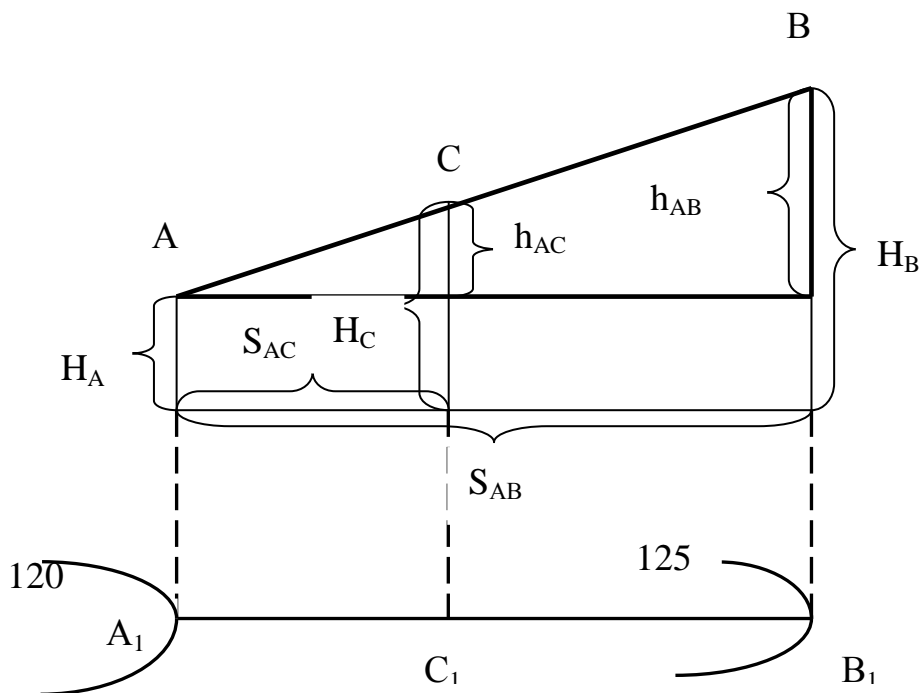


Рисунок 35 – Определение высоты точки, расположенной между горизонталями

Из рисунка видно, что  $H_C = H_A + h_{AC}$ ,

где  $h_{AC} = \frac{h_{AB}}{S_{AB}} \cdot S_{AC} = j_{AB} \cdot S_{AC}$

Горизонтальные проложения  $S_{AB}$  и  $S_{AC}$  измеряют на плане, а превышение с точки А на точку В вычисляют по формуле:

$$h_{AB} = H_B - H_A$$

#### Определение уклонов и углов наклона

Углом наклона называют вертикальный угол  $\gamma$ , образованный линией местности и горизонтальной плоскостью.

Уклоном называют тангенс угла наклона линии местности в данной точке.

Углы наклона измеряют в градусах, а уклоны выражают в тысячных долях единицы или в процентах. Из рисунка 36 видно, что

$$i_{AB} = \operatorname{tg} \gamma_{AB} = \frac{h_{AB}}{S_{AB}}$$

Таким образом, уклон линии АВ есть отношение превышения с точки А на точку В к горизонтальному проложению между этими точками.



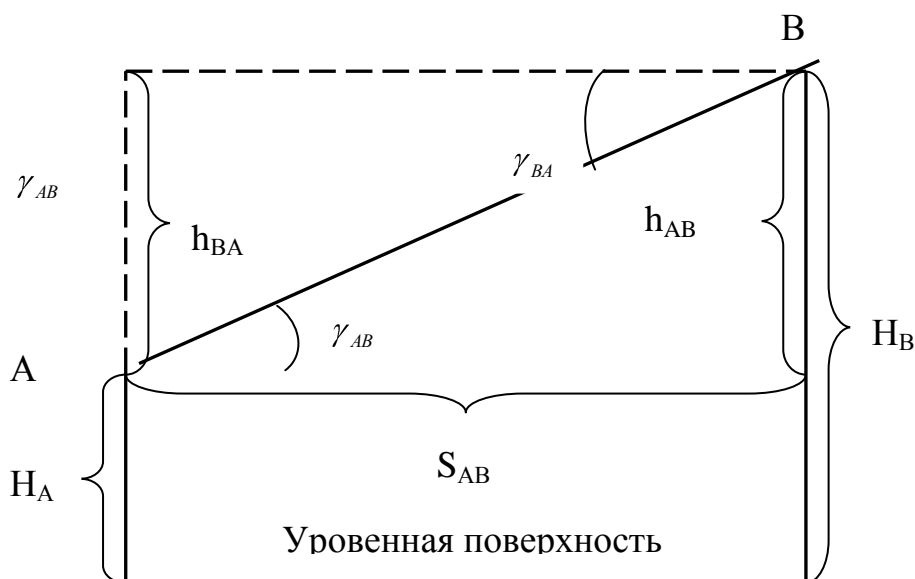


Рисунок 36 – Определение уклонов и углов наклона

Для определения уклона горизонтальное проложение линии измеряют на карте или плане, выражая его в метрах местности, а превышение между точками вычисляют по отметкам их высот.

Например,  $H_A = 100$  м,  $H_B = 105$  м, а  $S_{AB} = 90$  м. Тогда

$$i_{AB} = (105 - 100) : 90 \approx +0,055, \text{ или } i_{AB} = +5,5 \%$$

Угол наклона можно вычислить по формулам:

$$\gamma_{AB} = \arctg i_{AB} \text{ или } \gamma_{AB} \approx 57,3^\circ \frac{h_{AB}}{S_{AB}}$$

В данном примере  $\gamma_{AB} \approx 57,3^\circ \times 0,055 \approx +3,2^\circ$

Градусная мера угла наклона характеризует крутизну ската данной линии местности. На рисунке 36 пунктиром показано превышение  $h_{BA}$  с точки  $B$  на точку  $A$ . Так как  $h_{BA} = H_A - H_B$ , то

$$i_{BA} = (100 - 105) : 90 \approx -0,055, \text{ а } \gamma_{BA} = -3,2^\circ$$

Этот угол наклона характеризует крутизну ската по направлению  $BA$ .

*Построение профиля местности по заданному направлению*

Профилем называется уменьшенное изображение вертикального разреза земной поверхности по заданному направлению.

Так, требуется построить профиль местности по направлению линии *ав* (рисунок 37).

Для этого проводим прямую *AB* и на нее переносим с плана линию *ав* с указанием всех точек (*c*, *d*, *e*, *f* и т. д.) пересечения этой линии с горизонталями и характерных точек.

В этих точках восстанавливаем перпендикуляры и на них в выбранном масштабе откладываем отметки соответствующих точек, определенных по плану. Соединив найденные точки прямыми линиями, получим профиль местности в заданном направлении *ав*.

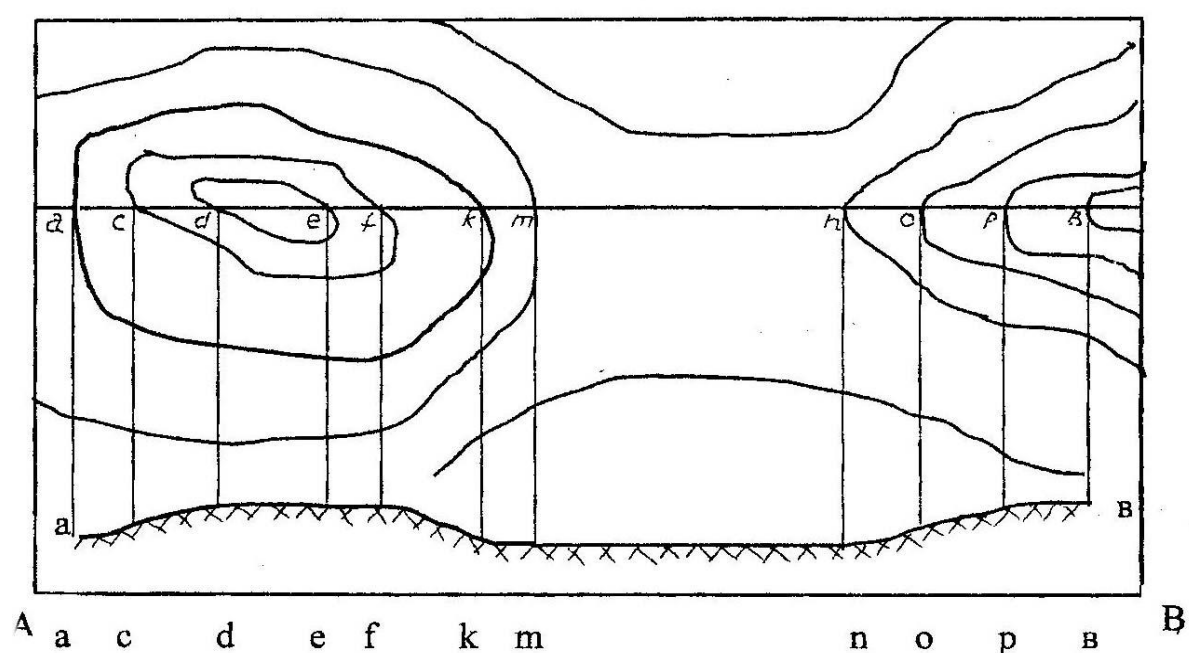


Рисунок. 37 – Построение профиля по заданному направлению

Предположим, что на плане с горизонталями масштаба 1:10000 с высотой сечения рельефа  $h_o = 5$  м необходимо провести линию от точки *M* до точки *K* с уклоном 0,040. Для этого вначале вычисляем заложение:  $S_o = \frac{h_o}{i} = \frac{5}{0,040} = 125 \text{ м}$ . В масштабе плана это будет 1,25 см.

Это расстояние берут раствором измерителя и от исходной точки укладывают так, чтобы оно везде умещалось между соседними горизонталями. По направлению укладываемых заложений проводят линию, соединяющую точки *M* и *K*. В результате построения образуется ломаная линия с заданным уклоном.

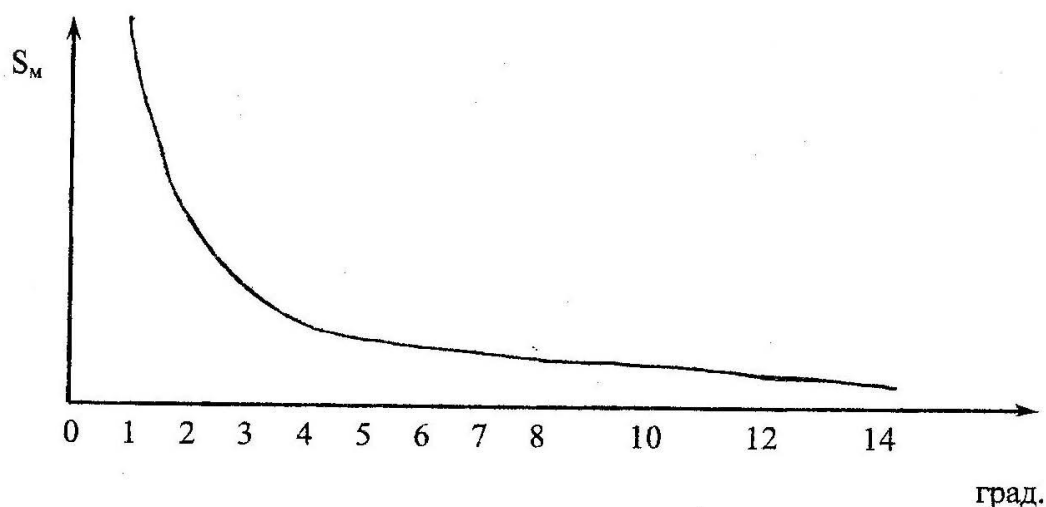
### *Составление карты крутизны склонов*

В целях полного и всестороннего учета рельефа при подготовительных работах составляется карта крутизны склонов.

Определение земельных массивов с одинаковыми интервалами уклонов выполняется с помощью измерителя и графика заложения. График заложения представляет собой номограмму для определения уклонов и углов наклона (крутизны ската) между двумя смежными горизонталями.

График заложений для определения углов наклона показан на рисунке 38. По прямой линии графика через произвольные интервалы нанесены точки, образующие шкалу заранее установленных значений углов наклона (подписан снизу). Из этих точек восстановлены перпендикуляры к линии шкалы, длины которых в масштабе плана (для рисунка 38 М 1:10000) равны соответствующим заложениям, вычисленным по формуле

$$S_m = \frac{h_0}{\operatorname{tg} \nu} = h_0 \operatorname{ctg} \nu$$
, где  $h_0$  – высота сечения рельефа;  $\nu$  – величина угла наклона.



*Рисунок 38 – Определение крутизны скатов (в град.) по графику заложения (высота сечения 10 м)*

Определение земельных массивов с одинаковыми интервалами углов наклона выполняется с помощью измерителя. Для этого на нем устанавливается величина заложения, соответствующая пределу угла наклона первого интервала. Например, эта величина интервала угла наклона от 0 до  $1^\circ$ , при масштабе 1:10000 и сечении рельефа через 5 м, составит 2,9 см. В рас-

твор циркуля берут 2,9 см, одну ножку измерителя устанавливают на горизонтали и затем ведут по ней, пока вторая ножка не коснется соседней горизонтали. Это положение будет соответствовать границе участка с углом наклона от 0 до 1°.

Границы между участками с различной крутизной склона оформляются синей тушью, а на самих участках стрелкой указывается направление склона.

В качестве задания студентам на плане участка землепользования с горизонталями показать водоразделы (штрихпунктирной линией красного цвета), тальвеги (штрихпунктирной линией синего цвета), направление скатов (стрелки синего цвета). Определить высоты (отметки) 10 контрольных точек, показанных на плане в виде  $\Delta$ , уклоны и углы наклона линий между точками 1–2, 3–4, 5–6, 6–7, 7–8, 8–9.

На этом же плане землепользования выделить акварельной отмывкой или карандашной оттушевкой слабого тона следующие контуры склонов:

до 1° – зеленый;	от 8 до 10° – фиолетовый;
от 1 до 3° – синий;	от 10 до 12° – серый;
от 3 до 5° – желтый;	свыше 12° не оттушевывается – белый.
от 5 до 8° – красный;	

Все расчеты и график заложений (на миллиметровой бумаге) оформить на обратной стороне плана.

## Контрольные вопросы

1. Роль, значение и содержание организации использования земель в народном хозяйстве.
2. Землеустройство как система государственных мероприятий по организации полного, рационального и эффективного использования земли.
3. Землеустройство и перспективное планирование рационального использования земельных ресурсов.
4. Правовая, технологическая и техническая сущность землеустройства.
5. Государственные землеустроительные органы России.
6. Два вида и две формы государственного землеустройства.
7. Основные принципы проведения государственного землеустройства.
8. Государственное землеустройство в России.
9. Предмет и задачи геодезии.
10. Понятие о формах и размерах Земли.
11. Эллипсоид, геоид, уровенная поверхность.
12. Масштабы планов и карт. Точность масштаба.
13. Системы координат, применяемые в геодезии.
14. Общие сведения об измерениях.
15. Ошибки результатов измерений.
16. Принцип арифметической середины.
17. Средняя квадратическая ошибка одного измерения.
18. Закрепление точек линии на местности.
19. Вешение линий.
20. Инструменты для измерения линий на местности и их поверки.
21. Измерение линий на местности. Понятие об ошибках и точности измерения линий.
22. Определение горизонтальных проложений линий.
23. Съёмка эккером и лентой.
24. Азимуты и румбы линий.
25. Связь между азимутами и румбами.
26. Дирекционные углы.

27. Связь между азимутами, дирекционными углами и внутренними углами полигона.
28. Связь между румбами и внутренними углами полигона.
29. Ориентирование карт и планов.
30. Разграфка и номенклатура топографических планов и карт.
31. Измерение углов на картах и планах.
32. Буссоли.
33. Буссольная съемка местности.
34. Составление плана по результатам буссольной съемки.
35. Порядок проведения теодолитной съемки.
36. Теодолит и его части.
37. Принцип измерения горизонтального угла.
38. Поверки теодолита.
39. Съемки ситуации. Абрис.
40. Деление площадей.
41. Нивелиры и рейки. Поверки нивелиров.
42. Продольное и поперечное нивелирование трассы.
43. Нивелирование поверхности по квадратам.
44. Методы проведения горизонталей.
45. Понятие о тахеометрической съемке.
46. Сущность глазомерной съемки.
47. Понятие об аэрофотосъемке. Виды аэрофотосъемок.
48. Определение координат точек на топографических планах и картах.
49. Государственное землеустройство в России.
50. Категории земель, землепользование.
51. Общие положения внутрихозяйственного землеустройства.
52. Земельные угодья в России.
53. Карта и план. Назначение и классификация сельскохозяйственных карт.
54. Землеустроительный проект, вопросы, решаемые в нем.
55. Задание на составление проекта внутрихозяйственного землеустройства, его содержание.
56. Составные части и элементы проекта внутрихозяйственного землеустройства.

57. Гидрографические и гидрологические особенности местности, учитываемые при проведении землеустройства.

58. Рельеф местности и его влияние на размещение угодий и посев сельскохозяйственных культур, развитие эрозии почв.

59. Пространственные свойства земли и их учет при размещении производства.

60. Землевладение, землепользование и земельный участок сельскохозяйственного назначения.

61. Условия, характеризующие землепользование в естественном и правовом отношениях.

62. Условия производства, определяющие площадь сельскохозяйственного предприятия, их взаимосвязь.

63. Общее понятие недостатков землепользования. Их классификация по характеру неблагоприятного воздействия на результаты хозяйственной деятельности.

64. Территориальные недостатки землепользования.

65. Упорядочение землепользования.

66. Коэффициенты компактности, дальнотемелья, округлости. Что они характеризуют?

67. Методы, используемые при составлении проекта внутри-хозяйственного землеустройства.

68. Назовите и охарактеризуйте типы организационно-производственной структуры.

69. Производственный и хозяйственный центр сельскохозяйственного предприятия.

70. Инженерно-техническое содержание трансформации.

71. Правовое содержание и критерий эффективности трансформации земель.

72. Условия, влияющие на установление типов, видов и количества севооборотов.

73. Условия и факторы, учитываемые при размещении полей.

74. Главные задачи устройства кормовых угодий.

75. Размещение населенных пунктов, производственных центров и участков производственных бригад (вопросы, решаемые в этой части проекта).

76. Авторский надзор за осуществлением проекта внутрихозяйственного землеустройства.

77. Задачи межхозяйственного землеустройства, его разновидности.

78. Основные виды съемок местности. Теодолитная съемка.

79. Устройство территории кормовых угодий.

80. Экономическое обоснование землеустроительных проектов.

81. Осуществление проектов внутрихозяйственного землеустройства.

82. Размещение отделений и бригад, ферм и хозяйственных дворов, хозяйственных центров.

83. Проектирование кормовых севооборотов.

84. Способы съемки внутренней ситуации.

85. Способы определения и вычисления земельных площадей (графический).

86. Способы определения и вычисления земельных площадей (аналитический).

87. Определение площадей землепользования и угодий планиметром.

88. Земельные угодья в России (более подробно о сельскохозяйственных угодьях)

89. Проектирование почвозащитных севооборотов.

90. Проектная документация по внутрихозяйственному землеустройству.

91. Трансформация и улучшение земельных угодий.

92. Организация сельскохозяйственных угодий.

93. Проектирование полевых севооборотов.

94. Основные виды съемок местности. Нивелирование.

95. Проектирование овощных и овоще-кормовых севооборотов.

96. Полевые обследовательские работы по составлению проектов внутрихозяйственного землеустройства.

97. Камеральные подготовительные работы по составлению проектов внутрихозяйственного землеустройства.

98. Почвенный покров и его влияние на организацию территории и производства.

99. Понятие об экономической оценке земель.

100. Проектная документация по внутрихозяйственному землеустройству (пояснительная записка и приложение к ней).



101. Проектная документация по внутрихозяйственному земле-устройству (графические материалы).

102. Экономическое обоснование землеустроительных проектов.

103. Способы вовлечения малопродуктивных земель в сельскохозяйственное производство и основные мероприятия по улучшению использования земель и их охране.

## *Литература*

### **Основная**

1. Левицкий, И.Ю. Геодезия с основами землеустройства / И.Ю. Левицкий, Е.М. Крохмаль, А.А. Ременский. – М.: Недра, 1979.
2. Маслов, А.В. Геодезия / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006.
3. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008.
4. Покладо, Г.Г. Практикум по геодезии / Г.Г. Поклада, С.П. Гриднев, А.Н. Сячинов и др. – М.: Академический Проект; Трикста, 2011.

### **Дополнительная**

1. Федеральный закон о землеустройстве. – М., 18 июня 2001 .
2. Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения». – М., 24 июля 2002.
3. Ассур, В.Л. Практикум по геодезии / В.Л. Ассур, А.М. Филатов. – М.: Недра, 1985.
4. Голубева, З.С. Практикум по геодезии / З.С. Голубева, О.В. Калошина, Н.И. Соколова. – М.: Колос, 1969.
5. Дужников, А.П. Практикум по геодезии с основами землеустройства / А.П. Дужников, Н.В. Корягина. – Пенза, 2003.
6. Сулин, М.А. Землеустройство сельскохозяйственных предприятий / М.А. Сулин. – Санкт-Петербург: Лань, 2002.

# Приложение А

## Номера вопросов контрольной работы

Послед- няя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1, 96, 11 35, 44, 50	2, 97, 12, 36, 45, 51	10, 98, 14, 38, 46, 53	11, 99, 13, 37, 47, 52	19, 100, 15 39, 48, 54	27, 82, 16, 40, 49, 55	28, 83, 17, 41, 50, 56	57, 84, 18, 42, 51, 30	58, 85, 19, 43, 52, 31	59, 86, 20, 44, 53, 32
2	60, 87, 21, 45, 54, 33	68, 88, 22, 46, 55, 34	69, 89, 23, 47, 56, 35	70, 90, 24, 48, 57, 36	43, 91, 25, 49, 58, 37	44, 92, 26, 50, 59, 38	45, 93, 27, 51, 60, 39	67, 94, 28, 52, 61, 40	68, 95, 29, 53, 62, 41	69, 98, 30, 54, 62, 42
3	70, 69, 31, 55, 64, 43	8, 70, 32 56, 65, 44	9, 71, 33 57, 66, 45	10, 72, 34, 58, 67, 46	11, 73, 35, 59, 68, 47	12, 74, 36, 60, 69, 48	13, 75, 37, 61, 70, 49	14, 76, 38, 62, 71, 50	43, 77, 39, 63, 72, 51	44, 78, 40, 64, 73, 52
4	45, 79, 41, 65, 74, 53	53, 80, 42, 66, 75, 54	54, 81, 43, 67, 76, 30	55, 52, 44, 68, 77, 31	56, 53, 45, 69, 78, 32	29, 54, 46, 70, 79, 33	30, 55, 47, 71, 80, 34	31, 56, 48, 72, 81, 35	32, 57, 49, 73, 82, 36	33, 58, 50, 74, 83, 37
5	34, 59, 51, 57, 84, 83	35, 60, 52, 76, 85, 39	64, 61, 53, 77, 86, 40	65, 62, 54, 78, 87, 41	66, 63, 55, 79, 88, 42	67, 64, 56, 80, 89, 43	68, 65, 57, 81, 90, 44	69, 66, 58, 82, 91, 45	70, 67, 59, 83, 92, 46	1, 36, 60, 84, 93, 47
6	2, 37, 61, 85, 94, 48	3, 38, 62, 86, 95, 49	4, 39, 83 87, 96, 50	5, 40, 64, 88, 97, 51	6, 41, 65 89, 98, 52	7, 42, 66, 90, 99, 53	36, 43, 67, 91, 100, 54	37, 44, 68, 92, 1, 55	38, 45, 69, 93, 2, 56	39, 46, 70, 94, 3, 57
7	40, 47, 71, 95, 5, 58	41, 48, 72, 96, 5, 59	42, 49, 73, 97, 6, 60	43, 50, 74, 98, 7, 61	44, 51, 75, 99, 8, 62	45, 25, 76, 63, 9, 100	46, 26, 77, 1, 10, 64	47, 27, 78, 2, 11, 65	48, 28, 79, 3, 12, 66	49, 29, 80, 4, 13, 67
8	43, 30, 81, 5, 14, 68	44, 31, 82, 6, 15, 69	45, 32, 83, 7, 16, 70	46, 33, 84, 8, 17, 71	47, 34, 85, 9, 18, 72	48, 35, 86, 10, 19, 73	49, 11, 87, 20, 29, 74	43, 12, 88, 21, 30, 75	44, 13, 98, 22, 31, 76	45, 14, 90, 23, 32, 77
9	46, 15, 91, 24, 33, 78	47, 16, 92, 25, 34, 79	55, 17, 93, 26, 35, 80	56, 18, 94, 27, 36, 81	61, 19, 95, 28, 37, 82	62, 20, 96, 29, 88, 83	70, 21, 97, 30, 39, 84	68, 22, 98, 31, 40, 85	69, 23, 99, 32, 41, 86	70, 24, 100, 33, 42, 87
0	57, 101, 25, 34, 43, 88	58, 102, 26, 35, 44, 89	59, 103, 27, 36, 45, 90	60, 4, 28, 37, 46, 91	53, 5, 29 38, 47, 93	54, 6, 30 39, 48, 93	55, 7, 31 40, 49, 94	26, 8, 32, 41, 50, 95	27, 9, 33, 42, 51, 96	28, 10, 34, 43, 52, 97

Приложение Б

Ведомость вычисления координат

№ вер- шин	Углы				Длина линий, м	Приращения				Координаты	
	изме- ренные $\beta_{изм.}$	увязан- ные $\beta_y$	дирек- цион- ные углы $\alpha$	румбы г		вычисленные		увязанные		Х	у
						$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y$		
1			341°29′	СЗ:18°31′	437,17	+14 +414,52	−4 −138,85	+414,66	−138,89	+350,00	+400,00
2	−1′ 133°29′	133°28′	28°01′	СВ:28°01′	547,73	+22 +483,54	−5 +257,32	+483,76	+257,27	+764,66	+261,11
3	79°14′	79°14′	128°47′	ЮВ:51°13′	509,92	+18 −319,41	−5 +397,48	−319,23	+397,43	+1248,42	+518,38
4	115°03′	115°03′	193°41′	ЮЗ:13°44′	411,53	+14 −399,76	−4 −97,70	−399,62	−97,74	+929,19	+915,81
5	−1′ 127°01′	127°00′	246°4′	ЮЗ:66°44′	455,07	+18 −179,75	−4 −418,03	−179,57	−418,07	+529,57	+818,07
1	−1′ 85°16′	85°15′	341°29′							+350,00	+400,0
$\Sigma \beta = 540^{\circ}03'$ $\Sigma \beta_m = 540^{\circ}00'$		540°00′ $f_{\beta} = +3'$		p=2361,42		+898,06 −898,92	+654,80 −654,58	+898,42	−654,70		

$$f_p = \sqrt{0,86^2 + 0,22^2} = 0,788м$$

$$f_x = -0,86 \quad f_y = +0,22$$

$$\frac{f_p}{p} = \frac{0,788}{2361,42} = 0,00033 \left( \frac{1}{2000} \right)$$

# Приложение В

## Исходные данные к заданию 4 Полевые результаты продольного нивелирования трассы

Варианты									
00–09					10–19				
№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам			№ станций	№ пикетов и плюсовых точек	Отсчеты по рейкам		
		задние	передние	промежу- точные			задние	передние	промежу- точные
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Рп. 1  пк 0	1961 6743	 0468 5248		1	Рп. 1  пк 0	2733 7515	 0312 5094	
2	пк 0  пк 1	1280 6063	 0995 5778		2	пк 0  пк 1	1010 5794	 0442 5222	
3	пк 1  пк 2	0894 5674	 2023 6808		3	пк 1 +39 пк 2	0978 5762	 1260 6042	0431
4	пк 2 +51 пк 3	1283 6068	 0536 5318	2209	4	пк 2  пк 3	2271 7052	 0652 5434	
5	пк 3  X	2917 7698	 0816 5596		5	пк 3  x	0238 5023	 2683 7472	
6	X  пк 4	2745 7527	 0386 5164		6	x  пк 4	0203 4987	 2088 6868	
7	пк 4  +30 пк 5	1071 5853	 1654 6439	0387	7	пк 4  +52 пк 5	2418 7201	 0353 5134	0362

Продолжение приложения В

8	ПК 5 Рп. 2	0983 5770	1951 6733		8	ПК 5 Рп. 2	2654 7436	0413 5195	
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20–29					30–39				
1	Рп. 1 ПК 0	1184 5868	0562 5242		1	Рп. 1 ПК 0	0694 5374	1922 6602	
2	ПК 0 ПК 1	1073 5754	0499 5182		2	ПК 0 ПК 1	0598 5283	1174 5855	
3	ПК 1 +34 ПК 2	0700 5381	1257 5939	0986	3	ПК 1 +40 ПК 2	2109 6790	0465 5150	2360
4	ПК 2 +55 ПК 3	2808 7492	1694 6381	1741	4	ПК 2 х	2852 7532	0652 5334	
5	ПК 3 Х	2072 6752	0498 5180		5	х ПК 3	2763 7444	0420 5104	
6	Х ПК 4	2727 7409	0312 4992		6	ПК 3 +55 ПК 4	2536 7220	1090 5770	0907
7	ПК 4 ПК 5	1237 5924	1541 6223		7	ПК 4 ПК 5	0411 5090	1663 6343	
8	ПК 5 Рп. 2	0660 5344	1815 6497		8	ПК 5 Рп. 2	0813 5493	1441 6125	

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
40 – 49					50 – 59				
1	Рп. 1 пк 0	2754 7539	0425 5210		1	Рп. 1 пк 0	0629 5409	2004 6785	
2	пк 0 пк 1	1519 6299	1214 5994		2	пк 0 пк 1	1051 5833	2711 7491	
3	пк 1 пк 2	0806 5590	1958 6739		3	пк 1 пк 2	1933 6718	0783 5564	
4	пк 2 х	2808 7592	0622 5402		4	пк 2 х	2392 7175	0560 5340	
5	х пк 3	2764 7548	0890 5671		5	х пк 3	2709 7490	0531 5316	
6	пк 3 +41 пк 4	1024 5805	2088 6872	0415	6	пк 3 +54 пк 4	1663 6447	1375 6155	0954
7	пк 4 +55 пк 5	0890 5674	1764 6545	2012	7	пк 4 +75 пк 5	1703 6488	0920 5702	2108
8	пк 5 Рп. 2	2078 6860	1339 6123		8	пк 5 Рп. 2	1811 6594	0731 5511	

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
60 – 69					70 – 79				
1	Рп. 1 пк 0	2393 7073	1276 5956		1	Рп. 1 пк 0	2494 7178	0505 5185	
2	пк 0 пк 1	1518 6199	0941 5624		2	пк 0 пк 1	0857 5538	1261 5944	
3	пк 1 +40 пк 2	0813 5494	1376 6059	2195	3	пк 1 +40 пк 2	1698 6378	0374 5059	2350
4	пк 2 пк 3	0614 5297	1764 6447		4	пк 2 +60 пк 3	1015 5701	1593 6276	0492
5	пк 3 х	2719 7400	0472 5155		5	пк 3 х	2727 7408	0539 5223	
6	х пк 4	2559 7241	0371 5051		6	х пк 4	2852 7538	0437 5119	
7	пк 4 +65 пк 5	1467 6152	1166 5848	0580	7	пк 4 пк 5	1287 5969	2448 7129	
8	пк 5 Рп. 2	1170 5850	1572 6253		8	пк 5 Рп. 2	0521 5202	1977 6637	



Окончание приложения В

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
80 – 89					90 – 99				
1	Рп. 1 пк 0	1662 6442	1078 5861		1	Рп. 1 пк 0	1463 6245	1421 6203	
2	пк 0 пк 1	1481 6263	1182 5968		2	пк 0 пк 1	0814 5596	0624 5407	
3	пк 1 +52 пк 2	1236 6020	1806 6587	0417	3	пк 1 +34 пк 2	1004 5789	0530 5312	0430
4	пк 2 х	2577 7358	0255 5040		4	пк 2 х	2866 7646	0336 5121	
5	х пк 3	2845 7628	0789 5575		5	х пк 3	2906 7688	0309 5089	
6	пк 3 +62 пк 4	0336 5121	1909 6691	2152	6	пк 3 +48 пк 4	0571 5354	2497 7280	2640
7	пк 4 пк 5	0801 5587	2043 6824		7	пк 4 пк 5	0905 5687	2260 7039	
8	пк 5 Рп. 2	2751 7532	0323 5104		8	пк 5 Рп. 2	2518 7301	0776 5560	

Николай Николаевич Тихонов  
Александр Петрович Дужников  
Оксана Анатольевна Ткачук

## ГЕОДЕЗИЯ

Учебное пособие по изучению дисциплины  
и задания контрольной работы для студентов, обучающихся  
по направлению подготовки 120700–Землеустройство и кадастры  
(Квалификация–бакалавр)

Компьютерная верстка  
Корректор

Н.Н. Тихонова  
Л.А. Артамонова

---

Подписано в печать  
Бумага Гознак Print  
Усл. Печ. л.  
Тираж 50 экз.

Формат 60×84 1/16  
Печать трафаретная  
Заказ №

---

РИО ПГСХА

440014, г. Пенза, ул.Ботаническая, 30