

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования**

**«Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет»**

Кафедра кадастра недвижимости землеустройства и геодезии

ГЕОДЕЗИЯ

*Методические указания к самостоятельному выполнению
расчетно-графических работ для студентов 1 курса по направлению
08.03.01 «Строительство» всех форм обучения*

Воронеж 2014

УДК 528(07)
ББК 26.12я7

Составители Б.А. Попов, Е.М. Сергеева

Геодезия: метод. указания к самостоятельному выполнению расчетно-графических работ для студ. 1 курса по направ. 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения / Воронежский ГАСУ; сост.: Б.А. Попов, Е.М. Сергеева. – Воронеж, 2014 – 44 с.

Приведена методика самостоятельного выполнения расчетно-графических работ по геодезии, подробно описывается порядок их выполнения и правила оформления.

Предназначены для студентов 1 курса по направлению 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения.

Ил. 26. Табл. 4. Библиогр.: 3 назв.

*Печатается по решению научно-методического совета
Воронежского ГАСУ*

***Рецензент** - С.Н. Кузнецов, д.т.н., проф. кафедры
теплогазоснабжения и нефтегазового
дела Воронежского ГАСУ*

ВВЕДЕНИЕ

В методических указаниях приведены исходные данные для самостоятельного выполнения расчетно-графических работ (РГР), определены цель и задачи каждой работы.

Данные методические указания не содержат подробных теоретических обоснований рассматриваемых вопросов. Поэтому успешное выполнение РГР возможно лишь при условии глубокого изучения студентами лекционного курса, а также литературы, рекомендуемой в библиографическом списке.

Расчетно-графическая работа № 1 Масштабы

Цель задания – изучить существующие виды масштабов и научиться ими пользоваться.

Масштаб – отношение длины линии на плане или карте к горизонтальному проложению этой линии на местности.

Горизонтальное проложение – это проекция измеренной линии на горизонтальную плоскость.

На планах и картах масштаб указывают под нижней стороной рамки в виде дроби и в виде линии, на отрезках которой подписаны соответствующие им расстояния на местности. В первом случае масштаб называют численным, а во втором - линейным. Здесь же указывают пояснения, какое расстояние в метрах или километрах, соответствует 1 см на карте (рис. 1).



Рис. 1. Численный масштаб

Существуют численный, линейный, поперечный и клиновой масштабы.

Численный масштаб представляют в виде дроби, в числителе которой пишется 1, а в знаменателе – некоторое число N , показывающее во сколько раз линия на карте меньше линии на местности.

Например, масштаб 1/500 означает, что расстояние в 1 см на плане соответствует расстоянию 500см. (5м) на местности. Масштаб 1:1000 означает, что в 1 см плана содержится 1000 см или 10 м на местности. Таким образом, чем меньше знаменатель численного масштаба, тем крупнее масштаб, и, наоборот, чем больше знаменатель, тем меньше масштаб.

Линейный масштаб используют для измерения на плане длин отрезков с небольшой точностью. Он представляет собой прямую линию, разделённую на равные отрезки по 2 см. Длина одного отрезка называется основанием масштаба. Левое крайнее основание делится на 10 равных частей (рис. 2).

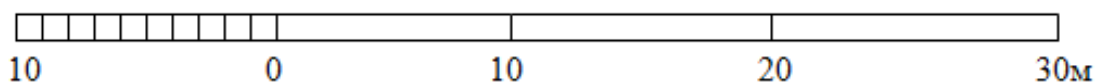


Рис. 2. Линейный масштаб

На правом конце первого основания пишут ноль. Вправо от нуля над каждым делением надписывают значения соответствующих расстояний на местности. На рис.1 показан пример линейного масштаба 1:500.

Линейным масштабом пользуются следующим образом: измеряют нужную линию циркулем-измерителем и прикладывают его к линейному масштабу так, чтобы правая ножка циркуля (измерителя) была на каком-либо целом делении, а левая ножка находилась на левом крайнем основании. Затем считают число целых оснований масштаба и число десятых делений между правой и левой ножками измерителя (рис. 3).

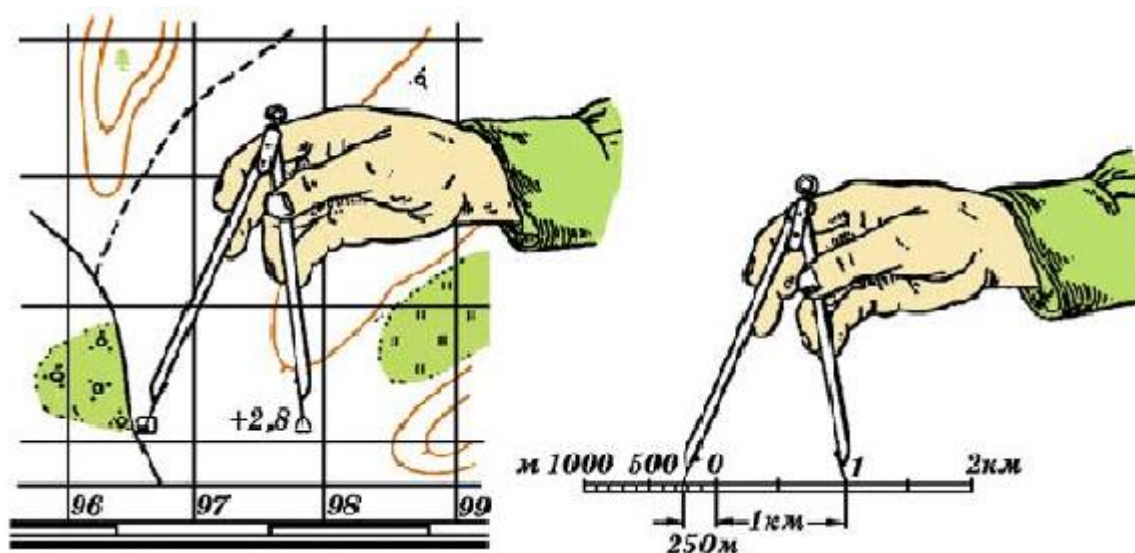


Рис. 3. Схема определения расстояний с помощью линейного масштаба

Сотни и десятки метров берут непосредственно по линейному масштабу, а более мелкие размеры оценивают на глаз.

Поперечный масштаб применяют для более точных измерений длин линий на планах. Его вычерчивают следующим образом:

- 1) на горизонтальной прямой, как и при построении линейного масштаба, откладывают 6-10 отрезков по 2 см;
- 2) левый крайний отрезок делят на 10 равных частей;
- 3) полученные деления подписывают подобно тому, как это делалось при построении линейного масштаба;
- 4) из концов всех оснований восстанавливают перпендикуляры произвольной длины;
- 5) на крайних перпендикулярах откладывают по 10 одинаковых отрезков, например, по 2 мм каждый;
- 6) полученные в результате этого точки соединяют горизонтальными линиями;
- 7) верхнюю линию первого основания делят на десять равных частей и соединяют их косыми линиями с делениями на нижней части основания, как показано на рис.4.

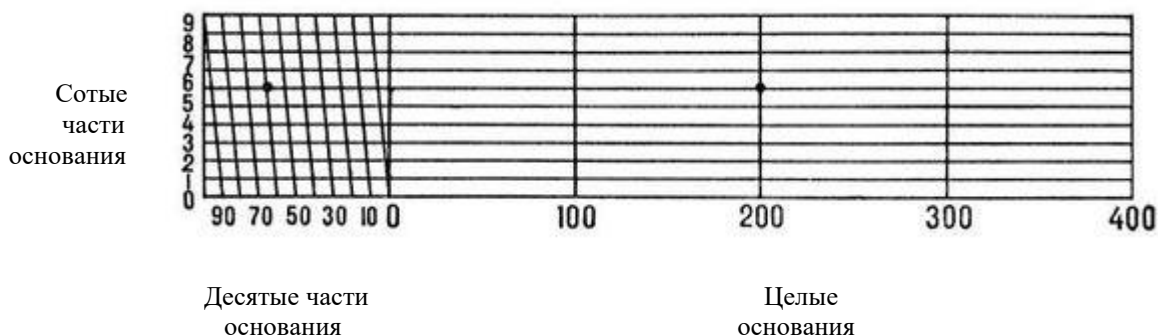


Рис. 4. Поперечный масштаб

Прежде чем пользоваться поперечным масштабом, надо рассчитать его основные элементы применительно к заданному численному масштабу, т. е. определить, скольким метрам на местности соответствует основание поперечного масштаба. Так, в масштабе 1:500 целое основание масштаба равно 10 м (в 1см -5м, а в 2см – 10м). Десятые части основания равны 1 м ($10\text{м}:10 = 1\text{м}$). Сотые части основания равны 10 см ($1\text{м}:10 = 10\text{см}$)

Затем поступают следующим образом:

- 1) циркулем – измерителем измеряют нужную линию;
- 2) откладывают на нижней линии поперечного масштаба измеренную линию так, чтобы один конец (правый) был на целом делении, а левый заходил за 0;
- 3) если левая ножка попадает между делениями левого отрезка, то измеритель поднимают вверх, пока левая ножка не попадет на пересечение какой-либо горизонтальной и вертикальной линии. При этом правая ножка измерителя должна находиться на этой же горизонтальной линии (рис. 5).

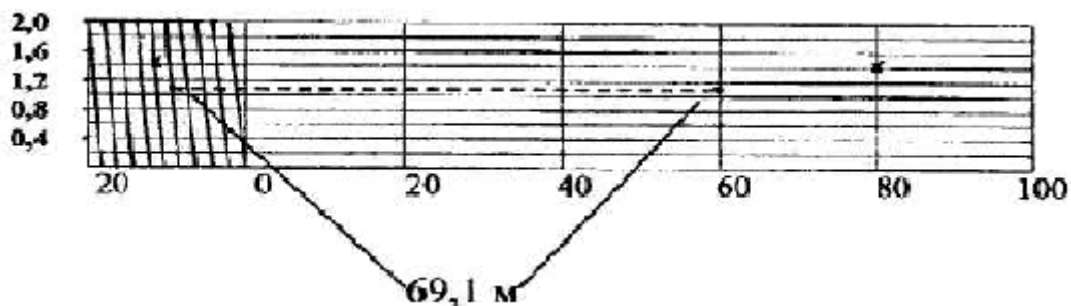


Рис. 5. Схема определения расстояний с помощью поперечного масштаба

На рис. 5 показан поперечный масштаб с основанием 2 см, соответствующий числовому масштабу 1:1000. Основание масштаба соответствует 20 м на местности (в 1 см - 10 м, в 2 см - 20 м). Десятая часть основания = 2 м, сотая - 20 см.

Длина измеряемой линии складывается из трех частей:

- 1) количества целых оснований, взятых от нулевой вертикальной линии до правой ножки циркуля (рис. 4);
- 2) количества десятых долей, взятых по нижней линии левого основания;
- 3) количества сотых долей основания, расположенных по вертикальной линии.

Пользуясь поперечным масштабом, нужно следить за тем, чтобы при отложении или измерении отрезка концы обеих ножек циркуля всегда находились на одной и той же горизонтальной линии масштаба.

Масштаб клиновой - график в виде угла, рассеченного системой равноотстоящих параллельных прямых; используется в основном при измерении расстояний по аэрофотоснимкам.

Точность масштаба топографического плана - длина горизонтального проложения линии местности, соответствующая на плане отрезку в 0,1 мм.

При нормальном зрении невооруженным глазом можно различить на бумаге расстояния, равные 0,1 мм. Поэтому пределом графической точности построения и измерения отрезков на бумаге считают 0,1 мм.

Так, для плана масштаба 1/5000 точность масштаба будет $0,1 \times 5000 = 0,5$ м.

Задание 1. Изучить методики построения линейного и поперечного масштабов.

Задание 2. Вычислить и измерить длину линий с использованием численного, линейного и поперечного масштабов карты.

Для определения расстояния между двумя точками вначале измеряют это расстояние на карте, а затем, пользуясь масштабом, действительное значение его на местности.

Зная численный масштаб плана, можно решить следующие задачи.

1. Длина линии на местности равна 247,56 м. определить размер отрезка на плане в масштабе 1:5000, соответствующему этой линии на местности. Для

решения задачи необходимо длину линии на местности выразить в см и разделить на знаменатель масштаба:

$$L = 4,95 \text{ см.}$$

2. На плане, составленном в масштабе 1: 10000, измерен отрезок 5,55 см. Определить длину этой линии на местности.

Для этого длину отрезка на плане умножают на знаменатель масштаба и для перевода в метры делят на 100:

$$L = 555 \text{ м.}$$

Значительно проще расстояния по карте можно определить с помощью линейного и поперечного масштабов. Для этого циркулем или линейкой измеряют расстояние между заданными точками на карте, а затем, приложив циркуль к линейному или поперечному масштабам, определяют длину линии (рис. 6).

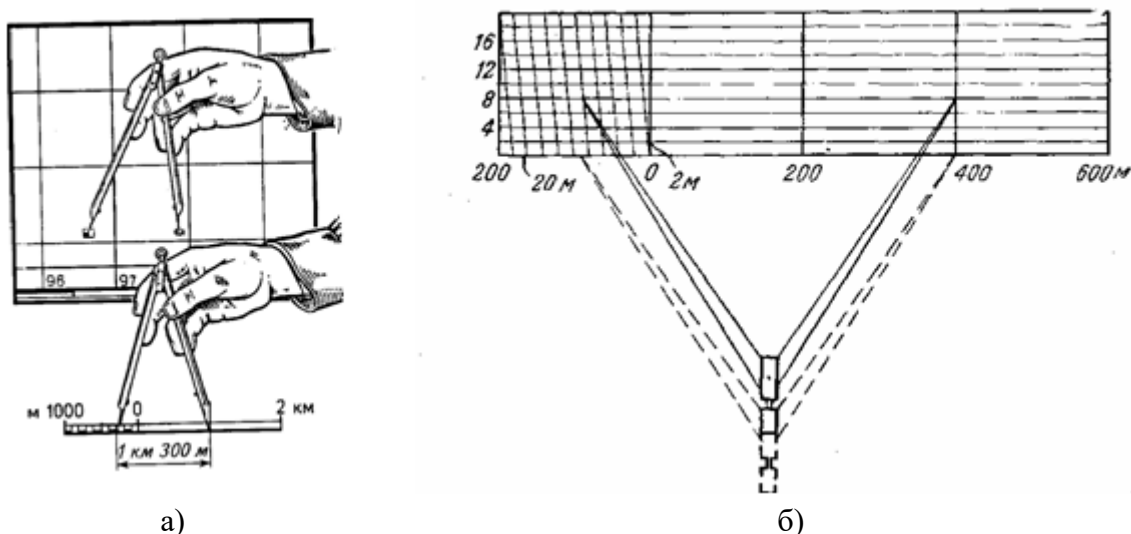


Рис. 6. Схема измерения линии при помощи линейного (а) и поперечного (б) масштабов

Задание 3. На листе формата А4 вычертить линейный и поперечный масштабы. Ниже вычертить три линии произвольной длины и определить, чему равны эти расстояния в масштабе 1:200; 1:500; 1:1000.

Образец выполнения задания приведен в Приложении 1.

Контрольные вопросы

1. Что называется масштабом?
2. Какие существуют виды масштабов?
3. Как пользоваться линейным масштабом?
4. Как пользоваться поперечным масштабом?
5. Определить, сколько метров на местности соответствует 1 см карты (плана) в масштабах: 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:25 000;
6. Что такое точность масштаба?
7. Определить точность масштабов 1: 500; 1:1000; 1:2000; 1: 10000; 1: 5000.

8. Определить расстояние на карте (d) между точками А и В с помощью численного, линейного и поперечного масштабов.

9. Отложить на плане отрезки в масштабе 1:1000 в сантиметрах, соответствующие расстояниям на местности 101,78 и 45,30.

Расчетно-графическая работа № 2

Условные знаки

Цель задания: изучить условные знаки и ознакомиться с методикой их вычерчивания.

Условные знаки - символические условные обозначения, применяемые для их изображения на топографических картах объектов местности.

Применение условных знаков позволяет отобразить на карте особенности местности с сохранением объектов, которые важны для ее характеристики.

Цвет как условный знак применяется для отображения качественных различий объектов местности по видовым признакам (например, традиционно для объектов гидрографии используется синий цвет, для растительности — зеленый и т. д.), а также внутривидовым (например, естественные формы рельефа показываются коричневым цветом, а искусственные — черным).

Буквенные обозначения используются, прежде всего, в виде географических названий объектов, показанных на карте. При этом смысловую нагрузку несет шрифт и размер букв. Например, разным шрифтом выделяют тип населенных пунктов (город, сельское поселение), его административное значение (столица, областной центр и др.), размер букв при этом соответствует количеству жителей в населенном пункте. С помощью буквенных обозначений дается также дополнительная характеристика объектов, переданных на карте графическими и цветовыми обозначениями. Так, возле значка завода и фабрики указывается отрасль промышленного производства (кирп.- кирпичный завод, цем. - цементный завод и т. д.). Изображение общественных зданий, одинаковое по рисунку с прочими строениями, сопровождается соответствующим пояснением (шк. - школа, больн. - больница и т.п.).

Цифровые обозначения используются для передачи разнообразных количественных характеристик. Например, ширины дороги, отметки какой-либо точки земной поверхности, размеров туннеля и др.

Условные знаки делят на масштабные и немасштабные.

Масштабные условные знаки служат для изображения объектов, линейные размеры которых больше предельной точности масштаба и которые, следовательно, могут быть нанесены на план с точным соблюдением размеров и формы объекта по масштабу (например, леса, озера, пашни, луга и т.п.).

Немасштабные условные знаки используют для изображения объектов, линейные размеры которых меньше предельной точности масштаба карты, например указатели дорог, километровые столбы, колодцы, родники, геодезические знаки, различные ориентиры и т.д. Такие знаки не могут быть

изображены на карте в масштабе. Однако, нанесение на карту некоторых из них необходимо, несмотря на их малые размеры. Как правило, внемасштабные знаки лишь показывают местоположение объектов и по ним нельзя судить об их размерах.

Нужно иметь в виду, что одни и те же объекты на картах или планах крупных масштабов могут быть выражены масштабными условными знаками, а на картах мелких масштабов — внемасштабными условными знаками.

Линейные условные знаки применяют для изображения линейных объектов, длина которых соответствует масштабу карты, а ширина - нет (дороги, реки, каналы, электрические и телеграфные линии, изгороди, заборы, границы угодий и т.д.).

Площадные условные знаки служат для изображения объектов, занимающих значительную площадь и выражающихся в масштабе карты или плана. Площадной условный знак состоит из знака границы объекта и заполняющих его знаков или условной окраски. Контур объекта показывается точечным пунктиром (контур леса, луга, болота), сплошной линией (контур водоема, населенного пункта) или условным знаком соответствующей границы (канавы, изгороди). Заполняющие знаки располагаются внутри контура в определенном порядке (произвольно, в шахматном порядке, горизонтальными и вертикальными рядами). Площадные условные знаки позволяют не только найти расположение объекта, но и оценить его линейные размеры, площадь и очертания.

Пояснительные условные знаки используют для дополнительной характеристики объектов местности, изображенных на карте масштабными, внемасштабными и линейными условными знаками, например порода леса, глубина и скорость течения реки, тип дна брода, грузоподъемность и ширина мостов, ширина шоссе и т. д.

Задание 1. Используя книгу [1], вычертить на листе чертежной бумаги формата А4 перечисленные ниже условные знаки, применяемые на планах масштаба 1:500.

[1; 3; 5(1); 11; 12]; [13(1,2); 15(1,2)]; [14(1,2); 16(1,2)]; [20; 24]; [25; 26]; [42; 43]; [51; 52; 56]; [74; 75]; [113; 114(1)]; [116; 117(1); 118(1,2)]; [121(1-5); [122(1-3), (6)]; [123; 127]; [156]; [188; 189(1-4)]; [200(1); 201]; [237(1,2); 238(1-3)]; [304 (1-4); 306]; [314 (2)]; [329 (1,6,7)]; [368]; [395 (2)]; [409]; [473;474(1-3)].

Книга представляет собой таблицу, в которой указаны номера условных знаков, название и характеристика объектов, которые они изображают и сам условный знак (табл. 1).

Пример описания условных знаков

№	Название и характеристика топографических объектов	Условные знаки топографических объектов для планов масштабов	
		1:5000, 1:2000	1:1000, 1:500
1	Пункты государственной геодезической сети (в числителе дроби - отметка центра, в знаменателе - отметка земли; слева от знака - название пункта)* [21 - 24]		

Задание 2. Вычертив знаки, изучить их назначение (в конце книги приведены пояснения к каждому условному знаку).

Образец оформления расчетно-графической работы № 2 представлен в Приложении 2.

Контрольные вопросы

1. Что называют условными знаками?
2. Что такое масштабные и внемасштабные условные знаки?
3. Что такое площадные и линейные условные знаки?
4. Что такое пояснительные условные знаки?
5. Что обозначают цветом на условных знаках?
6. Что обозначают цифрами и буквами на условных знаках?

При сдаче работы необходимо знать название и характеристики объектов, изображенных перечисленными условными знаками.

Расчетно-графическая работа № 3

Теодолитная съемка

Целью работы является получение практических навыков в обработке полевых измерений и составлении плана контурной съемки.

Основные понятия

Комплекс работ, в результате выполнения которого получают карту или план местности с изображением рельефа называют **топографической съемкой**.

Теодолитной съемкой называется комплекс работ по получению контурного плана местности при помощи теодолита и мерных линейных приборов. Теодолитная съемка является одним из видов горизонтальной съемки. Она выполняется на застроенных территориях и предназначена для определения взаимного положения объектов на местности.

Чтобы составить план территории, прежде всего, на местности создается съемочное обоснование.

Съемочное обоснование – это система закрепленных на местности точек, на которые устанавливают теодолит для съемки. Координаты и отметки этих точек определяют из геодезических измерений.

Для этого теодолит устанавливают на один из пунктов съемочного обоснования, трубу теодолита последовательно наводят на соседние точки обоснования, измеряют между ними горизонтальные углы и определяют расстояния до каждой из этих точек. Результаты измерений заносят в журнал измерения углов и линий (рис. 7). Затем, измеряя углы и расстояния до объектов местности, определяют их положения относительно пунктов съемочного обоснования. Чтобы определить координаты точек съемочного обоснования необходимо провести обработку выполненных измерений.

Перед началом работы студент должен изучить теоретический материал по теме «Теодолитная съемка».

Исходные данные:

1) вариант студента определяется его номером в списке группы. Нечетный номер – 1 вариант, четный номер – 2 вариант (рис.7). К 1 варианту относится съемочное обоснование в виде многоугольника I – II – VII – V – VI; ко второму варианту – II – III – IV – V – VII.

2) журнал измерения углов и линий (табл. 2);

3) дирекционный угол (азимут) исходной стороны и координаты начальной точки (выдаются каждому студенту отдельно);

4) абрис съемки элементов ситуации (рис. П.4.1, П.4.2, П.4.3).

Исходные данные выдаются каждому студенту индивидуально в соответствии с личным вариантом.

Обработка журнала выполняется по вариантам в соответствии с (рис.7).

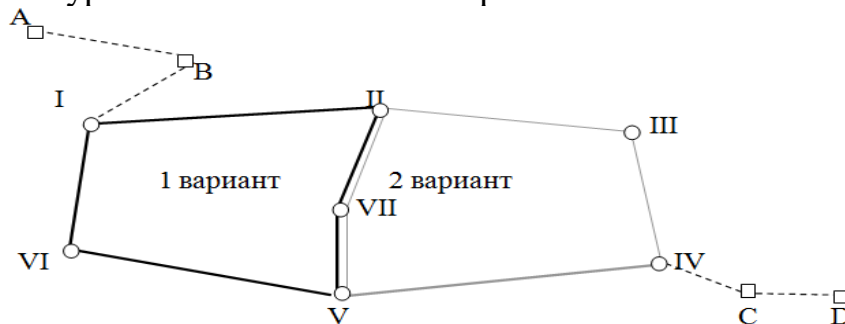


Рис.7. Схема вариантов планового обоснования

Таблица 2

Журнал измерения углов и линий

Номера станций	Полу-прием	Номера набл. точек	Отсчеты по горизонт. кругу	Величина угла	Средняя величина угла	Мера линий	Угол накл. линии
В	КП	А	295 ⁰ 23,1/				
		І	14 ⁰ 29,1/	280 ⁰ 54,0/		В-1=38,42	-1 ⁰ 15/
	КЛ	А	115 ⁰ 23,3/		280 ⁰ 54,3/		
		І	194 ⁰ 28,7/	280 ⁰ 54,6/			
І	КП	В	141 ⁰ 47,7/			1-В=38,43	+1 ⁰ 14/
		VI	17 ⁰ 43,3/			1- II=114,01	+2 ⁰ 12/
	КЛ	II	302 ⁰ 54,4/			1- VI=102,01	-0 ⁰ 40/
		В	321 ⁰ 47,5/				
	КП	VI	197 ⁰ 42,6/				
		II	122 ⁰ 54,0/				
		II	0 ⁰ 00,0/				
		1	36 ⁰ 11,2/			15,28	
		2	38 ⁰ 09,7/			21,96	
		3	49 ⁰ 22,1/			68,55	
		4	43 ⁰ 52,5/			75,28	
		5	38 ⁰ 49,1/			83,80	
		6	9 ⁰ 42,0/			65,19	
		7	12 ⁰ 51,1/			63,58	
		8	19 ⁰ 22,2/			63,46	
		9	25 ⁰ 39,5/			51,17	
		10	24 ⁰ 51,3/				
11	321 ⁰ 51,4/			14,44			
II	КП	І	206 ⁰ 39,1/			II- I=114,05	+0,39/
		VII	96 ⁰ 30,9/			II- VII=52,51	+1 ⁰ 31/
		III	22 ⁰ 19,1/			II- III=135,19	-1 ⁰ 49/
	КЛ	І	26 ⁰ 39,2/				
		VII	276 ⁰ 31,4/				
		III	202 ⁰ 19,4/				
II	КП	І	0 ⁰ 00,0/			000,0/	
		10	323 ⁰ 33,0/				
		12	258 ⁰ 08,1/			10,12	
		13	294 ⁰ 04,0/			34,04	
		14	300 ⁰ 30,3/			38,88	
		III	0 ⁰ 00,0/				
		15	21 ⁰ 41,3/				
		16	20 ⁰ 00,0/				
17	7 ⁰ 52,4/			64,20			

Продолжение табл. 2

Номера станций	Полу-прием	Номера набл. точек	Отсчеты по горизонт. кругу	Величина угла	Средняя величина угла	Мера линий	Угол накл. линии
III	КП	II	281 ⁰ 52,74/			III- II=135,24	+1 ⁰ 48/
		КЛ	VI	179 ⁰ 06,1/			
	КП	II	101 ⁰ 52,2/				
		VI	359 ⁰ 05,9/				
		VI	0 ⁰ 00,0/				
		15	78 ⁰ 28,6/				
		16	75 ⁰ 43,5/				
		18	52 ⁰ 33,6/			38,79	
		19	48 ⁰ 39,0/			44,05	
		20	39 ⁰ 20,6/			39,55	
IV	КП	III	314 ⁰ 29,2/			IV- III=73,63	-0 ⁰ 15/
		КЛ	V	221 ⁰ 34,1/			
	КП	C	217 ⁰ 17,9/			IV- V=152,30	+2 ⁰ 52/
		III	134 ⁰ 29,2			IV- C=71,74	+2 ⁰ 37/
		V	41 ⁰ 33,7/				
		C	37 ⁰ 18,2/				
		V	0 ⁰ 00,0/				
		21	20 ⁰ 30,3/			73,50	
		22	12 ⁰ 05,0/			74,90	
		23	3 ⁰ 24,5/			80,00	
V	КП	IV	74 ⁰ 10,5/			V- IV=152,36	-2 ⁰ 53/
		КЛ	VII	8 ⁰ 14,2/			V- VII=63,08
	КП	VI	281 ⁰ 57,2/			V- VI=101,99	-2 ⁰ 02/
		IV	254 ⁰ 10,4/				
		VII	188 ⁰ 13,7/				
		VI	101 ⁰ 56,7/				
		VI	0 ⁰ 00,0/				
		24	24 ⁰ 56,1/			44,34	
VI	КП	V	116 ⁰ 25,3/			VI- V=101,95	-0054/
		I	3 ⁰ 26,9/			VI- I=102,10	-2012/
	КЛ	V	296 ⁰ 25,5/				
		I	183 ⁰ 27,1/				
	КП	I	0 ⁰ ,00,0/				
		25	90 ⁰ ,15,2/			38,41	

Окончание табл. 2

Номера станций	Полу-прием	Номера набл. точек	Отсчеты по горизонт. кругу	Величина угла	Средняя величина угла	Мера линий	Угол накл. линии
VII	КП	V	149 ⁰ 38,6/				
		II	305 ⁰ 27,6/			VII-II=52,54	+2 ⁰ 03/
	КЛ	V	329 ⁰ 39,1/			VII-V=63,10	-1 ⁰ 31/
		II	125 ⁰ 28,0/				
C	КЛ	IV	67 ⁰ 02,1/			C-VI=71,72	-2 ⁰ 38/
		D	234 ⁰ 21,4/				
	КП	IV	247 ⁰ 02,4/				
		D	58 ⁰ 21,6/				

В журнале измерения углов и линий приведены все исходные данные для дальнейших вычислений.

В первой колонке таблицы записан номер станции (**станция** – место, где устанавливают геодезический прибор), с которой проводились измерения.

Во второй колонке записано положение теодолита, при котором проводились измерения КП – «круг право» (вертикальный круг находится справа от наблюдателя); КЛ – «круг лево» (вертикальный круг находится слева от наблюдателя).

В третьей колонке записаны номера наблюдаемых точек (точки на которые наводили трубу теодолита). Римскими цифрами обозначены номера станций, арабскими цифрами – точки, которые будут наноситься на топографический план - это все элементы существующей застройки, благоустройства, инженерных коммуникаций, углы зданий, границы дорог и т.п. Положение этих точек показано на абрисах местности (рис. П. 4.1, П. 4.2, П. 4.3).

В четвертой колонке записаны отсчеты по горизонтальному кругу теодолита, взятые на каждую из наблюдаемых точек.

В колонке «Мера линий» записаны расстояния между пунктами съемочного обоснования, измеренные в прямом и обратном направлениях.

В колонке «Угол наклона» указан угол наклона измеряемой линии к горизонту.

Порядок вычислений

1. Определить величину угла между пунктами съемочного обоснования.

Для определения величины угла необходимо, в соответствии со своим вариантом, из отсчета на правую точку вычесть отсчет на левую точку. Так, для 1 варианта, при расчете угла 1 нужно из отсчета на точку VI вычесть отсчет на точку II. Для 2 варианта, при расчете величины угла II, нужно из отсчета на точку VII вычесть отсчет на точку III. Каждый угол нужно рассчитать дважды (при КП и КЛ). Расхождение в полученных значениях углов при КП и КЛ не должно превышать 1.

По полученным результатам рассчитать среднюю величину угла.

Далее необходимо определить координаты каждой вершины угла. Для этого нужно обработать ведомость координат (табл. П. 3).

2. Выписать из табл. 2 в ведомость координат значения средних углов и линий для каждой станции. Номера станций и углы между ними записываются в ведомость координат через строчку.

3. Увязать горизонтальные углы:

Увязать – значит проверить правильность измерений, определить ошибку и устранить ее влияние.

а) определить теоретическую сумму горизонтальных углов

$$\Sigma\beta_{теор} = 180^0(n-2), \quad (1)$$

где n – число углов.

Вследствие накопления неизбежных ошибок, возникающих при измерениях, появляются расхождения между практическими значениями и теоретическими выводами. Эти расхождения называются **невязкой**.

б) определить невязку суммы измеренных горизонтальных углов

$$f\beta = \beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}; \quad (2)$$

в) определить допустимые значения невязки

$$f\beta_{доп} = \pm 1' \sqrt{n}; \quad (3)$$

г) проверить выполнение неравенства $f\beta \leq f\beta_{доп}$.

Если полученная невязка не превышает допустимого значения, то

д) распределить $f\beta$ в измеренные горизонтальные углы с обратным знаком пропорционально суммам горизонтальных проложений сторон измеренных углов.

4. По увязанным горизонтальным углам и заданному начальному азимуту определить азимуты всех остальных линий хода:

$$A_{n+1} = A_n + 180 - \beta_{испр}. \quad (4)$$

Контролем вычислений является условие:

$$A_{кон} + 180 - \beta_1 = A_{нач}. \quad (5)$$

5. По вычисленным азимутам определить румбы каждой линии:

$$\begin{aligned} A_1 (0-90); & \quad R_1 = A_1 (CB), \\ A_2 (90-180); & \quad R_2 = 180 - A_2 (ЮВ), \\ A_3 (180-270); & \quad R_3 = A_3 - 180 (ЮЗ), \\ A_4 (270-360); & \quad R_4 = 360 - A_4 (СЗ). \end{aligned} \quad (6)$$

6. Вычислить приращение координат линий хода:

$$\Delta x_i = d_i \cos R_i \quad (7)$$

$$\Delta y_i = d_i \sin R_i \quad (8)$$

7. Увязать приращения координат:

а) определить невязки в приращениях координат

$$\left. \begin{aligned} f\Delta x &= \Sigma \Delta x_i \\ f\Delta y &= \Sigma \Delta y_i \end{aligned} \right\}; \quad (9)$$

б) для оценки невязок вычислить абсолютную линейную невязку:

$$f_{ABC} = \sqrt{f\Delta x^2 + f\Delta y^2}; \quad (10)$$

и относительную линейную невязку:

$$f_{отн} = \frac{f_{ABC}}{P}, \quad (11)$$

где P - периметр хода.;

в) проверить выполнение неравенства

$$f_{отн} \leq \frac{1}{2000}; \quad (12)$$

Если невязка допустима, то

г) распределить $f\Delta x$ и $f\Delta y$ в соответствующие приращения с обратным знаком прямо пропорционально горизонтальным проложениям.

8. По исправленным приращениям определить координаты всех точек съемочного обоснования

$$\left. \begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + \Delta x_{(i)-(i+1)} \\ y_{i+1} &= y_i + \Delta y_{(i)-(i+1)} \end{aligned} \right\}. \quad (13)$$

9. Проверить

$$\left. \begin{aligned} x_n + \Delta x_{(n-1)} &= x_1 \\ y_n + \Delta y_{(n-1)} &= y_1 \end{aligned} \right\} \text{ вычисления координат}. \quad (14)$$

После обработки ведомости координат приступают к вычерчиванию плана.

Вычерчивание плана теодолитной съемки

Для вычерчивания плана необходимо иметь лист плотной бумаги формата А2, линейку Дробышева, остро отточенный карандаш 2Т и 4Т, масштабную линейку, карандашную резинку и транспортир.

Составление плана начинается с разбивки и оцифровки сетки квадратов с помощью линейки Дробышева на листе чертежной бумаги формата А2.

Линейка Дробышева – это металлическая линейка, одно ребро которой скошено для прочерчивания линий. Вдоль линейки вырезаны шесть окошек со скошенными краями.

На скошенном крае первого (левого) окошка нанесен начальный штрих 0. Линейка оканчивается скошенным ребром, представляющим собой дугу радиуса 70,71.

Построение координатной сетки (3x4 квадрата) линейкой Дробышева выполняется следующим образом:

- 1) по нижнему краю листа прочертить прямую линию АБ;
- 2) приложить к линии АБ линейку так, чтобы начерченная линия была видна в окошках линейки и карандашом по скошенным краям окошек сделать засечки (рис. 8);

- 3) расположить линейку примерно перпендикулярно к линии АБ; совместив 0 на линейке с первым штрихом на линии АБ;
- 4) сделать засечки по скошенным краям линейки;
- 5) расположить линейку по диагонали (линия БГ), совместив 0 на линейке с последней засечкой на линии АБ;
- 6) сделать засечку на линии АГ по скошенному краю последнего окошка линейки;
- 7) соединить полученную засечку «Г» с засечкой «А»;
- 8) те же действия повторить на линии ГВ и БВ;
- 9) противоположные засечки соединить прямыми линиями.

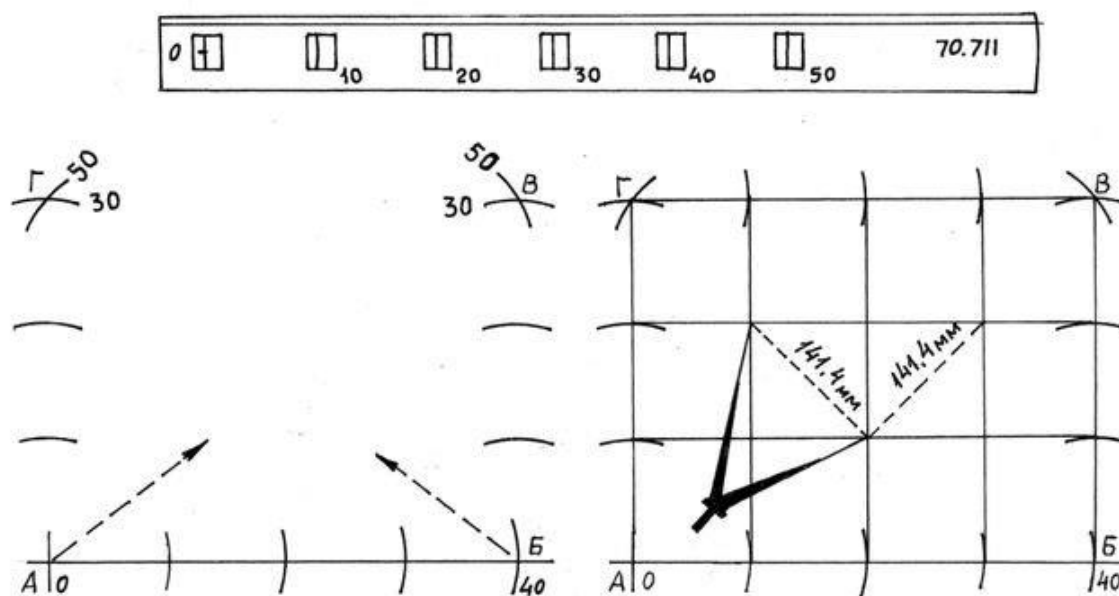


Рис.8. Схема вычерчивания сетки квадратов с помощью линейки Дробышева

Нанесение на план точек съемочного обоснования по координатам

Контроль построения сетки квадратов выполняется проверкой диагоналей каждого квадрата одним раствором циркуля-измерителя. Разности диагоналей не должны быть более 0, 2 мм.

Для нанесения на план точек съемочного обоснования необходимо оцифровать полученную сетку квадратов.

Сторона каждого квадрата вычерченной сетки равняется 10см. Масштаб плана – 1:500. То есть, 1см плана соответствует 5м на местности. Значит, сторона каждого квадрата равняется 50 м.

При этом нужно помнить, что ось X в геодезии всегда направлена на север, т.е. оцифровку оси нужно вести снизу вверх. Ось Y направлена с запада на восток, значит ее оцифровка ведется слева направо.

Для оцифровки сетки квадратов нужно выписать из ведомости координат самые маленькие и самые большие значения координат X и Y. За начало координат выбирают левый нижний угол сетки квадратов. Оцифровку сетки

квадратов нужно выполнить так, чтобы на ней уместились и самые маленькие и самые большие координаты. Для этого начинать оцифровку нужно с минимального целого значения X и Y . Например, минимальные значения $X = 259,370$ м, а $Y = -128,400$ м. Значит, в левом нижнем углу сетки квадратов по оси X записывается цифра 250,000, по оси Y записывается цифра $-120,000$, а к каждой следующей вершине квадрата прибавляется по 50 м (рис. 9).

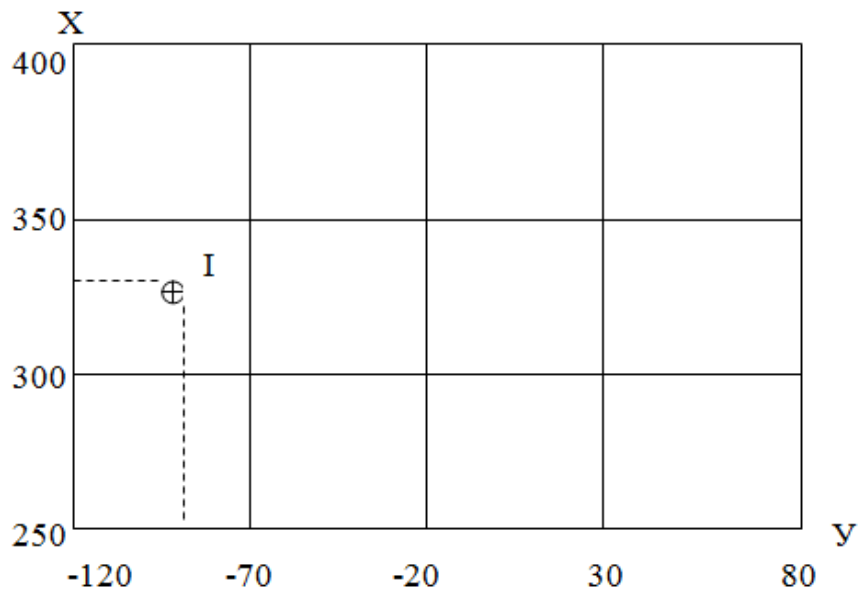


Рис. 9. Пример оцифровки сетки квадратов

После оцифровки сетки квадратов приступают к вычерчиванию плана.

Прежде всего, на сетку квадратов по координатам наносят точки съемочного обоснования. Например, точка I съемочного обоснования имеет координаты $X = 325,100$, а $Y = -82,400$. Чтобы нанести точку I на план, нужно, пользуясь масштабной линейкой и измерителем, отложить эти значения на осях X и Y (рис. 9). Аналогично производят построение всех других точек съемочного обоснования. Контролем правильности нанесения точек служит расстояние между соседними точками. Расстояние на плане должно равняться горизонтальному проложению этой линии, взятому из ведомости координат. Расхождение допускается в пределах графической точности плана 0,2 мм. Точки съемочного обоснования последовательно соединяют тонкими линиями. Построенное таким образом плановое обоснование служит опорой для накладки контуров местности.

После нанесения на план точек съемочного обоснования, сетку стирают, оставляя только пересечение координатных линий (см. условные знаки).

Перед нанесением на план ситуации, необходимо внимательно изучить абрисы местности (рис. П. 4.1, П. 4.2, П. 4.3), чтобы не пропустить точку, не перепутать ее принадлежность к контуру и точно установить способ ее нанесения.

Способ построения объектов местности на плане соответствует способу их съемки на местности.

Значения углов и расстояния на плане не подписываются.

Существуют четыре способа нанесения объектов местности на план.

Способ перпендикуляров. Для нанесения на план точки способом перпендикуляров, нужно отложить заданное расстояние от начала опорной линии и восстановить из этой точки перпендикуляр заданной длины (рис. 10).

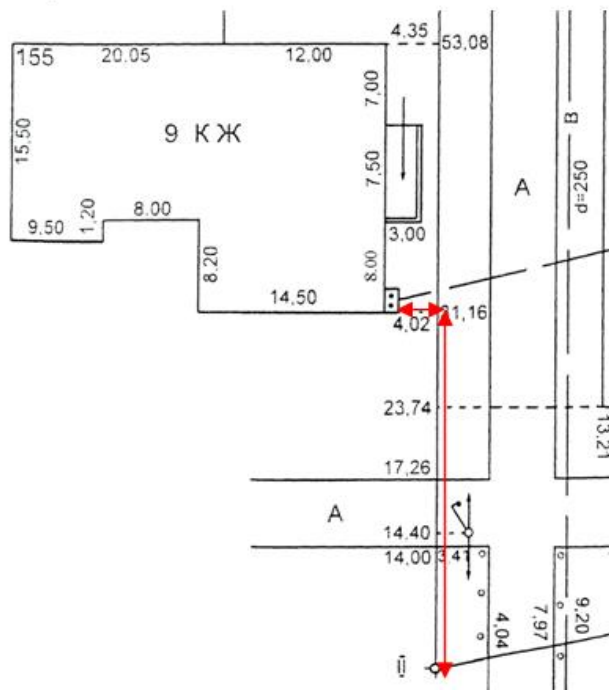


Рис. 10. Схема нанесения на план точки способом перпендикуляров

Способ полярных координат. Нанесение точки, полярным способом, заключается в откладывании от опорной линии заданного угла и заданного расстояния. Например, для нанесения точки № 23 (см табл. 2), нужно приложить транспортир по направлению линии IV – V и отложить заданный угол $3^{\circ}24'$ и расстояние 80,00 м. (рис. 11).

Способ угловых засечек. Для нанесения на план точки способом угловых засечек, необходимо из начальной и конечной точек опорной линии отложить два заданных угла (см. табл.2). В месте пересечения полученных направлений будет находиться искомая точка (рис. 12). Так, для нанесения точки № 10, нужно приложить транспортир по линии I - II, (0 на транспортире направлен в сторону точки II) и отложить угол $24^{\circ}51'$. Затем, приложить транспортир по линии II – I (0 на транспортире направлен в сторону точки I) и отложить угол $323^{\circ}33'$. Там, где пересекутся два полученных направления, будет находиться точка 10.

Способ линейных засечек. В этом случае положение точки определяется пересечением двух дуг описанных из вершин опорной линии заданными радиусами (рис.13). Заданные радиусы дуг показаны на абрисе местности (рис. П. 4.1, П. 4.2, П. 4.3).

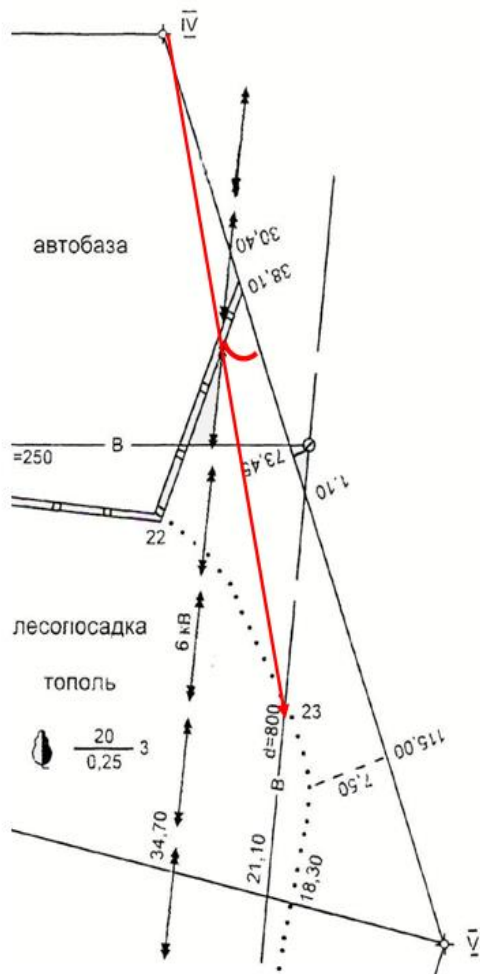


Рис. 11. Схема нанесения точки способом полярных координат

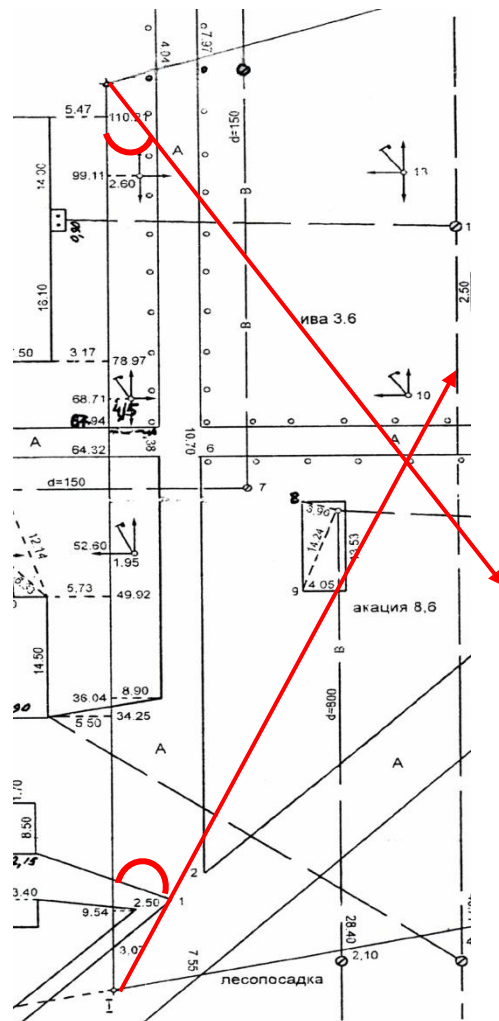


Рис. 12. Схема нанесения точки способом угловых засечек

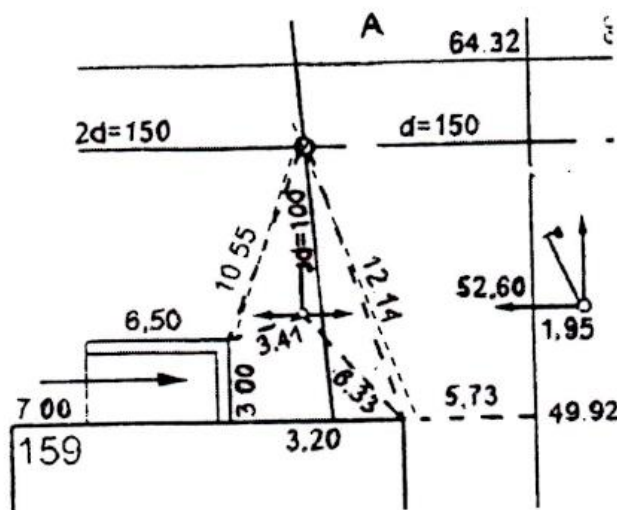


Рис. 13. Схема нанесения точки способом линейных засечек

Оформление плана

После проверки правильности построения контуров местности все дополнительные линии убирают и приступают к оформлению плана в соответствии с [1], предварительно показав работу преподавателю.

Порядок вычерчивания плана тушью и красками может быть рекомендован следующий:

- выполняется отмывка розовым цветом участков с асфальтовым покрытием. (перед отмывкой поверхность бумаги следует увлажнить чистой водой и, дав просохнуть, на слегка влажную, но не мокрую поверхность бумаги наносят несколько раз водный раствор до получения нужного оттенка;

- вычерчивается пересечение линий координатной сетки (пересечение линий обозначают в соответствии с условными знаками крестиками зеленого цвета со стороной 6x6 мм), а также все пункты съемочного обоснования в соответствии с [1];

- выполняются все надписи (шрифт для надписи должен соответствовать [1]);

- вычерчиваются инженерные сооружения, жилые дома и нежилые постройки, дороги, сети подземных коммуникаций, линии электропередач;

- оформление рамок и размещение надписей за рамками плана проводят в соответствии с приложением к [1] для масштаба 1:500.

Материалы представляемые для сдачи:

- рассчитанный в соответствии с вариантом журнал измерения углов и линий (табл. 2);

- рассчитанная ведомость координат;

- план теодолитной съемки.

Для сдачи работы необходимо знать:

- порядок расчета журнала углов и линий;

- порядок расчета ведомости координат;

- значение терминов, используемых в ведомости координат (азимут, дирекционный угол, румб, приращение координат, невязка угловая, невязка допустимая, невязка в приращениях координат);

- порядок вычерчивания плана теодолитной съемки.

Расчетно-графическая работа № 4

Нивелирование поверхности

Цель работы - освоение методики обработки результатов площадного нивелирования с вычислением проектной отметки горизонтальной площадки и составление картограммы земляных работ.

Исходные данные:

1) полевой журнал нивелирования поверхности по квадратам (рис.14);

2) исходные отметки реперов (по вариантам).

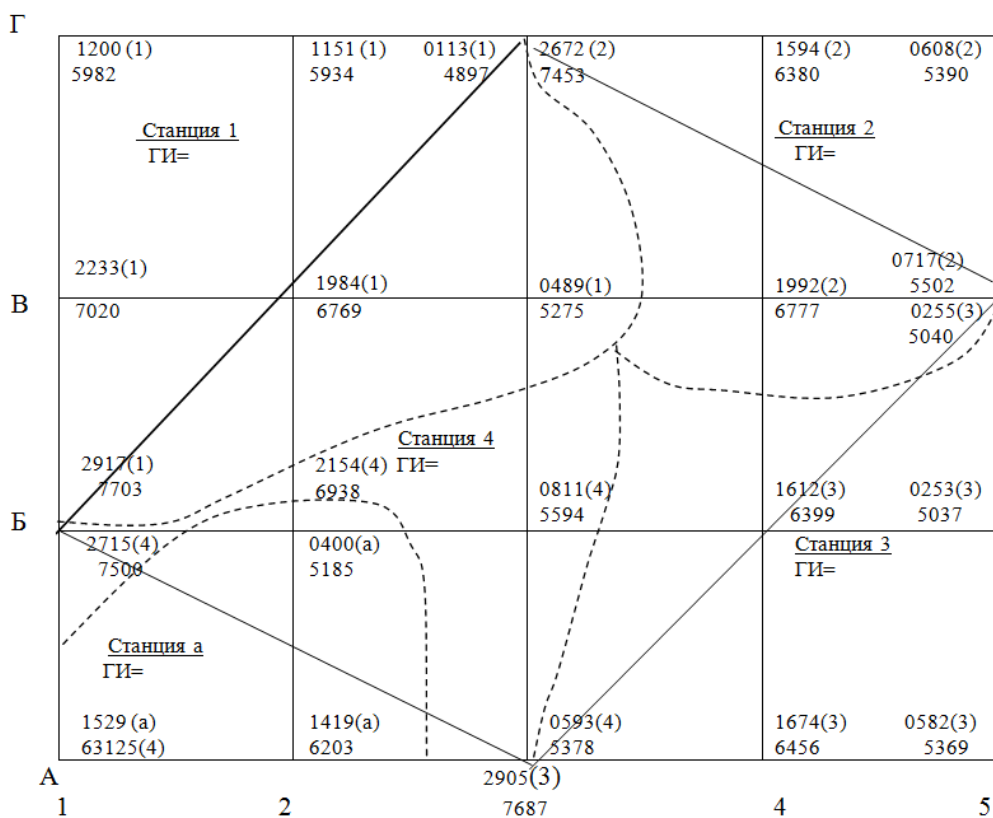


Рис. 14. Полевой журнал нивелирования поверхности по квадратам

Для того чтобы выполнить вертикальную планировку местности или рассчитать объем земляных работ, необходимо территорию разбить на квадраты со стороной 20 – 50 м. В вершинах квадратов забить колышки и подписать их. Для этого все вертикальные линии сетки квадратов обозначаются арабскими цифрами, а все горизонтальные линии – буквами. Вершины квадратов в этом случае обозначаются, например, А/3; В/2 и т.п.

Затем каждая вершина квадрата нивелируется. На рис. 14 зона нивелирования каждой станции выделена пунктирной линией. В полевом журнале нивелирования рядом с каждой точкой записана пара отсчетов. Верхний отсчет – по черной стороне рейки, нижний – по красной стороне. В скобках записан номер станции, с которой выполнялось нивелирование. Чтобы отметки точек получились в одной системе высот, одну из точек нивелируют с двух соседних станций (такая точка называется связующей). Рядом с такой точкой записаны две пары отсчетов.

Порядок выполнения задания

I. На листе чертежной бумаги формата А4 вычертить схему нивелирного хода (рис. 15) и рассчитать среднее превышение и невязку хода:

$$\sum h_{CP_{ТЕОР}} = 0; fh_{ДОП} = \pm 10\sqrt{n}. \quad (15)$$

Если полученная невязка fh будет равна или меньше допустимой $fh_{ДОП}$, то ее необходимо распределяют на средние превышения хода с обратным знаком.

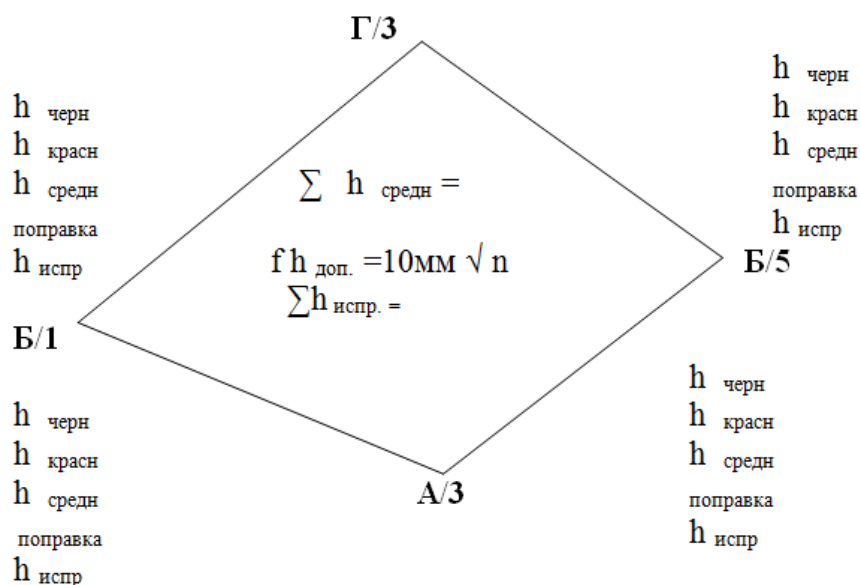


Рис. 15. Схема увязки превышений

По увязанным превышениям вычислить абсолютные отметки связующих точек хода

$$H_{\text{посл}} = H_{\text{нач}} + h_{\text{испр}}. \quad (16)$$

Начальную отметку выдает преподаватель в соответствии с вариантом студента.

Проверка правильности вычислений. Если к последней полученной отметке прибавить последнее исправленное превышение, должна получиться начальная (заданная) отметка.

II. Вычислить отметки всех вершин квадратов:

а) на листе формата А4 в масштабе 1:500 вычертить еще одну сетку квадратов (план территории с сеткой квадратов) со стороной квадрата -20м. Из схемы увязки превышений возле связующих точек (Б/1; Г/3; В/5; А/3) выписать их абсолютные отметки.

б) вычислить горизонт инструмента каждой станции

$$Г.И. = H_i + a_i, \quad (17)$$

где H - абсолютная отметка точки; a – отсчет по черной стороне рейки, взятый на эту же точку.

Значение горизонта инструмента выписывается на схему квадратов у соответствующей станции;

в) вычислить отметки вершин квадратов на каждой станции

$$H_i = Г.И. - a_i. \quad (18)$$

Отметки выписываются на схему отметок вершин квадратов у соответствующих вершин.

III. Методом графической интерполяции провести горизонталь с высотой сечения рельефа 0,5 м.

Рельеф изображают с помощью горизонталей. **Горизонталь** – плавная линия, соединяющая точки с одинаковыми отметками. Горизонталь проводят с

помощью прозрачной палетки. Для этого на листе кальки через 5 мм вычерчивают параллельные линии и подписывают их через 0,5 м, начиная с самой маленькой целой отметки и заканчивая самой большой (рис. 16).

Прозрачную палетку накладывают на каждую линию, соединяющую две соседние вершины квадратов, и вращают ее так, чтобы линии палетки совпали с отметками вершин квадратов (рис. 17).



Рис. 16. Палетка для интерполирования

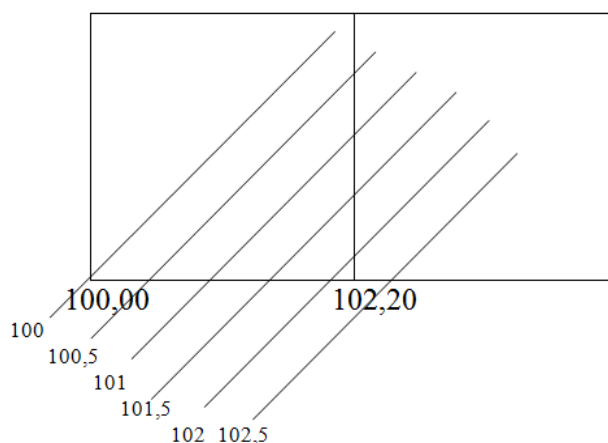


Рис. 17. Интерполирование с помощью палетки

Закрепив в таком положении кальку, накалывают иглой точки пересечения линий палетки с линиями, соединяющими вершины квадратов. Рядом с полученной точкой подписывают ее отметку. Аналогично интерполируют все остальные линии. Все точки с одинаковыми отметками соединяют плавными линиями - горизонталями. При этом горизонтали не должны пересекаться, раздваиваться (соединяться) и прерываться.

Горизонтали вычерчивают тонкой линией коричневого цвета. Отметки горизонталей, кратные целым метрам, записывают в разрывах горизонталей; при этом верх цифр должен быть обращен в сторону повышения местности.

IV. Вычислить проектную отметку горизонтальной площадки с учетом нулевого баланса земляных работ.

Отметка, на которой нужно выровнять рельеф, чтобы не вывозить и не завозить грунт для ее выравнивания, рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{ПР}} = \frac{\sum H_A + 2\sum H_B + 4\sum H_C}{4n}, \quad (19)$$

где $\sum H_A, \sum H_B, \sum H_C$ - суммы соответствующих отметок (рис. 17).

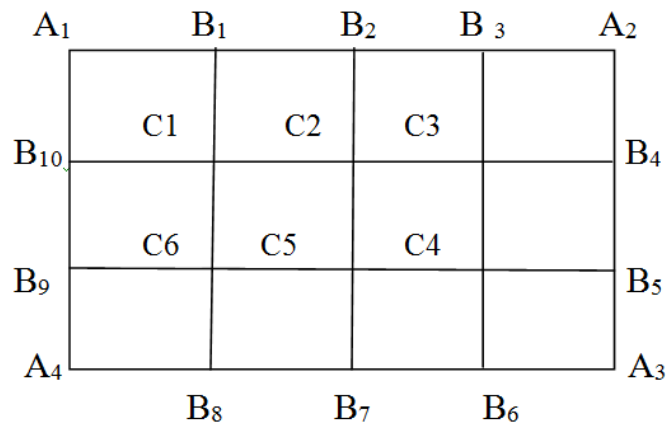


Рис. 18. Схема расположения отметок, используемых для расчета $H_{\text{ПР}}$

Полученную проектную отметку в виде пунктирной горизонтали красного цвета нанести на план.

Участок плана, лежащий выше проектной отметки отмыть желтым цветом (грунт на этом участке будет срезаться), а участок, лежащий ниже $H_{\text{ПР}}$, отмыть розовым цветом (грунт будет засыпаться).

V. Вычислить и записать у вершин квадратов соответствующие рабочие отметки:

$$h_{\text{раб}} = H_{\text{ПР}} - H_{\text{АБС}}. \quad (20)$$

Рабочие отметки показывают сколько грунта в каждой вершине квадрата нужно срезать или засыпать, чтобы получить проектную отметку.

VI. Для составления картограммы земляных работ найти на сетке квадратов точки нулевых работ. Они располагаются на сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками.

а) вычислить расстояния l_1 и l_2 от точек нулевых работ до вершин квадрата:

$$l_1 = \frac{ah_{p_1}}{(h_{p_1} - h_{p_2})}; l_2 = \frac{ah_{p_2}}{(h_{p_1} - h_{p_2})}, \quad (21)$$

где a – сторона квадрата; h_{p_1} и h_{p_2} - абсолютные значения рабочих отметок концов стороны. Контроль правильности вычислений осуществляют по формуле $l_1 + l_2 = a$;

б) отложив на сторонах квадратов значения, определяют положение точки нулевых работ.

Составление картограмм завершается обозначениями фигур, являющихся основаниями земляных призм. Основанием призм могут быть "чистые" квадраты, вершины которых имеют рабочие отметки с одним знаком, и "переходные", по которым проходит линия нулевых работ. Переходные

квадраты разбивают на треугольники, а все фигуры нумеруют цифрами в кружках (рис. 19).

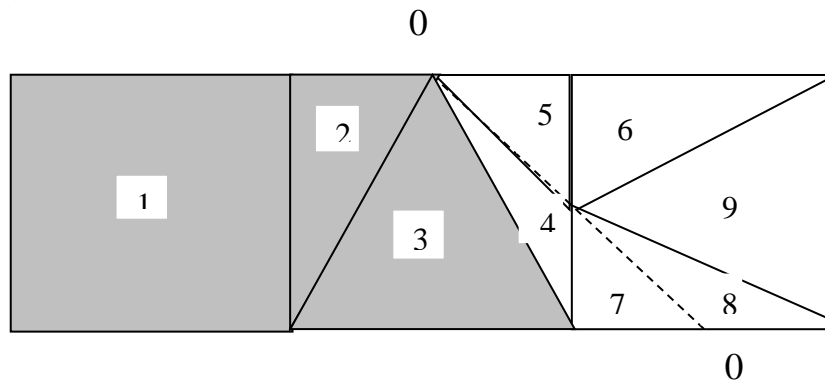


Рис. 19. Картограмма земляных работ при проектировании горизонтальной площадки (фрагмент)

VII. Вычислить объемы земляных работ:

$$v = p \cdot h_{CP}, \quad (22)$$

где p - площадь основания призмы (фигуры на картограмме), h_{CP} - средняя рабочая отметка.

Расхождение суммарных объемов выемки вычисляется по формуле:

$$\Delta v = \sum(-v) - \sum(+v). \quad (23)$$

Расхождения в процентном отношении вычисляются по формуле:

$$\frac{\Delta v}{v} 100\%, \quad (24)$$

где $v = |\sum(+v)| + |\sum(-v)|$.

Предельное расхождение допускается не более 3%. Вычисленные объемы заносят в "Ведомость вычисления объемов земляных работ" (табл. 3).

Таблица 3

Ведомость вычисления объемов земляных работ

№ фигур	Площадь фигуры, м ²	Средняя рабочая отметка, м	Объем земляных работ, м ³	
			Выемка(-)	Насыпь(+)
1.	400.0			
2.	154.0	+0,39		156.0
3.	200.0	+0,21		32.3
4.	.	+0,18		36.0
5.	.	.		.
6.	.	.		.
7.	63.8	.		.
8.	69.2	+0,04	2.8	2.6
9.	200.0	-0,04 -0,15	30.0	
	$\sum P_1 =$		$\sum(-V) =$	$\sum(+V) =$

К сдаче предоставляются:

- 1) полевой журнал нивелирования;
- 2) схема увязки превышений нивелирного хода;
- 3) план площадки с вычерченными горизонталями, нанесенной проектной отметкой;
- 4) картограмма земляных работ;
- 5) ведомость вычисления объемов земляных работ.

При сдаче работы необходимо знать:

- 1) порядок обработки полевого журнала нивелирования;
- 2) порядок вычерчивания горизонталей;
- 3) формулу расчета проектной отметки для вертикальной планировки местности;
- 4) порядок составления картограммы земляных работ;
- 5) формулы для расчета объемов земляных работ.

Расчетно - графическая работа № 5

Продольно-поперечное нивелирование трассы и проектирование подземного трубопровода

Продольно - поперечное нивелирование – это комплекс работ, выполняемый при проведении инженерных изысканий для строительства сооружений линейного типа (инженерных коммуникаций, дорог и т.д.).

Целью работы является освоение методики обработки результатов нивелирования трассы, составление по результатам вычислений профиля местности и проектирование подземного трубопровода.

Вначале на планах и картах проектируют несколько вариантов будущего линейного сооружения. Затем, утвержденный вариант трассы переносят на местность. Прежде всего, определяют положение главных точек трассы – начало трассы (НТ), конец трассы (КТ) и вершины углов поворота (ВУ). Прямые участки между этими точками разбивают на равные стометровые отрезки – пикеты (рис. 20). В концах этих отрезков забивают колышки и подписывают их Пк1, Пк2 и т.д.

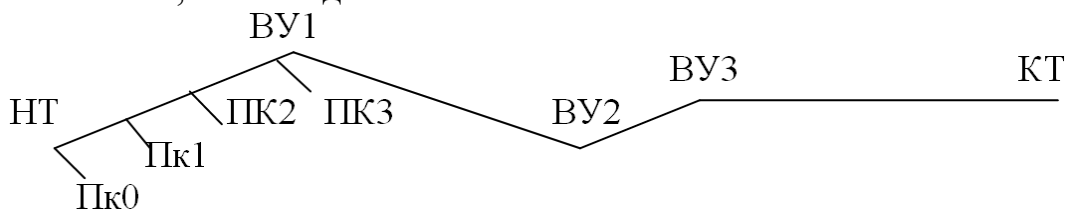


Рис. 20. Вынос оси трассы на местность и разбивка пикетажа.

Если в промежутках между пикетами имеется видимый на глаз перепад рельефа местности, то в этих местах тоже забивают колышки и подписывают их, например +22, +35 и т.д. (рис. 21). Цифры означают расстояние от предыдущего пикета до данной точки. Такие точки называются **плюсовыми**.

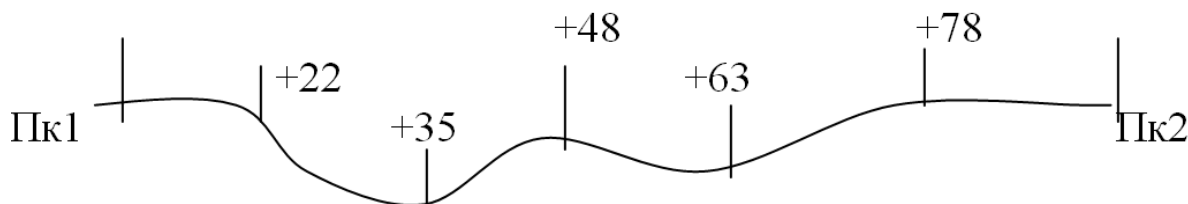


Рис. 21. Обозначение на местности плюсовых точек.

Чтобы знать, какой рельеф местности имеется слева и справа от оси трассы, в наиболее характерном месте отступают от оси трассы вправо и влево на 15 – 20 м, забивают в этих местах колышки и подписывают их – ПР-20, Л-20.

Затем, трассу нивелируют. Для этого нивелир устанавливают между двумя соседними пикетами, а в пикеты устанавливают рейку (рис. 22).

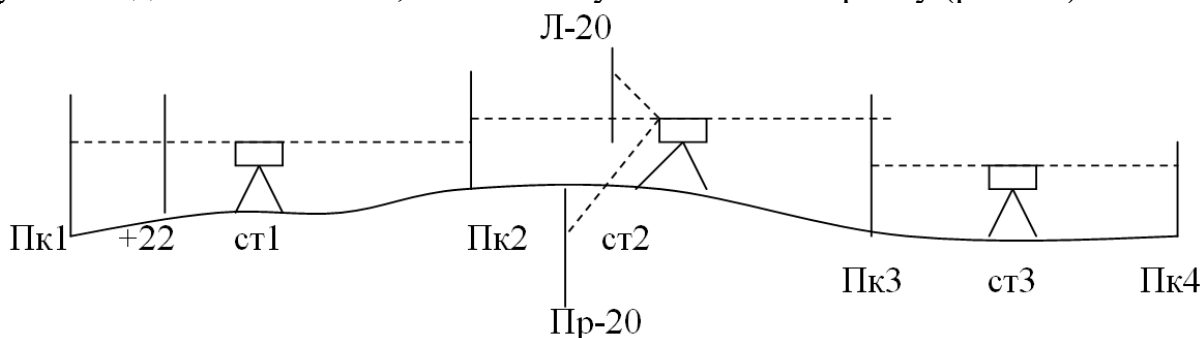


Рис. 22. Схема нивелирования трассы

Результаты нивелирования записывают в полевой журнал (табл.4)

Исходные данные:

1) полевой журнал нивелирования трассы (табл. 4).

В первой колонке журнала «Номера станций» указан номер станции, с которой выполнялось нивелирование. В колонке «№ пикетов и промежуточных точек» записаны пикеты и плюсовые точки (точки перегиба местности), лежащие между пикетами. В колонке «Отсчеты по рейке» записаны два отсчета. Верхний – по черной стороне рейки, нижний – по красной стороне. На промежуточные (плюсовые) точки записан только один отсчет – по черной стороне рейки.

Обработка журнала включает следующие этапы:

I. Проверка правильности отсчетов

Из красного отсчета на каждый пикет вычесть черный отсчет на этот же пикет. Результат должен быть $4785 \pm 5\text{мм}$.

II. Вычисление превышений между связующими точками

Для этого нужно из черного отсчета на предыдущий пикет вычесть черный отсчет на следующий пикет. Затем из красного отсчета на предыдущий пикет вычесть красный отсчет на следующий пикет

$$h_2 = a_2 - b_2, \tag{25}$$

$$h_{KP} = a_{KP} - b_{KP}, \tag{26}$$

где a_2 , b_2 и $a_{кр}$, $b_{кр}$ - отсчеты по черной и красной сторонам рейки. Например, превышение между ПК29 и ПК30 = 1245 - 0808 и 6030 – 5592.

Если превышения между связующими пикетами по черной и красной стороне рейки различаются не более чем на 5 мм, то вычисляют среднее превышение:

$$h_{CP} = \frac{h_2 - h_{кр}}{2} . \quad (27)$$

Результаты записывают в колонку «Превышения». Сверху записывают превышение по черной стороне рейки, ниже – по красной стороне, еще ниже среднее превышение.

Таблица 4

Журнал геометрического нивелирования

№ станций	№№ пикетов и промежуточных точек	Отсчеты по рейке			Превышение, мм	Горизонт инструмента, м	Абсолютные отметки, м
		задняя	передняя	промежуточная			
1	2	3	4	5	6	7	8
	ПК 29	1245					
1		6030					
	ПК 30		0809				
			5592				
2	ПК 30	1029					
		5816					
	ПК 31		2416				
			7204				
	+ 22			0738			
3	ПК 31	1522					
		6306					
	ПК 32		2367				
			7151				
	ПР-20			0535			
	Л-20			0735			
4	ПК 32	2810					
		7595					
	ПК 33		0913				
			5700				
	+35			2871			

Окончание табл. 4

	+74			0732			
5	ПК 33	1737					
		6520					
	ПК 34		2009				
			6795				
6	ПК 34	0791					
		5578					
	ПК 35		2536				
			7323				
	+ 40			0398			
7	ПК 35	0675					
		5459					
	ПК 36		2905				
			7687				
8	ПК 36	2650					
		7434					
	ПК 37		1479				
			6266				
	+83			2715			
9	ПК 37	1981					
		6766					
	ПК 38		1425				
			6212				
	Л-10			0925			
	ПР-20			1014			
10	ПК 38	1009					
		5794					
	ПК 39		2746				
			7527				
	+26			0969			
	+64			2273			

$$\Sigma 3 = \quad \Sigma \Pi = \quad \Sigma h =$$

$$(\Sigma 3 - \Sigma \Pi) / 2 =$$

$$(\Sigma h) / 2 =$$

$$\Sigma h_{CP} =$$

III. Выполнить постраничный контроль на каждой странице журнала

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h_{\text{ВЫЧ}}}{2} = \sum h_{\text{СР}} , \quad (28)$$

где $\sum a$ – сумма задних отсчетов, $\sum b$ – сумма передних отсчетов, $\sum h_{\text{ВЫЧ}}$ – сумма вычисленных превышений (без учета средних превышений), $\sum h_{\text{СР}}$ – сумма средних превышений.

IV. Определение невязки нивелирного хода

$$fh = \sum h_{\text{СР}} - \sum h_{\text{ТЕОР}} , \quad (29)$$

где $\sum h_{\text{ТЕОР}}$ для разомкнутого хода равняется разности конечной и начальной отметок хода ($H_k - H_n$). Отметки задаются студентам по варианту. Допустимая невязка вычисляется по формуле:

$$fh_{\text{ДОП}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} , \quad (30)$$

где L – длина хода в км.

Должно выполняться условие $fh < fh_{\text{ДОП}}$.

Поправку ($\Delta h = -\frac{fh}{n}$) вводят в средние превышения хода с обратным

знаком и округлением до целых мм.

Контроль: сумма увязанных превышений должна равняться теоретической сумме (разнице между конечной и начальной отметками).

V. Вычисление отметок связующих (пикетных) точек хода

$$H_i = H_{i-1} + h_i^{\text{ИСПР}} . \quad (31)$$

Контролем вычислений является получение отметки конечного пикета.

VI. Вычисление отметок промежуточных точек:

а) расчет горизонта инструмента:

$$Г.И. = H_a + a = H_b + b, \quad (32)$$

где H_a и H_b – соответственно отметки предыдущего и последующего пикетов на станции; a и b – отсчеты по черной стороне рейки на предыдущий (a) и последующий (b) пикеты.

Горизонт инструмента рассчитывается только на тех станциях, где есть промежуточные точки.

б) расчет отметки промежуточной точки:

$$H_{\text{ПРОМ}} = Г.И. - c, \quad (33)$$

где c – отсчет по черной стороне рейки на промежуточную точку.

VII. Построение профиля трассы

Профиль трассы строится на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабах M_z – 1:2000 (горизонтальный), M_v – 1:200 (вертикальный), масштаб для поперечников M_n – 1:500.

Стандартных профильных сеток для подземных коммуникаций не существует. Профили составляют с учетом специфики работы проектно-

изыскательской организации. Образец оформления профильной сетки приведен на рис. 23.

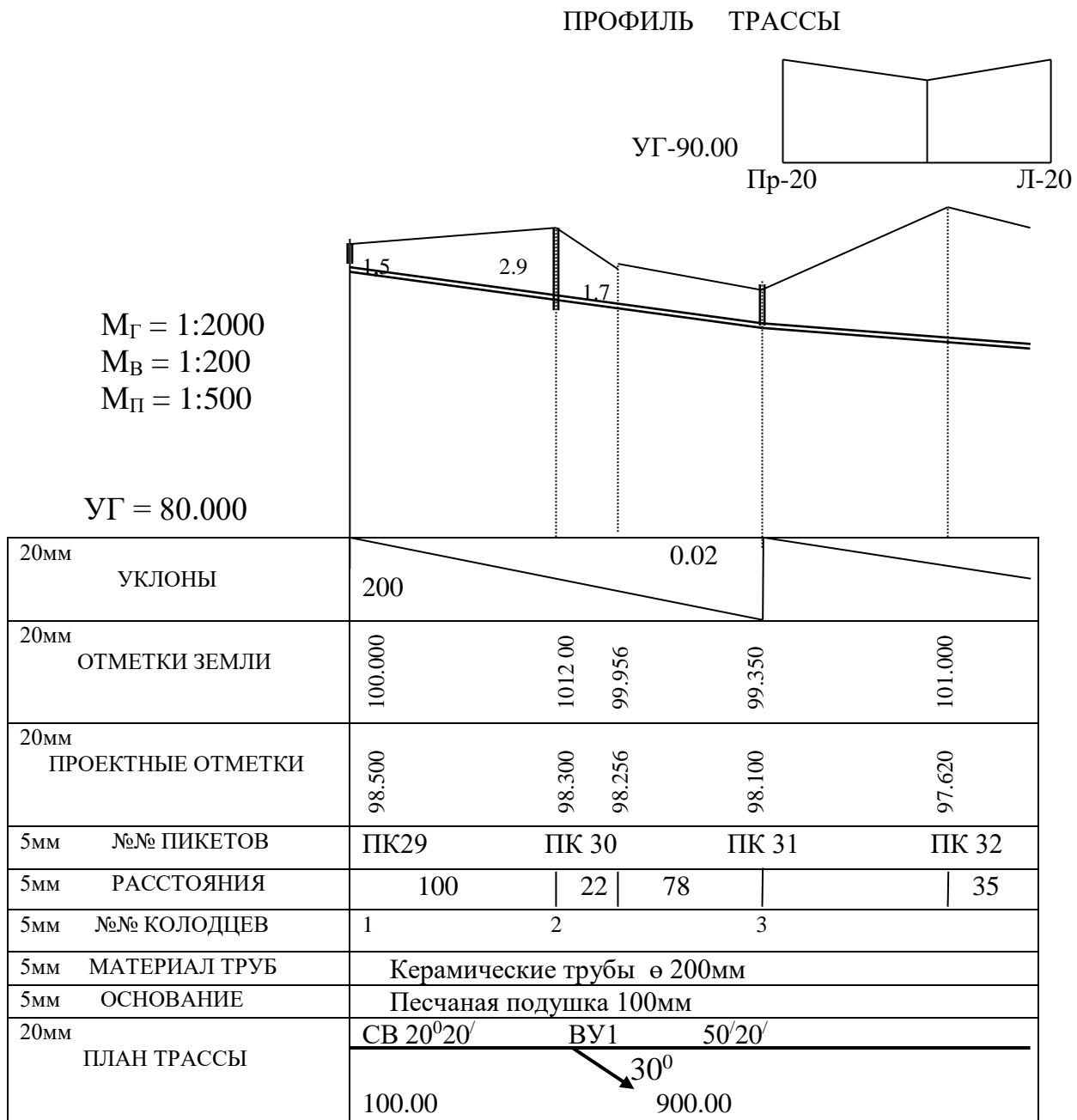


Рис. 23. Профильная сетка

1. Отступив от нижнего края листа 15 см, на всю длину листа проводят прямую линию. Ниже этой линии вычерчивают профильную сетку, а выше – профиль местности. Название граф профильной сетки отделяют вертикальной линией, как показано на рис. 23.

2. От этой вертикальной линии вправо в масштабе 1:2000 откладывают стометровые отрезки – пикеты и расстояния до плюсовых точек.

3. В графе «Номера пикетов» в горизонтальном масштабе 1:2000 также отложить пикеты и пронумеровать их в соответствии с номерами, указанными в журнале технического нивелирования. В графе «Расстояния» отложить расстояния от предыдущих пикетов до промежуточных (плюсовых) точек (точки +22, +35 и т.д.).

4. В графу «Отметки земли» из журнала нивелирования выписывают абсолютные отметки каждого пикета и плюсовой точки с округлением до целых мм.

5. Верхнюю линию сетки принимают за какой-либо условный горизонт (УГ) с таким расчетом, чтобы профиль в своей самой низкой точке располагался на 5-10 см выше линии условного горизонта.

6. От УГ вверх в масштабе 1:200 откладывают отметки пикетных и плюсовых точек.

7. Соединив концы отложенных отрезков ломаной линией, получают профиль местности.

8. Над профилем на произвольной высоте аналогично построить поперечный профиль местности по отметкам Право 20, Лево 20, рассчитанным в журнале технического нивелирования. Масштаб поперечников 1:500.

9. В графе «План трассы» проводят прямую линию, которая обозначает ось будущего трубопровода, а в точке ПК30 стрелкой показывают поворот трассы вправо на 30° . Эта точка называется **вершиной угла ВУ**. Над горизонтальной линией записывают первоначальное направление трассы – СВ $20^{\circ}20'$, а после поворота трассы записывают ее последующее направление. Под чертой пишут расстояние от начала трассы до ВУ, а затем от ВУ до последнего пикета.

10. В графе «Материал труб» для всех вариантов пишется – керамические трубы диаметром 200мм.

11. В графе «Основание» - песчаная подушка 100мм.

ХIII. Проектирование подземного самотечного трубопровода

На полученном профиле запроектировать самотечный трубопровод, соблюдая следующие правила:

- а) уклон труб должен быть в одном направлении;
- б) глубина заложения труб должна быть минимальна, но не менее глубины промерзания грунта (условно принята равной 1,5 м);
- в) в местах изменения уклонов, а на ровных участках трубопровода через 100 м проектируют смотровые колодца.

Ось трубопровода вычерчивается двойной линией.

Для расчета уклона, проектных и рабочих отметок используются формулы:

$$i = \frac{H_K - H_H}{L}; \quad (34)$$

$$H_{i+1}^{KP} = H_n^{KP} + id ; \quad (35)$$

$$h_{РАБ} = H_{ЗЕМЛИ} - H_{ПРОЕКТИ} , \quad (36)$$

где i - уклон; H_{i+1}^{KP} , H_n^{KP} - проектные отметки начальной и конечной точек уклона; d - горизонтальное расположение линии; h_p - рабочая отметка.

При расчете уклонов проектные отметки начальной и конечной точки уклона определяются по миллиметровке с помощью вертикального масштаба.

Полученные значения уклонов и проектных отметок записывают в соответствующие графы профильной сетки. Рабочую отметку, показывающую, сколько грунта нужно срезать или засыпать, чтобы получить проектную отметку, записывают над осью трубопровода возле каждого пикета.

К сдаче предоставляются:

- 1) обработанный журнал технического нивелирования;
- 2) профиль с запроектированным трубопроводом.

При сдаче работы необходимо знать все термины и обозначаемые ими понятия, знать схему геометрического нивелирования, методику расчета журнала нивелирования, уметь строить профиль трассы и проектировать подземный самотечный трубопровод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

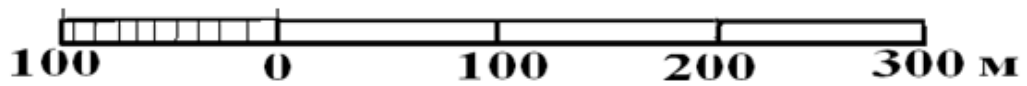
1. Условные знаки для топографических планов. – М.:Недра,1989 -144с.
2. Учебное пособие Поклад Г. Г., Гриднев С. П. Геодезия,- М. Академический проект, 2011.
3. Федотов Г. А. Инженерная геодезия [Текст] : учебник для вузов: допущено МО РФ - изд. 3-е, испр. - М.: Высш. шк., 2006 (Смоленск: Смоленская обл. типография им. В. И. Смирнова, 2005). – 462 с.: ил. - ISBN 5-06-004156-5.

Образец выполнения расчетно-графической работы № 1

МАСШТАБЫ

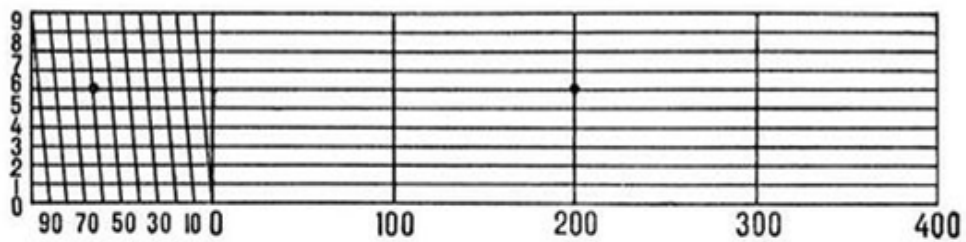
1 Численный: 1:500; 1:1000; 1:10 000:

2. Линейный



_____ ...М, ...СМ
_____ ...М, ...СМ
_____ ...М, ...СМ

3. Поперечный

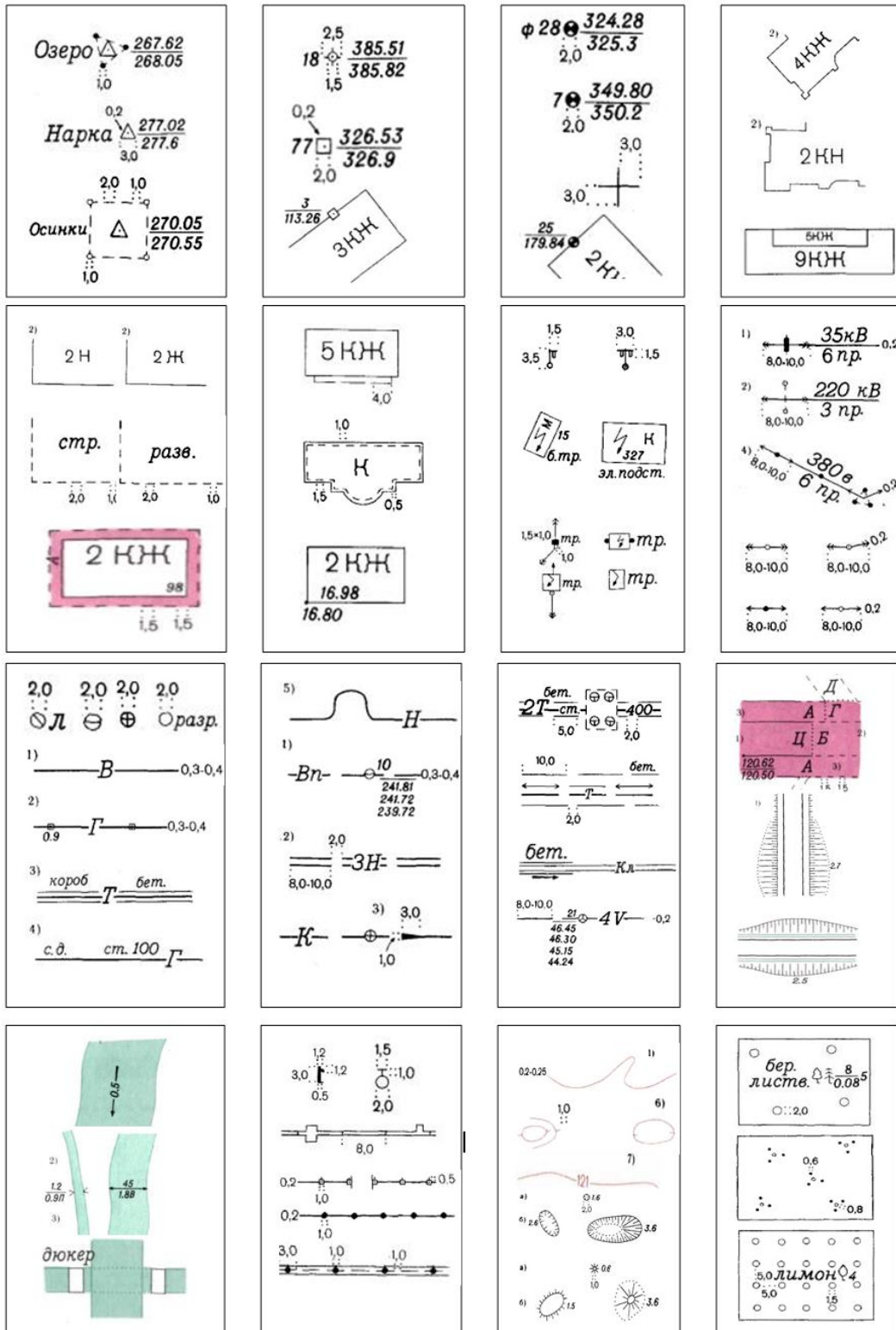


_____ ... М, ...СМ
_____ ...М, ...СМ
_____ ...М, ...СМ

Выполнил ст-т 311гр. Иванов

Образец оформления расчетно-графической работы № 2

Условные знаки



Выполнил студент 311гр. Иванов

Абрисы местности

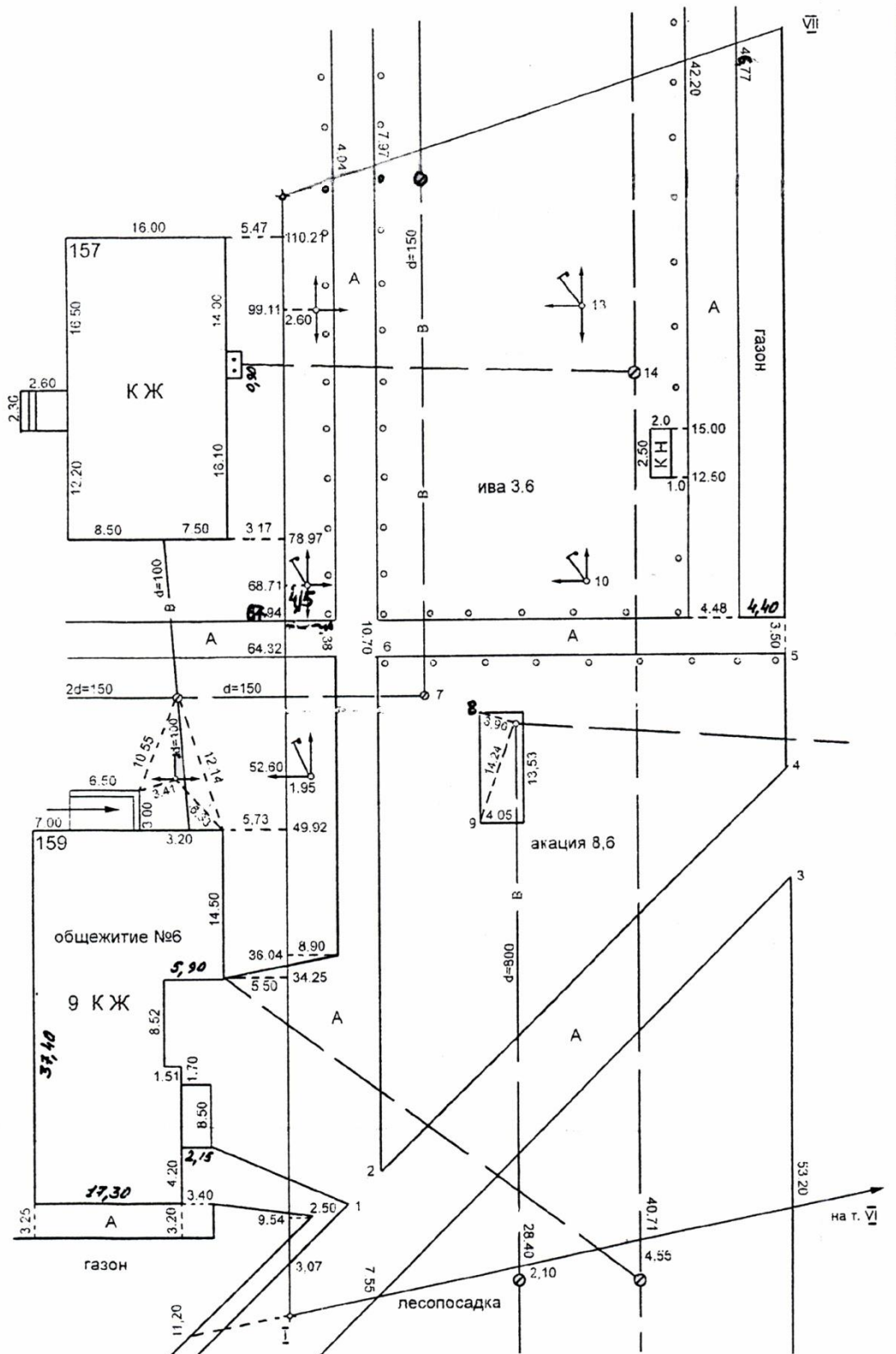


Рис. 1. Абрис местности

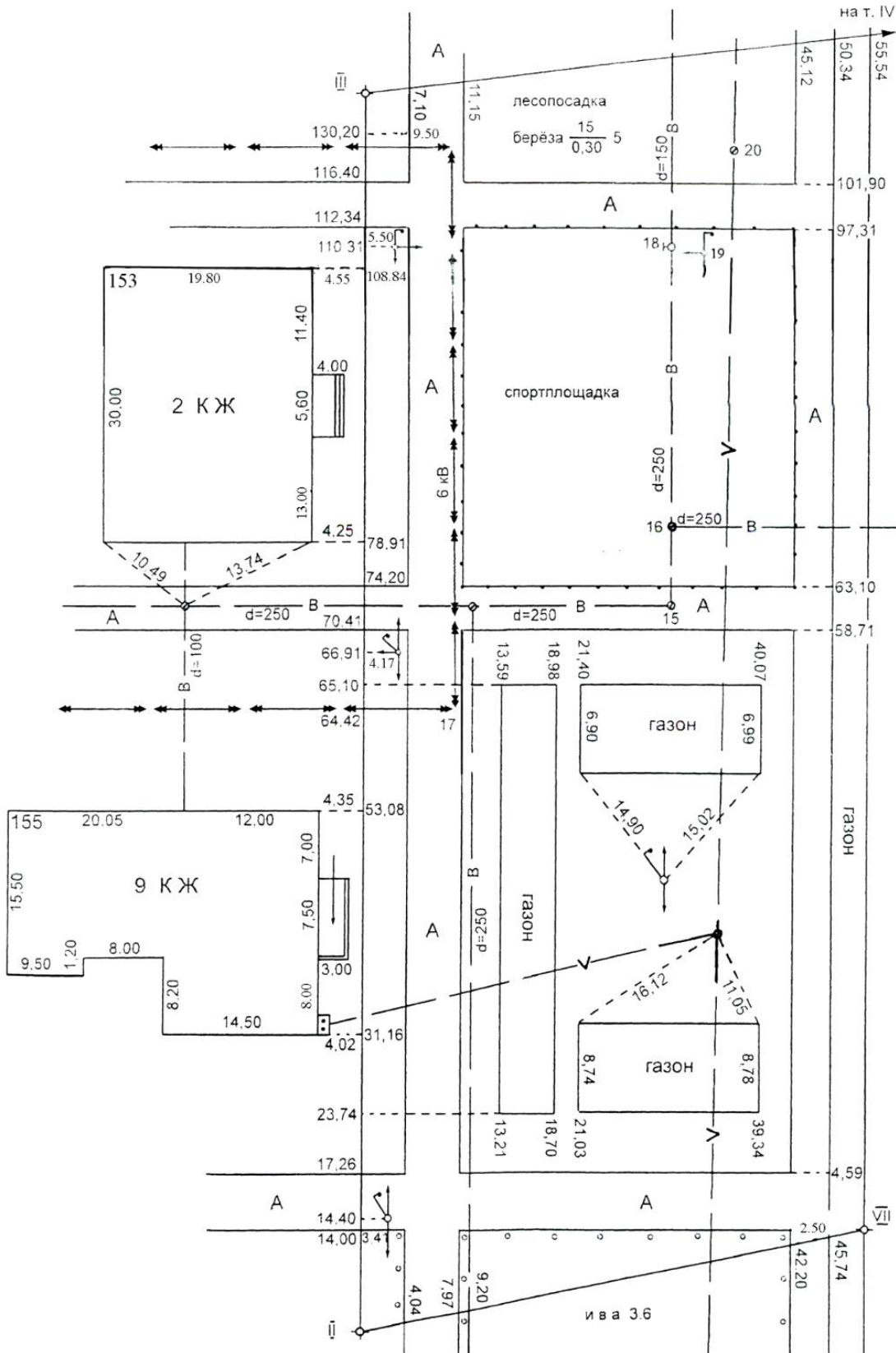


Рис. 2. Абрис местности

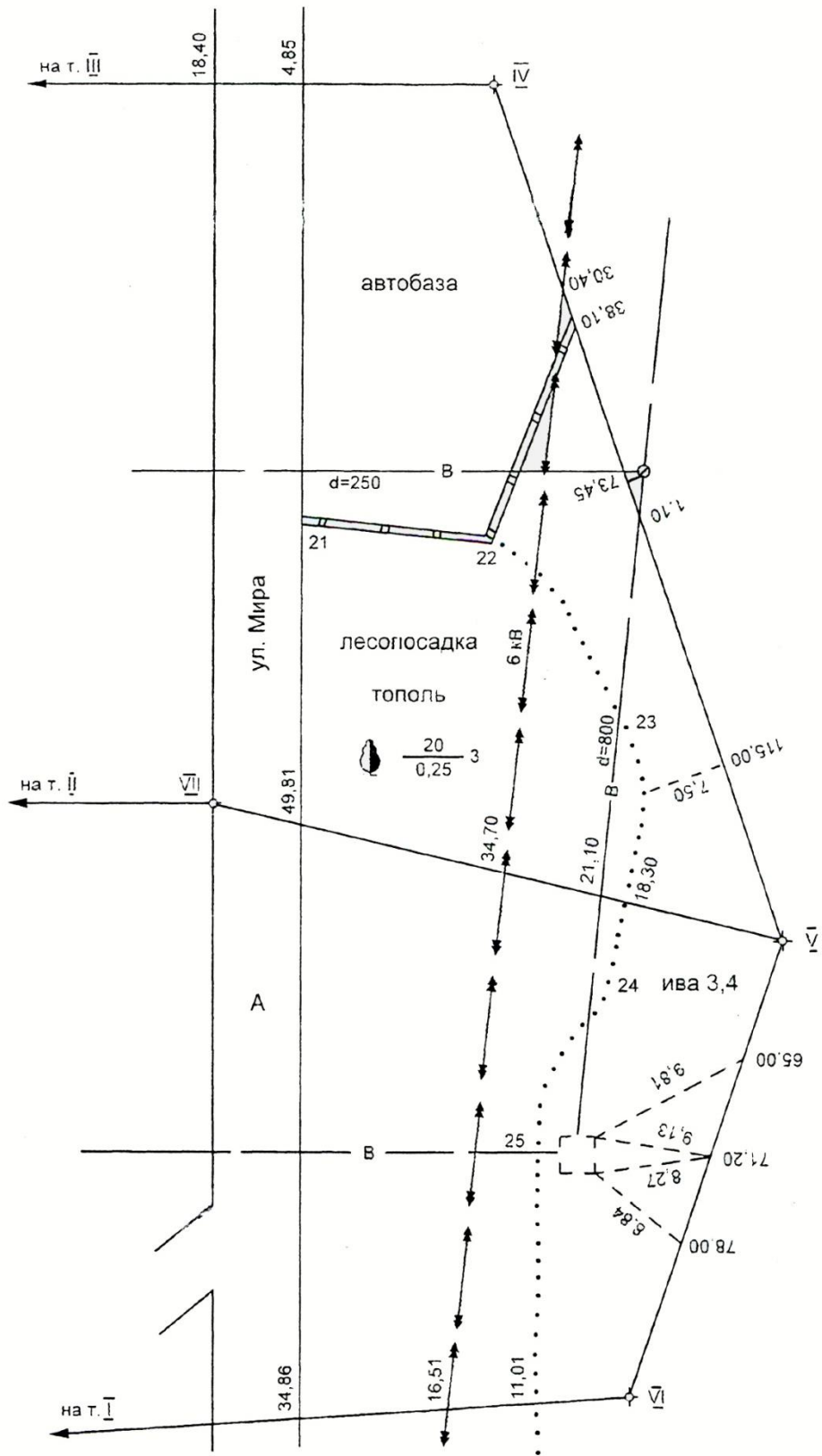


Рис. 3. Абрис местности

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Расчетно-графическая работа №1. Масштабы.....	3
2. Расчетно-графическая работа №2. Условные знаки.....	8
3. Расчетно-графическая работа №3. Теодолитная съемка.....	10
4. Расчетно-графическая работа №4. Нивелирование поверхности.....	21
5. Расчетно-графическая работа №5. Продольно-поперечное нивелирование трассы и проектирование подземного трубопровода...	27
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	35
Приложение 1. Образец выполнения расчетно-графической работы №1.....	36
Приложение 2. Образец выполнения расчетно-графической работы №2.....	37
Приложение 3. Ведомость координат.....	38
Приложение 4. Абрисы местности.....	39

Геодезия

Методические указания к самостоятельному выполнению
расчетно-графических работ для студентов 1 курса по направлению
08.03.01 «Строительство» всех форм обучения

Составители: к.с.-х.н., доц. Попов Борис Алексеевич,
магистрант Сергеева Екатерина Михайловна

Подписано в печать 14.01.2014. Формат 60x84 1/8. Уч.-изд. л.4,0.
Усл. печ. л. 4,1. Бумага писчая. Тираж 210 экз. Заказ № _____.

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы
и учебной литературы и учебно-методических пособий Воронежского ГАСУ
394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84