

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА Ъ»
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

По учебной дисциплине

ОП.07. ГЕОДЕЗИЯ

Специальность: 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и
путевое хозяйство

Выполнил(а): Хирвонен Е.А.

2014 г.

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие для проведения практических занятий предназначено для студентов специальности 08.02.10 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство».

Практические занятия по учебной дисциплине ОП.07 «Геодезия» проводятся для закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков после изучения теоретической части соответствующих тем и базируются на знаниях, общего курса железных дорог, электротехники, технической механики.

Учебным планом на проведение практических занятий отводится 26 часов.

За время обучения по учебной дисциплине ОП.07 «Геодезия» студенты должны выполнить под руководством преподавателя 13 практических работ. В результате выполнения практических заданий, студенты должны закрепить теоретические знания и приобрести практические умения по следующим темам:

- Тема 1.2 Рельеф местности и его изображение на планах и картах
- Тема 2.4 Обработка полевых материалов теодолитной съемки
- Тема 2.5 Составление планов теодолитных ходов и вычислений площадей
- Тема 3.3. Производство геометрического нивелирования трасы железной дороги. Обработка полевых материалов
- Тема 3.4. Нивелирование участков земной поверхности
- Тема 4.4. Обработка полевых материалов тахеометрической съемки

Задания студентам выдаются преподавателем перед проведением практического занятия. Для оценки результатов занятия предусмотрены ответы на контрольные вопросы. Содержание отчетов приводится после каждой работы.

Тема: Построение линейного и поперечного масштабов и определение с их помощью длины линий.

Цель: научиться строить линейный и поперечный масштабы и пользоваться ими.

Оборудование и принадлежности: калькулятор, чертёжные инструменты, образцы работ, чертежи учебных карт.

Литература: Родионов В.И. «Геодезия» §7 (стр.15-20);

Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 14-18.

Таблица 1 Исходные данные по вариантам

№№ вариантов	Численный масштаб	Горизонтальное проложение длины линий, измеренных на местности, м		Длина линий на плане, мм	
		1	2	3	4
1	1 : 10000	815,00	678,00	112	58
2	1 : 5000	371,50	295,00	95	63
3	1 : 2000	165,50	130,00	84	75
4	1 : 1000	84,30	42,85	97	62
5	1 : 500	38,25	22,85	106	58
6	1 : 10000	838,00	538,00	72	65
7	1 : 5000	433,50	198,50	102	79
8	1 : 2000	107,40	126,40	95	82
9	1 : 1000	73,20	49,60	105	78
10	1 : 500	46,85	32,35	111	63
11	1 : 10000	742,00	476,00	117	88
12	1 : 5000	428,50	262,50	92	66
13	1 : 2000	73,80	146,60	98	57
14	1 : 1000	97,70	54,50	106	65
15	1 : 500	42,15	38,75	99	53
16	1 : 10000	758,00	394,00	115	72
17	1 : 5000	391,50	417,50	108	85
18	1 : 2000	167,40	97,80	93	75
19	1 : 1000	75,90	56,80	105	68
20	1 : 500	41,35	38,75	96	84
21	1 : 10000	719,00	533,00	62	54
22	1 : 5000	278,50	434,50	83	60
23	1 : 2000	173,00	130,60	96	77
24	1 : 1000	83,70	36,60	89	69
25	1 : 500	46,85	32,15	105	81
26	1 : 10000	915,00	572,00	113	86
27	1 : 5000	397,50	414,50	101	67
28	1 : 2000	157,80	88,60	95	58
29	1 : 1000	73,30	48,90	103	85
30	1 : 500	48,25	23,95	106	55

Последовательность выполнения работы:

1. По заданному численному масштабу построить линейный и поперечный масштабы на листе формата А4.
2. Определить длину линий на плане заданного масштаба по горизонтальному проложению длин линий, измеренных на местности. Нанести цветной пастой на поперечный и линейный масштабы отрезки линий, соответствующие заданным длинам линий на местности.
3. Определить горизонтальное проложение длины линий на местности по длинам этих линий заданных на плане, пользуясь линейным и поперечным масштабами. Линии наносить цветной пастой.
4. Определить масштаб учебной карты. Определить длины прямых линий АВ и ВС, заданных на учебной карте.

Содержание отчёта

1. Тема и цель занятия;
2. Чертежи линейного и поперечного масштабов по заданному численному масштабу;
3. Определение длин линий на плане;
4. Определение горизонтального проложения длин линий на местности;
5. Результаты измеренных длин линий по карте;
6. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что называется масштабом?
2. Назовите основные типы масштабов.
3. Какой масштаб крупнее: 1 : 500; 1 : 2000; 1 : 100; 1 : 10000?
4. Определите, сколько метров на местности соответствует длине линии плана в 1см для масштаба 1 : 25000.
5. В чём преимущество графических масштабов по сравнению с численным?

Тема: Решение задач по планам с горизонталями: определение координат точек земной поверхности, их высот; определение крутизны ската и уклона линии.

Цель: научиться решать задачи по планам с горизонталями:

- определение координат точек земной поверхности;
- определение отметок высот точек;
- определение крутизны ската и уклона линии.

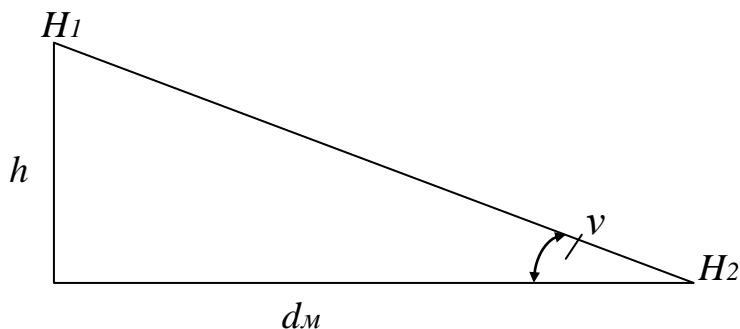
Принадлежности: калькулятор, чертёжные инструменты, топографические планы и карты, образцы работ.

Литература: Родионов В.И. «Геодезия» §12 (стр.35-40);

Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 18-25.

Последовательность выполнения работы:

1. *Определить прямоугольные координаты точки, заданной на топографической учебной карте.*
Масштаб карты 1 : 50000. Квадрат координатной сетки, в котором расположена определяемая точка, отмечен с северной и восточной стороны рамки карты «галочками».
Смотреть пример на странице 7.
2. *Ознакомиться с топографическим планом местности и определить:*
 - 2.1. высоту сечения рельефа $h_{сеч}$;
 - 2.2. отметки высот точек **А** (H_A), **В** (H_B), **С** (H_C), заданных на плане.Смотреть пример на странице 8.
3. *Определить уклоны отрезков линии 1-2 и линии С-Д, заданных на топографическом плане масштаба 1 : 25000.*
Отрезки линий на земной поверхности обычно имеют какой-то наклон, отчего начало и конец отрезка находятся на разных высотах:
 - разность этих высот – превышение;
 - проекция отрезка на горизонтальную плоскость – его горизонтальное проложение.



Уклоном i линии называется отношение превышения h к горизонтальному проложению d_m : $i = h / d_m$;

где: d_m - горизонтальное проложение линии на местности;

$h = H_2 - H_1$ – превышение конца линии над её началом;

H_2 и H_1 – отметки высот концов отрезка линии.

На топографическом плане можно определить уклон любой линии, для этого надо найти отметки концов отрезка линии по отметкам горизонталей, а следовательно, и превышение. Горизонтальное проложение отрезка можно определить с плана по масштабу.

Если концы отрезка линии лежат на смежных горизонталях, то превышение h будет равно высоте сечения рельефа $h_{сеч}$.

По знаку уклоны могут быть положительными и отрицательными и выражаются в тысячных долях (‰).

4. Построить график заложений по углам наклона для топографического плана масштаба 1 : 25000.

По уклону линии можно определить угол её наклона,

т. к. $i = \operatorname{tg} v = h / d_m$.

По углу наклона v определяется крутизна ската рельефа.

За направление ската принимают линию наибольшей крутизны, по которой свободно стекает вода.

При пользовании планом или картой углы наклона определяют с помощью графика заложений.

Последовательность построения графика:

4.1. из пункта 2 выписываем высоту сечения рельефа $h_{сеч}$;

4.2. принимаем $h = h_{сеч}$;

4.3. определяем длину отрезка линии $d_{пл}$ на плане для различных углов её наклона v не более 20° по формуле $d_{пл} = h_{сеч} / (M \cdot \operatorname{tg} v)$,

где:

$d_{пл}$ – заложение линии на плане между двумя смежными горизонталями в мм;

v – угол наклона в градусах;

$h_{сеч}$ - высота сечения рельефа в м;

M – знаменатель масштаба плана (для масштаба 1 : 25000, - на 1мм длины отрезка линии на плане приходится 25м этой линии на местности, значит $M = 25 \text{ м/мм}$).

4.4. все вычисления заносим в таблицу

Угол наклона ν	1°	2°	3°	4°	5°	10°	15°	20°
Заложения d , мм								

4.5 построение:

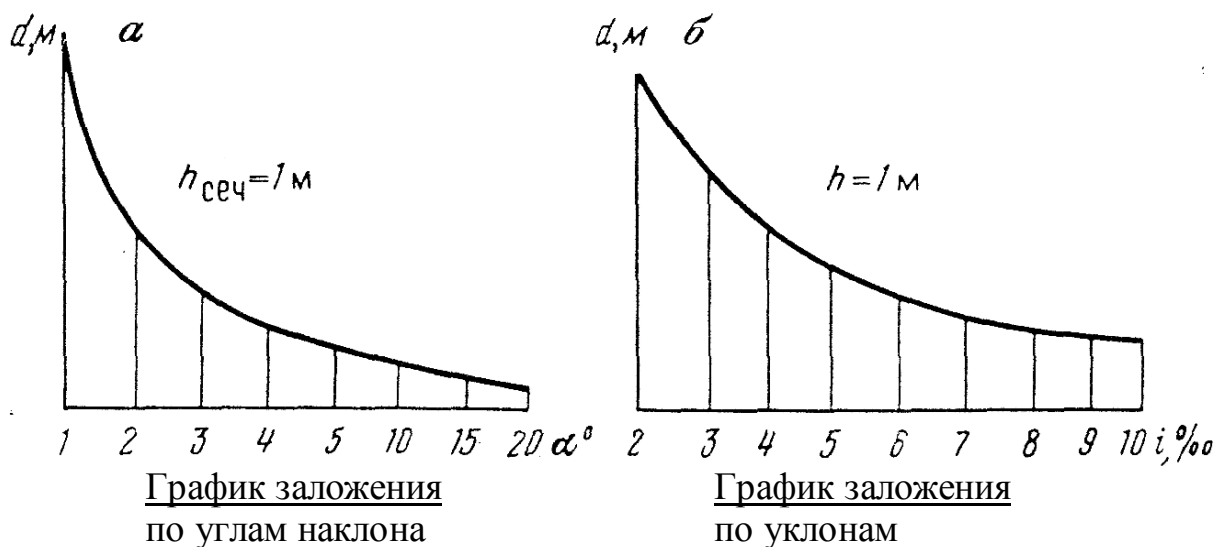
- по горизонтальной оси графика откладываются углы наклона,
- по вертикальной – соответствующие этим углам заложения d (мм), выраженные в масштабе плана (карты).

5. Построить график заложений по уклонам аналогично построению графика заложения по углам наклона используя формулу:

$$d_{пл.} = h_{сеч.} \cdot 10^3 / (M \cdot i);$$

где i – уклон линии в «в тысячных», принимать от 10‰ до 100‰

Примеры графиков заложений:



6. Определить угол наклона и уклон отрезка линии СД, расположенного между смежными горизонталями, пользуясь графиками заложений.

Содержание отчёта:

- тема и цель занятия;
- определение прямоугольных координат точки по учебной карте;
- определение отметок высот точек местности;
- построение графиков заложений;
- определение угла наклона и уклон отрезка линии СД;
- вывод.

Определения:

Расстояние между соседними горизонталями в плане (горизонтальное проложение) называется заложением.

Минимальным в данном месте является заложение, перпендикулярное к горизонталям, - заложение ската.

Контрольные вопросы

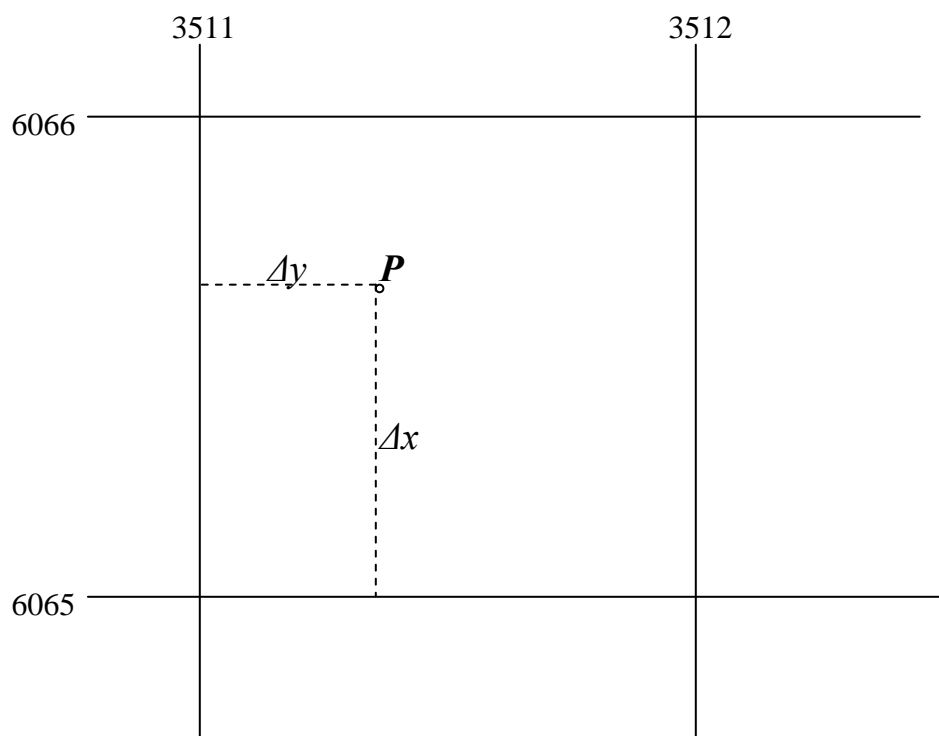
1. Как строится прямоугольная система координат в проекции Гаусса – Крюгера?
2. Что называется рельефом местности, и каковы его основные формы?
3. По каким признакам можно отличить возвышенность от впадины на топографических картах и планах?
4. Что называется линией ската?
5. Дайте определение уклона линии местности.
6. Назовите единицы измерения уклонов линии местности.

Примеры решения задач.

Пример № 1

Определить прямоугольные координаты точки P , заданной на топографической карте М 1 : 10000 (1см – 100м)

Рисунок показывающий расположение точки P в квадрате километровой сетки:



Решение:

1. Заметив в каком квадрате километровой (координатной) сетки расположена определяемая точка P , читают на выходах километровых линий за рамкой карты значения координат: $X_{ю}$ – для линии, ограничивающей квадрат с юга, и $Y_{з}$ – для линии, ограничивающей его с запада.

В данном примере:

$$X_{ю} = 6065_{км} = 6065000_{м};$$

$$Y_{з} = 3511_{км} = 3511000_{м}.$$

2. Из точки P опускаем перпендикуляры на южную и западную стороны квадрата километровой сетки и измеряем их длину, т.е. определяем приращения координат согласно масштабу карты:

$$\Delta x = (6,5_{см}) \cdot (100_{м}) = 650_{м};$$

$$\Delta y = (3,7_{см}) \cdot (100_{м}) = 370_{м}.$$

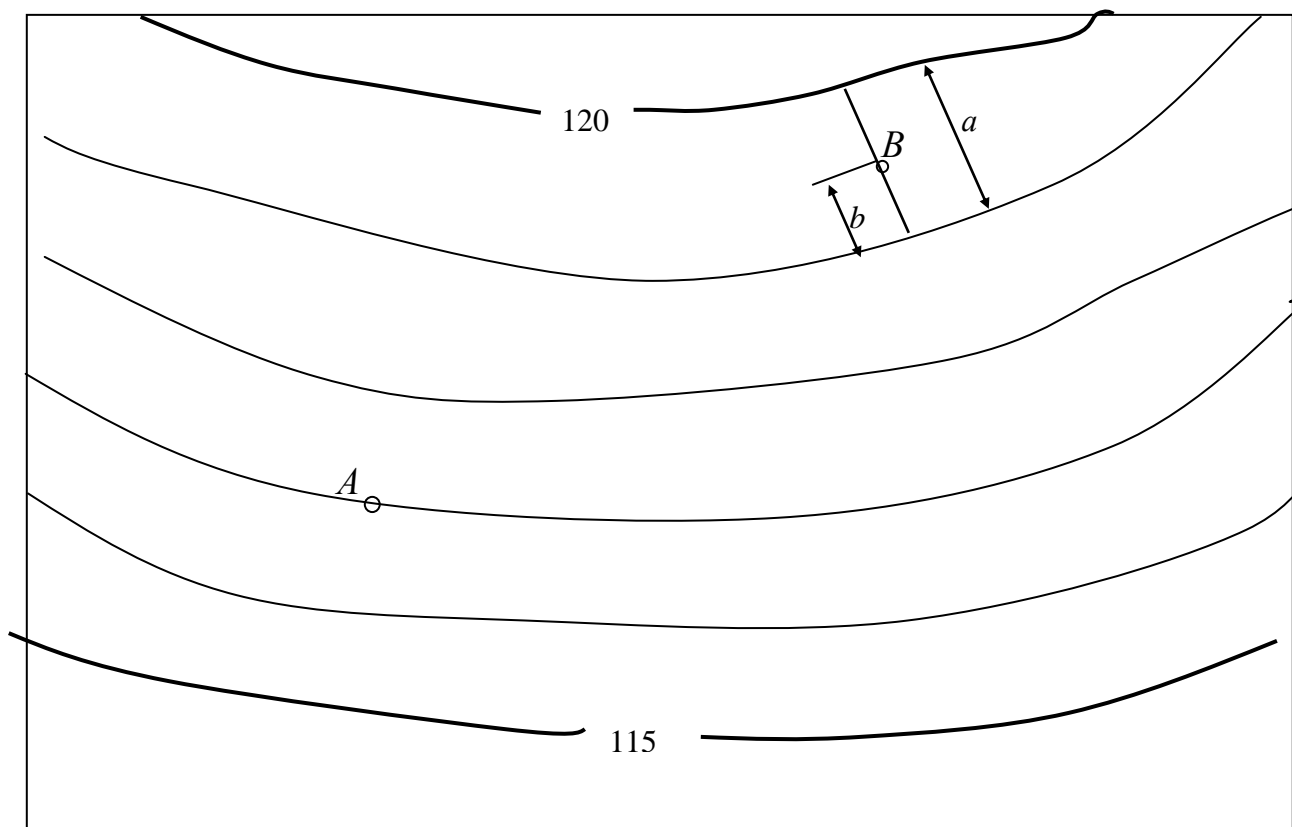
3. Сложив соответствующие координаты и их приращения, выраженные в метрах, находим координаты точки P :

$$X_P = X_{ю} + \Delta x = 6065000 + 650 = 6065650_{м};$$

$$Y_з = Y_{з} + \Delta y = 3511000 + 370 = 3511370_{м}.$$

Пример № 2

Определить отметки высот точек A и B , отмеченных на топографическом плане.



Решение:

1. Определяем высоты сечения рельефа плана:

$$h_{\text{сеч.}} = (H_{120} - H_{115}) / n = (120 - 115) / 5 = 1\text{ м}$$

2. Точка A лежит на горизонтали с отметкой $H_{117} = 117\text{ м}$. Высота точки, лежащей на горизонтали, равна высоте этой горизонтали, значит $H_A = H_{117} = 117\text{ м}$.
3. Высота точки B , расположенной между двумя горизонталями, определяется по формуле:

$$H_B = H_M + h_{\text{сеч.}} \cdot (b/a);$$

где H_M – высота младшей горизонтали равная $H_M = 119\text{ м}$;
отрезки a и b - заложение ската и расстояние от точки B до младшей горизонтали, измеренное на плане линейкой в миллиметрах, равные $a = 21\text{ мм}$; $b = 10\text{ мм}$.

Вычисляем:

$$H_B = H_M + h_{\text{сеч.}} \cdot (b/a) = 119 + 1 \cdot (10/21) = 119,48\text{ м}$$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Построение на плане линий заданного уклона; построение схематичного профиля по заданному направлению, измерение азимутов и румбов.

Цель: научиться решать задачи по планам с горизонталями:

- строить на плане линии заданного уклона;
- строить профиль по заданному направлению;
- определять на плане границы водосборной площади бассейна.

Оборудование и принадлежности: калькулятор, чертёжные инструменты, образцы работ, чертежи учебных карт.

Литература: Родионов В.И. «Геодезия» §12 (стр.35-40);

Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 18-25.

Последовательность выполнения работы:

Таблица 2 Исходные данные

№№ вариан тов	Масштаб плана	Высота сечения рельефа $h_{\text{сеч.}}, \text{ м}$	Уклон $i\%$	№№ вариан тов	Масштаб плана	Высота сечения рельефа $h_{\text{сеч.}}, \text{ м}$	Уклон $i\%$
1	1: 25000	10	15	16	1: 2000	0,5	10
2	1: 25000	5	8	17	1: 1000	2	70
3	1: 10000	10	40	18	1: 1000	1	40
4	1: 10000	5	20	19	1: 1000	0,5	20
5	1: 10000	2,5	10	20	1: 500	1	70
6	1: 10000	2	8	21	1: 500	0,5	40
7	1: 10000	1	4	22	1: 500	0,25	20
8	1: 5000	10	60	23	1: 25000	2,5	4
9	1: 5000	5	40	24	1: 2000	2,5	45
10	1: 5000	2,5	20	25	1: 10000	5	17
11	1: 5000	2	15	26	1: 10000	2,5	8
12	1: 5000	1	8	27	1: 5000	2,5	17
13	1: 2000	2,5	50	28	1: 5000	2	12
14	1: 2000	2	40	29	1: 2000	2	35
15	1: 2000	1	20	30	1: 1000	1	35

1. Построить на плане линию заданного уклона.

Данные в таблице 2.

Длину отрезка линии на плане между горизонталями (заложение) определить по формуле $d_{пл.} = h_{сеч.} \cdot 10^3 / (M \cdot i_{\%})$;

где $i_{\%}$ – уклон линии в «тысячных»;

M – знаменатель масштаба плана в м/мм;

$h_{сеч.}$ – высота сечения рельефа в м;

$d_{пл.}$ – заложение линии на плане между двумя смежными горизонталями в мм;

План с горизонталями вычертить самостоятельно на листах формата А4.

На плане должно быть пять – шесть горизонталей с расстоянием между ними два – три сантиметра.

Установить в раствор циркуля вычисленное заложение $d_{пл.}$ и от заданной точки последовательно сделать засечки на смежных горизонталях, засечки соединяем прямыми линиями и получаем линии заданного уклона.

Пример:

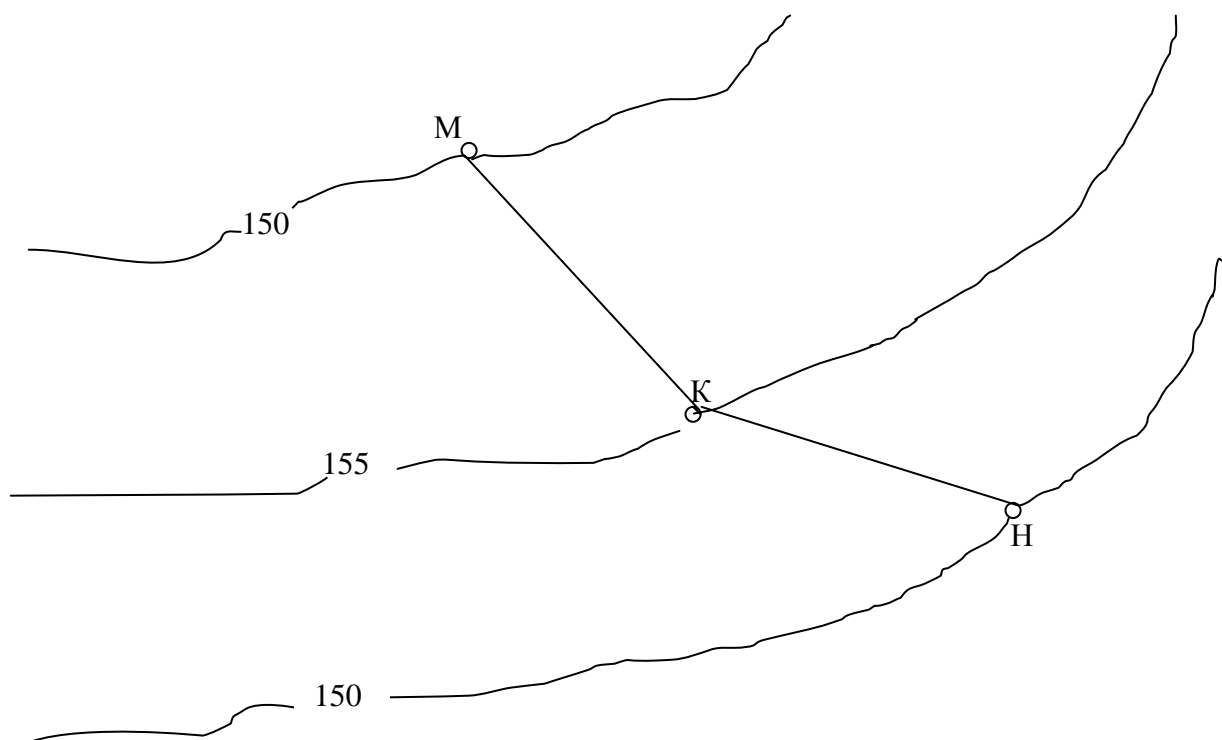


Рис.1. Линия заданного уклона.

2 Построить профиль местности по заданному направлению линии 1-3-5 или 2-4-6 на топографическом плане.

Топографический план выдаётся индивидуально каждому студенту.

Масштаб плана принимать из таблицы 2.

Порядок построения профиля:

- На плане отметить следующие точки:
1 и 2 – начало трассы; **3 и 4** – поворот трассы; **5 и 6** – конец трассы;
 а,б,в, и т.д. – точки пересечения трассы с горизонталями.
- Построение профиля начать с нанесения сетки на миллиметровую бумагу (смотреть рис.2).



Рис. 2. Сетка профиля.

- Под графой «Горизонтальные расстояния» нанести все точки по трассе: **1**, а,б,в. **3**, **5**.
 В саму графу, разделив её вертикальными прямыми в каждой точке на отдельные участки, занести величины горизонтальных проложений отрезков линий между точками по трассе ($d_{м.} = d_{пл.} \cdot M$).
- В графе «Отметки земли» проставить отметки высот всех точек трассы.
- Вычерчиваем профиль:
 - перпендикулярно линии условного горизонта в каждой точке проводим ординаты, длины которых равны отметки высоты точки при вертикальном масштабе 1:100;
 - концы ординат соединяем прямыми линиями и получаем продольной профиль трассы.
- Вычисляем уклоны линий:
 - **1 – 3 или 2 - 4** $i_{1-3} = (H_3 - H_1) / d_{1-3}$;
 - **3 – 5 или 4 - 6** $i_{3-5} = (H_5 - H_3) / d_{3-5}$.
- В графе «Средние уклоны» показать направление уклонов диагоналями.
 Если уклон положительный, диагональ чертят с правым приподнятым концом, если отрицательный – с левым. Отрезки с нулевым уклоном наносятся посередине графы горизонтально.

Сверху диагоналей пишется уклон в тысячных, снизу – горизонтальное проложение в метрах.

- В графе «План трассы» начертить прямую горизонтальную линию посередине графы.

При угле поворота вправо в точках поворота проставить углы, направленные вверх, а при угле поворота влево – углы направленные вниз.

Углом поворота называют угол, составленный продолжением направления предыдущей и направлением последующей линий.

- **Пример оформления задания смотрите рисунок 3.**

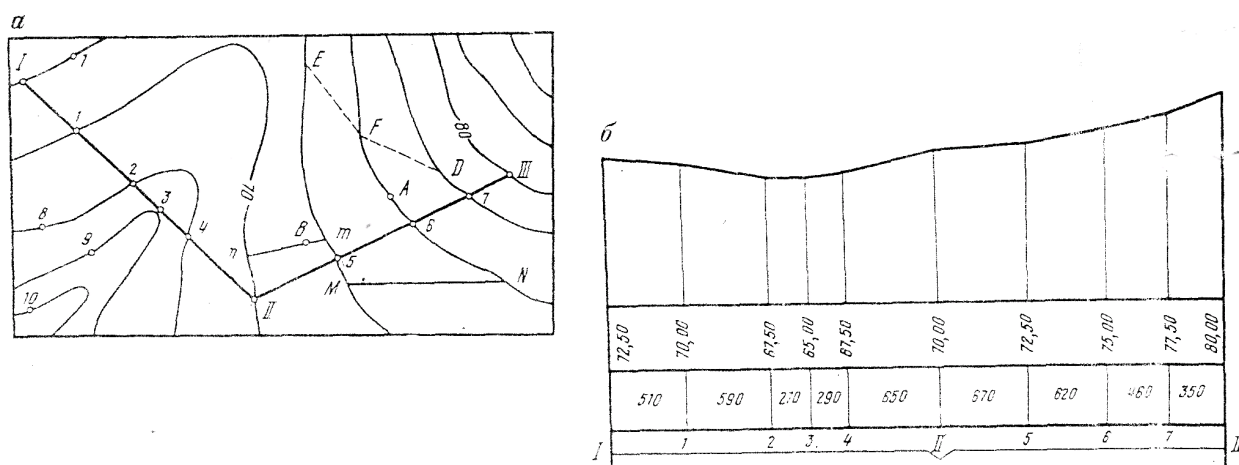


Рис. 3. План и профиль линии I-II-III

3. *Определить границы водосборной площади бассейна.*

Водосборной площадью, или бассейном водотока, называется территория, с которой вода атмосферных осадков стекает к данному сооружению.

4. *Сделать выводы.*

Содержание отчёта

1. Тема и цель занятия.
2. Построение на плане линии заданного уклона.
3. Построение профиля местности по заданному направлению.
4. Определение границы водосборной площади бассейна.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение продольного профиля.
2. Дайте определение угла поворота трассы.
3. Что называется водосборной площадью?

Оформить работу и защитить.

Практические занятия № 4, 5 и 6

Темы: Обработка ведомостей вычисления координат замкнутого и диагонального теодолитных ходов. Построение плана теодолитной съёмки.

Цель: выработать практические навыки по выполнению камеральных работ по результатам полевых измерений теодолитной съёмки.

Принадлежности: индивидуальные задания, калькуляторы, чертёжные принадлежности, бланки таблиц, чертёжная бумага формата А3.

Литература: Родионов В.И. «Геодезия», главы 8-9, §§48 – 58 (стр.124 - 154); Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 52 - 90.

Исходные данные принимать по своему варианту из таблиц №№ 3, 4, 5 и рисунков №№ 4 и 5.

ЗАДАНИЕ.

По данным полевых измерений горизонтальных углов и горизонтальных проложений сторон замкнутого и диагонального (разомкнутого) теодолитных ходов выполнить следующие камеральные работы:

1. Вычертить схемы замкнутого и диагонального теодолитного хода. Смотреть рисунок 4 на странице 15.
 2. Замкнутый теодолитный ход
 - 2.1. Определить угловую невязку и произвести уравнивание (увязать) горизонтальных углов теодолитного хода (полигона).
 - 2.2. По заданному дирекционному углу направления стороны 1 - 2 вычислить дирекционные углы и румбы направлений остальных сторон хода (полигона).
 - 2.3. Определить приращения координат хода и их невязки.
 - 2.4. При допустимой относительной невязке (не выше 1/1500) распределить невязки в приращениях координат.
 - 2.5. По исправленным приращениям и исходным координатам вершины №1 вычислить координаты остальных вершин замкнутого полигона.

Все результаты вычислений занести в ведомость вычисления координат вершин замкнутого хода, приложить к ней выполненные расчёты. Образец ведомости показан на странице 20.

3. Разомкнутый (диагональный) ход

- 3.1. Определить угловую невязку и произвести уравнивание (увязывание) горизонтальных правых углов диагонального хода, включая и примычные углы.

- 3.2. По увязанным углам и дирекционному углу направления стороны 4–1 замкнутого хода вычислить дирекционные углы и румбы направлений сторон диагонального хода.
- 3.3. Вычислить приращения координат диагонального хода. Определить невязки приращений и распределить их, если относительная невязка хода не превышает 1/1000.
- 3.4. По исправленным приращениям координат и заданным координатам вершины №1 замкнутого теодолитного хода вычислить координаты вершин диагонального хода.

Все результаты вычислений занести в ведомость вычисления координат вершин диагонального хода, приложить к ней выполненные расчёты.
Образец ведомости показан на странице 21.

4. Построение плана теодолитной съёмки.

Составление плана местности по координатам вершин теодолитного хода:

- 4.1. Численный масштаб плана 1: 1000.
- 4.2. На листах формата А3 нанести координатную сетку со сторонами квадрата 5*5см, определив её размеры по наибольшим модульным значениям координат вершин замкнутого хода.
- 4.3. Вычертить поперечный масштаб, которым пользуются для построения всех линий плана.
- 4.4. Определить значения координатных осей и нанести вершины замкнутого и диагонального ходов, пользуясь ведомостью координат.
- 4.5. Пользуясь абрисом (рис.5 стр.16), нанести ситуацию местности на план в соответствии с утверждёнными условными знаками топографических планов и карт. Обводят план полигона чёрным цветом и наносят условные знаки ситуаций.

5. Определение площади полигона.

Площадь полигона необходимо определить двумя способами:

- 5.1. аналитическим по координатам вершин замкнутого хода по формулам

$$S = 0,5 \cdot \sum X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})$$

или

$$S = 0,5 \cdot \sum Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1})$$

- 5.2. механическим с помощью планиметра.
Данные занести в ведомость вычислений площади полигона.
Образец ведомости показан на странице 22.

6. **В конце работы написать вывод.**

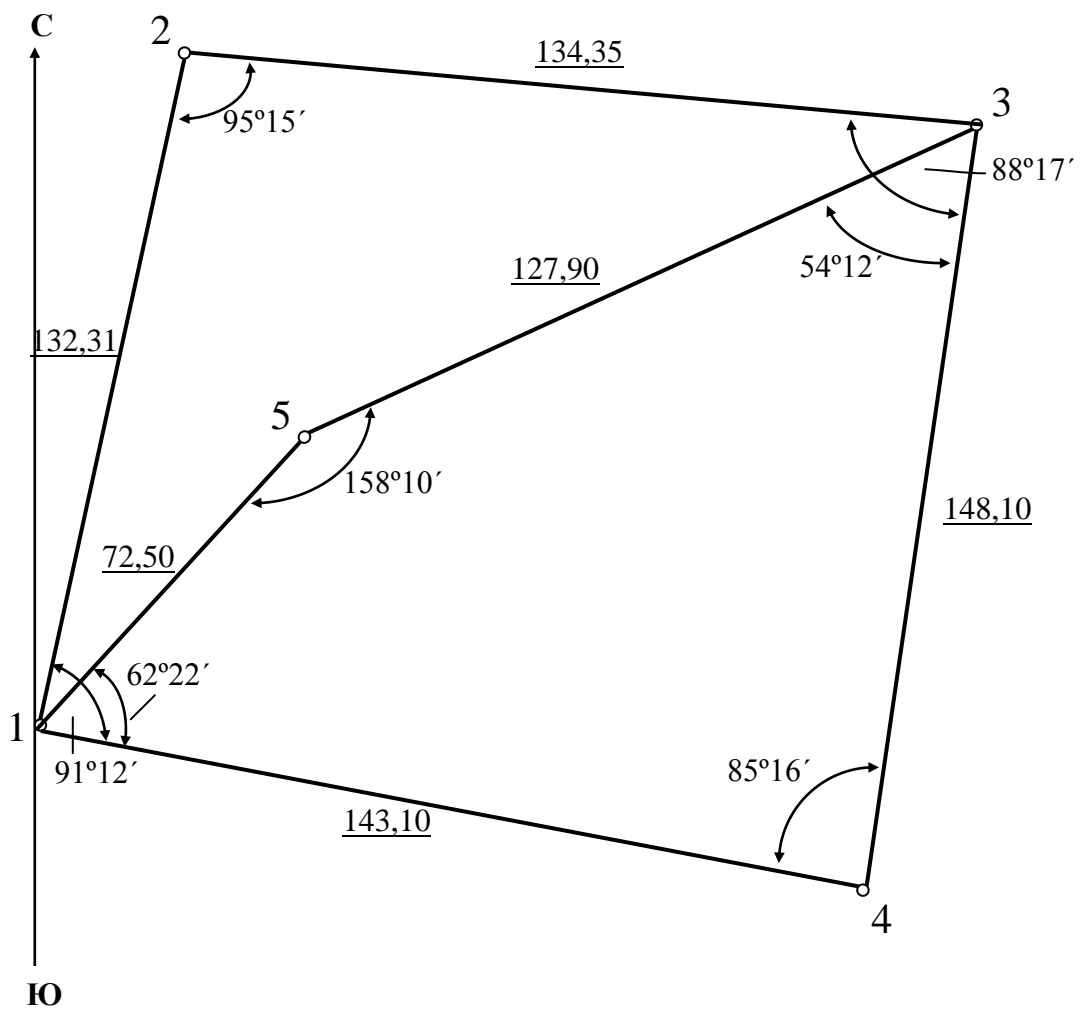


Рис.4. Схемы замкнутого и диагонального теодолитных ходов

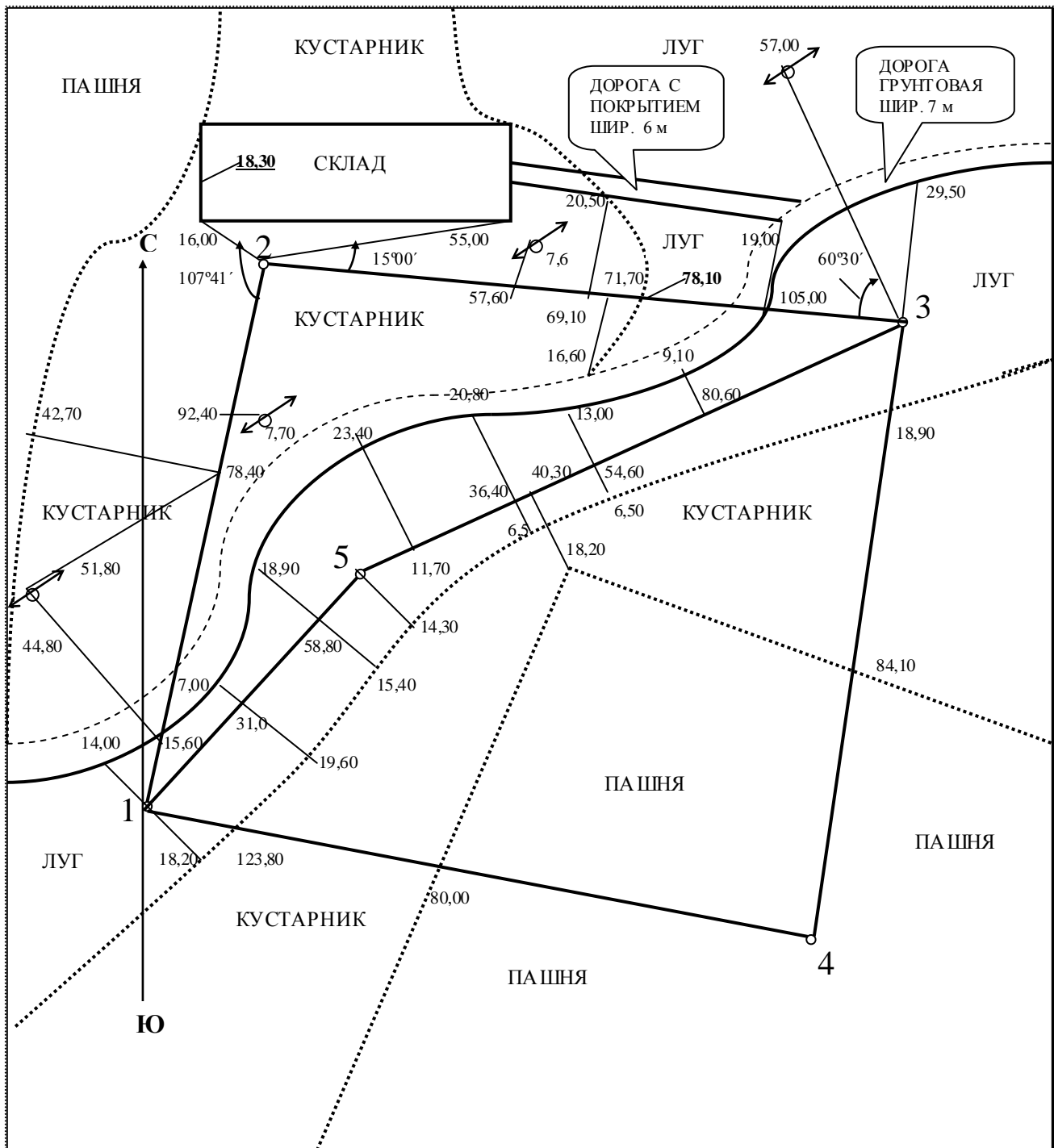


Рис.5. Абрис ситуаций местности

Таблица 3 Ведомость измеренных углов и горизонтальных проложений сторон замкнутого хода.

№ вершины	Измеренные углы	Горизонтальное проложение сторон полигона, м
1	91° 12,5′	
		132,31
2	95° 15,5′	
		134,35
3	88° 17′	
		148,10
4	85° 16′	
		143,10
1		
Итого	360° 01′	P = 557,86

Таблица 4 Ведомость измеренных углов и горизонтальных проложений сторон диагонального хода.

№ вершины	Измеренные углы	Горизонтальное проложение сторон полигона, м
1	62° 22′	
		72,50
5	158° 10′	
		127,90
3	54° 13′	
Итого	274° 45′	P = 200,40

Таблица 5 Дирекционный угол направления стороны 1 – 2 и координаты вершины № 1

№/№ вариан тов	Дирекцион- ный угол α_{1-2}	Координаты, м		№/№ вариан тов	Дирекцион- ный угол α_{1-2}	Координаты, м	
		X ₁	Y ₁			X ₁	Y ₁
1	11°44′	0,00	+10,00	31	288°34′	+62,00	-64,00
2	3°12′	-10,00	0,00	32	299°52′	-66,00	+68,00
3	4°25′	+10,00	+15,00	33	319°13′	+70,00	+72,00
4	6°32′	-10,00	+5,00	34	337°51′	-74,00	-76,00
5	9°18′	-15,00	-5,00	35	352°04′	-78,00	+81,00
6	14°42′	+17,00	+12,00	36	18°26′	+83,00	-87,00
7	23°53′	-19,00	+7,00	37	26°11′	+85,00	+89,00
8	29°48′	+18,00	-9,00	38	30°45′	-91,00	-93,00
9	39°21′	-13,00	-16,00	39	41°22′	+95,00	-97,00
10	44°54′	+16,00	+13,00	40	49°59′	-95,00	+11,00
11	57°24′	-14,00	+15,00	41	99°59′	+96,00	+13,00
12	66°12′	+14,00	-18,00	42	104°35′	-94,00	-15,00
13	76°09′	+21,00	+14,00	43	107°27′	+92,00	-17,00
14	88°43′	-21,00	-14,00	44	110°34′	-90,00	+19,00
15	98°32′	+22,00	-12,00	45	124°16′	+88,00	+20,00
16	122°25′	-20,00	+16,00	46	144°19′	-86,00	-22,00
17	129°16′	+23,00	+28,00	47	155°54′	-84,00	+24,00
18	165°08′	-24,00	-27,00	48	182°01′	+82,00	-26,00
19	171°37′	+25,00	-26,00	49	177°14′	+31,00	+79,00
20	109°45′	-26,00	+29,00	50	188°31′	-33,00	-77,00
21	194°36′	+30,00	+31,00	51	201°44′	-35,00	+75,00
22	187°12′	-32,00	-33,00	52	228°29′	+37,00	-73,00
23	203°57′	+34,00	-35,00	53	232°26′	+39,00	+71,00
24	219°08′	-36,00	+37,00	54	249°07′	-42,00	-69,00
25	242°32′	+38,00	+41,00	55	268°33′	-44,00	+67,00
26	251°35′	-43,00	-45,00	56	285°27′	+46,00	-65,00
27	258°16′	+47,00	-49,00	57	298°47′	+48,00	+63,00
28	264°49′	-51,00	+53,00	58	314°16′	-50,00	+61,00
29	272°26′	+55,00	+57,00	59	325°52′	-52,00	-8,00
30	279°56′	-59,00	-60,00	60	341°36′	+54,00	-19,00

Содержание отчёта

1. Тема, цель и принадлежности.
2. Вариант, исходные данные и краткое содержание задания.
3. Схемы теодолитных ходов.
4. Абрис ситуаций местности.
5. Ведомость вычисления координат опорных точек (вершин) замкнутого теодолитного хода с приложением подробных вычислений всех величин хода.
6. Ведомость вычисления координат опорных точек (вершин) разомкнутого (диагонального) теодолитного хода с приложением подробных вычислений всех величин хода.
7. Ведомость вычисления площади полигона по координатам его вершин.
8. План местности в масштабе 1 : 1000 с поперечным масштабом на листах формата А3.
9. Вывод

Образцы ведомостей вычисления координат опорных точек и площади полигона теодолитных ходов приведены в примере.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды теодолитных ходов.
2. С какой целью выполняется теодолитная съёмка?
3. Перечислите состав камеральных работ.
4. Дайте понятие угловой невязки.
5. В чём суть прямой геодезической задачи?
6. Дайте понятие приращений координат.
7. По какому показателю судят о допустимости невязок f_x и f_y ?
8. Как вводятся поправки в значения вычисленных приращений координат вершин теодолитного хода?
9. Как определяется практическая сумма углов разомкнутого теодолитного хода?
10. В чём разница между вычисленными и исправленными приращениями координат вершин теодолитного хода?
11. Как производится контроль значений вычисленных приращений?
12. По каким формулам вычисляются значения координат вершин теодолитных ходов?
13. Что такое абрис?
14. В каком масштабе составляется абрис?
15. С какой целью составляется абрис?
16. Дайте понятие координатной сетки.
17. По данным какого документа ситуация наносится на план теодолитного хода?

Ведомость вычисления координат опорных точек (вершин) замкнутого теодолитного хода

№№ точек	Измеряемые углы	Исправленные углы	Дирекционные углы	Румбы		Горизонтальное проложение сторон, м	Приращения координат, м				Координаты, м	
				название	величина		вычисленные		исправленные		X	Y
							Δx	Δy	Δx	Δy		
1	91° 12,5'											
						132,31						
2	95° 15,5'											
						134,35						
3	88° 17'											
						148,10						
4	85° 16'											
						143,10						
1												
	$\sum \beta_{\text{изм}} =$ = $\sum \beta_{\text{т.}} =$ =360° 00'	$\sum \beta_{\text{испр}} =$ = $\sum \beta_{\text{т.}} =$ =360° 00'				P =	+	+	+	+		
							-	-	-	-		
							$f_x =$	$f_y =$	$\sum \Delta x = 0$	$\sum \Delta y = 0$		
	$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{т.}}$ = $f_{\beta \text{ доп.}} = 1,5 \cdot t \cdot \sqrt{n} =$ = 1,5 · 30" · √4 = 1,5' $f_{\beta} =$ < $f_{\beta \text{ доп.}} = 1,5'$						$f_p = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)} =$ = $f_p/P =$ < 1/1500					

Ведомость вычисления координат опорных точек разомкнутого (диагонального) теодолитного хода

№№ точек	Измеряе мые углы	Исправ ленные углы	Дирек ционные углы	Румбы		Горизон тальное проложе ние сторон, м	Приращения координат, м				Координаты, м	
				наз вание	величина		вычисленные		исправленные		X	Y
							Δx	Δy	Δx	Δy		
4												
1	62° 22'					72,50						
5	158° 10'					127,90						
3	54° 13'											
4												
	$\sum\beta_{изм} =$ = $\sum\beta_{т.} =$ =274° 44'	$\sum\beta_{испр} =$ = $\sum\beta_{т.} =$ =274° 44'				P =	+	+	+	+		
							-	-	-	-		
							$f_x =$	$f_y =$	$\sum\Delta x = 0$	$\sum\Delta y = 0$		
	$f\beta = \sum\beta_{изм} - \sum\beta_{т.} =$ = $f\beta_{доп.} = 2 \cdot t \cdot \sqrt{n} =$ = 2 · 30" · √3 = 1,7' $f\beta = < f\beta_{доп} = 1,7'$						$f_p = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)} =$ = $f_p/P = < 1/1000$					

Ведомость вычисления площади полигона по координатам его вершин

№№ вер шин	Координаты и вычисления в метрах					
	X_i	Y_i	$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1})$
1						
2						
3						
4						
Контроль			+	+		
			-	-	S = 0,5	
			0,00	0,00	S = 0,5	

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПО РГР № 1

Замкнутый теодолитный ход

Исходные данные теодолитного хода:

- измеренные углы и горизонтальное проложение сторон хода приведены в таблице № 3 на странице 17;
- дирекционный угол направления стороны 1-2 $\alpha_{1-2} = 12^\circ 30'$;
- координаты вершины (пункта) № 1 $X_1 = +15,00$ м ; $Y_1 = - 20,00$ м.

Ход выполнения

1. Определяем сумму измеренных углов $\sum \beta_{изм}$ и сравним её с теоретической $\sum \beta_{т}$:

$$\sum \beta_{изм.} = 91^\circ 12,5' + 95^\circ 15,5' + 88^\circ 17' + 85^\circ 16' = 360^\circ 01'$$

$$\sum \beta_{т.} = 180^\circ (n - 2) = 180^\circ (4 - 2) = 360^\circ$$

Определяем угловую невязку: $f\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{т.} = 360^\circ 01' - 360^\circ = +01'$

и допустимую угловую невязку: $f\beta_{доп.} = \pm 1,5 t \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot 0,5' \cdot \sqrt{4} = 1,5'$;

где $t = 30''$ - точность отсчётного микроскопа теодолита,

n – число углов хода.

Проверим условие $f\beta = 1' < f\beta_{доп.} = 1,5'$, что допустимо.

Угловую невязку $f\beta = 1'$ распределяем в виде поправок, прибавляя их с обратными знаками к измеренным углам 1 и 2 по $- 0,5'$, образованными меньшими сторонами.

Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической: $\sum \beta_{ис.} = \sum \beta_{т.}$.

2. По заданному исходному дирекционному углу направления стороны 1 – 2 и исправленным внутренним углам хода вычисляем дирекционные углы направлений всех других сторон теодолитного хода по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n ;$$

где α_n – дирекционный угол направления последующей стороны хода,

α_{n-1} - дирекционный угол направления предыдущей стороны хода,

β_n – исправленный угол (вправо по ходу лежащий), образованный сторонами с дирекционными углами α_n и α_{n-1} .

Вычисления:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2 = 12^\circ 30' + 180^\circ - 95^\circ 15' = 97^\circ 15';$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_3 = 97^\circ 15' + 180^\circ - 88^\circ 17' = 188^\circ 58';$$

$$\alpha_{4-1} = \alpha_{3-4} + 180^\circ - \beta_4 = 188^\circ 58' + 180^\circ - 85^\circ 16' = 283^\circ 42';$$

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{4-1} + 180^\circ - \beta_1 = 283^\circ 42' + 180^\circ - 91^\circ 12' = 372^\circ 30' - 360^\circ = 12^\circ 30'.$$

Вычисленные значения дирекционных углов записываем в ведомость вычисления координат таблица № 6 на странице 31.

3, Вычисляем румбы направлений сторон хода по найденным дирекционным углам:

$$\begin{aligned}\alpha_{1-2} &= 12^\circ 30'; & r_{1-2} &= \alpha_{1-2}; & r_{1-2} &= \text{СВ} : 12^\circ 30'; \\ \alpha_{2-3} &= 97^\circ 15'; & r_{2-3} &= 180^\circ - \alpha_{2-3} = 180^\circ - 97^\circ 15' = \text{ЮВ} : 82^\circ 45'; \\ \alpha_{3-4} &= 188^\circ 58'; & r_{3-4} &= \alpha_{3-4} - 180^\circ = 188^\circ 58' - 180^\circ = \text{ЮЗ} : 8^\circ 58'; \\ \alpha_{4-1} &= 283^\circ 42'; & r_{4-1} &= 360^\circ - \alpha_{4-1} = 360^\circ - 283^\circ 42' = \text{СЗ} : 76^\circ 18'.\end{aligned}$$

Вычисленные значения румбов записываем в ведомость вычисления координат таблица № 6 на странице 31.

4. Вычисляем приращения координат по формулам:

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

где Δx , Δy – приращения координат;
 r – румбы направлений сторон хода;
 d – горизонтальное проложение сторон хода.

Контроль: $\Delta y = \Delta x \cdot \operatorname{tg} r$.

Вычисления:

$$\Delta x_{1-2} = 132,31 \cdot \cos 12^\circ 30' = 129,17_{\text{м}};$$

$$\Delta x_{2-3} = 134,35 \cdot \cos 82^\circ 45' = 16,95_{\text{м}};$$

$$\Delta x_{3-4} = 148,10 \cdot \cos 8^\circ 58' = 146,29_{\text{м}};$$

$$\Delta x_{4-1} = 143,10 \cdot \cos 76^\circ 18' = 33,89_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{1-2} = 132,31 \cdot \sin 12^\circ 30' = 28,64_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{2-3} = 134,35 \cdot \sin 82^\circ 45' = 133,28_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{3-4} = 148,10 \cdot \sin 8^\circ 58' = 23,08_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{4-1} = 143,10 \cdot \sin 76^\circ 18' = 139,03_{\text{м}}.$$

С учётом названий румбов записываем знаки приращений:

$$\Delta x_{1-2} = + 129,17_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{1-2} = + 28,64_{\text{м}};$$

$$\Delta x_{2-3} = - 16,95_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{2-3} = + 133,28_{\text{м}};$$

$$\Delta x_{3-4} = - 146,29_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{3-4} = - 23,08_{\text{м}};$$

$$\Delta x_{4-1} = + 33,89_{\text{м}};$$

$$\Delta y_{4-1} = - 139,03_{\text{м}}.$$

Определяем алгебраическую сумму вычисленных приращений координат:

$$\sum \Delta x = f_x = + 129,17 - 16,95 - 146,29 + 33,89 = - 0,18_{\text{м}};$$

$$\sum \Delta y = f_y = + 28,64 + 133,28 - 23,08 - 139,03 = - 0,19_{\text{м}}.$$

Находим абсолютную невязку теодолитного хода:

$$f_p = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} = \sqrt{(-0,18)^2 + (-0,19)^2} = 0,26\text{м.}$$

Определяем относительную невязку:

$$n = f_p / P = 1 / P : f_p ;$$

где P – периметр полигона (длина хода)

$$P = 132,31 + 134,35 + 148,10 + 143,10 = 557,86\text{м}$$

$$n = 1/557,86 : 0,26 = 1/2146 < 1/1500, \text{ что допустимо.}$$

Вычисленные значения приращений координат записываем в ведомость вычисления координат таблица № 6 на странице 31.

5. Невязки в приращениях координат распределяем в виде поправок.

Поправки распределяем с обратным знаком пропорционально горизонтальным проложениям сторон хода по формулам:

$$\delta\Delta x = f_x \cdot d / P;$$

$$\delta\Delta y = f_y \cdot d / P;$$

где d – горизонтальное проложение каждой стороны хода.

Поправки по оси X:

$$\delta\Delta x_{1-2} = 0,04\text{м}$$

$$\delta\Delta x_{2-3} = 0,04\text{м}$$

$$\delta\Delta x_{3-4} = 0,05\text{м}$$

$$\delta\Delta x_{4-1} = 0,05\text{м}$$

$$f_x = 0,18\text{м}$$

Поправки по оси Y:

$$\delta\Delta y_{1-2} = 0,04\text{м}$$

$$\delta\Delta y_{2-3} = 0,05\text{м}$$

$$\delta\Delta y_{3-4} = 0,05\text{м}$$

$$\delta\Delta y_{4-1} = 0,05\text{м}$$

$$f_y = 0,19\text{м}$$

Вычисленные значения поправок в приращениях координат записываем в ведомость вычисления координат таблица № 6 на странице 31.

6. Определяем исправленные приращения координат, прибавляя поправки к вычисленным приращениям со знаком, обратным знаку невязки:

$$\Delta x_{ис.} = \Delta x_{выч.} + \delta\Delta x$$

$$\Delta y_{ис.} = \Delta y_{выч.} + \delta\Delta y$$

Сумма исправленных приращений должна быть равна нулю.

$$\sum \Delta x_{ис.} = 0;$$

$$\sum \Delta y_{ис.} = 0.$$

Вычисляем исправленные приращения координат:

- по оси X

$$\Delta x_{1-2} = +129,17 + 0,04 = + 129,21\text{м};$$

$$\Delta x_{2-3} = - 16,95 + 0,04 = - 16,91\text{м};$$

$$\Delta x_{3-4} = - 146,29 + 0,05 = - 146,24\text{м};$$

$$\Delta x_{4-1} = + 33,89 + 0,05 = + 33,94\text{м};$$

$$\sum \Delta x_{ис} = (+ 129,21) + (- 16,91) + (- 146,24) + (+ 33,94) = 0.$$

- по оси Y

$$\Delta y_{1-2} = + 28,64 + 0,04 = + 28,68\text{м};$$

$$\Delta y_{2-3} = + 133,28 + 0,05 = + 133,33\text{м};$$

$$\Delta y_{3-4} = - 23,08\text{м} + 0,05 = - 23,03\text{м};$$

$$\Delta y_{4-1} = - 139,03\text{м} + 0,05 = - 138,98\text{м};$$

$$\sum \Delta y_{ис} = (+ 28,68) + (+ 133,33) + (- 23,03) + (- 138,98) = 0.$$

Вычисленные значения исправленных приращений координат записываем в ведомость вычисления координат таблица № 6 на странице 31.

7. Определяем координаты вершин теодолитного хода по формулам:

$$X_n = X_{n-1} + \Delta x;$$

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta y;$$

Где X_n и Y_n – координаты последующей вершины (пункта) хода;
 X_{n-1} и Y_{n-1} – координаты предыдущей вершины хода.

Вычисляем координаты вершин (пунктов) хода:

- по оси X

$$X_2 = X_1 + \Delta x_{1-2} = + 15,00 + (+ 129,21) = + 144,21\text{м};$$

$$X_3 = X_2 + \Delta x_{2-3} = + 144,21 + (- 16,91) = + 127,30\text{м};$$

$$X_4 = X_3 + \Delta x_{3-4} = + 127,30 + (- 146,24) = - 18,94\text{м};$$

$$\text{Контроль: } X_1 = X_4 + \Delta x_{4-1} = - 18,94 + (+ 33,94) = + 15,00\text{м}.$$

- по оси Y

$$Y_2 = Y_1 + \Delta y_{1-2} = - 20,00 + (+ 28,68) = + 8,68\text{м};$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta y_{2-3} = + 8,68 + (+ 133,33) = + 142,01\text{м};$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta y_{3-4} = + 142,01 + (- 23,03) = + 118,98\text{м};$$

$$\text{Контроль: } Y_1 = Y_4 + \Delta y_{4-1} = + 118,98 + (- 138,98) = - 20,00\text{м}.$$

Полученные результаты заносим в ведомость вычисления координат таблица № 6 на странице 31.

Разомкнутый (диагональный) теодолитный ход

Исходные данные диагонального теодолитного хода:

- измеренные (правые) углы и горизонтальное проложение сторон хода приведены в таблице № 4 на странице 17;
- дирекционный угол направления стороны 4-1, к которой примыкает диагональный ход вначале, $\alpha_0 = \alpha_{4-1} = 283^\circ 42'$ (из таблицы № 6 на странице 31);
- дирекционный угол направления стороны 3-4, к которой примыкает диагональный ход в конце, $\alpha_n = \alpha_{3-4} = 188^\circ 58'$ (из таблицы № 6 на странице 31);
- координаты вершин (пунктов) № 1 --- $X_1 = +15,00$ м; $Y_1 = -20,00$ м; и № 3 --- $X_3 = +127,30$ м; $Y_3 = +142,01$ м (из таблицы № 6 на странице 31).

Ход выполнения

1. Определяем угловую невязку диагонального хода $f\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_m$;

где $\sum \beta_{изм}$ – сумма измеренных углов хода;

$\sum \beta_m$ – теоретическая сумма углов хода;

$$\sum \beta_{изм} = 62^\circ 22' + 158^\circ 10' + 54^\circ 13' = 274^\circ 45';$$

$$\sum \beta_m = \alpha_0 + 180^\circ n - \alpha_n = 283^\circ 42' + 180^\circ \cdot 3 - 188^\circ 58' = 634^\circ 44' - 360^\circ = 274^\circ 44'.$$

Угловая невязка:

$$f\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_m = 274^\circ 45' - 274^\circ 44' = 1'.$$

Предельно допустимая невязка:

$$f\beta_{доп.} = \pm 2 t \sqrt{n} = \pm 2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{3} = 1,7'.$$

Контроль: $f\beta = 1' < f\beta_{доп.} = 1,7'$, невязка допустима.

2. Определяем исправленные углы диагонального хода:

$$\beta_1 = 62^\circ 22'; \quad \beta_5 = 158^\circ 10'; \quad \beta_3 = 54^\circ 13' - 01' = 54^\circ 12'$$

$$\sum \beta_{ис.} = 62^\circ 22' + 158^\circ 10' + 54^\circ 12' = 274^\circ 44'.$$

Полученные результаты заносим в ведомость вычисления координат
таблица № 7 на странице 32.

3. Определяем дирекционные углы диагонального хода:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_i$$

По дирекционному углу примычной стороны α_{4-1} и увязанным внутренним (правым) углам диагонального хода вычисляем дирекционные углы направлений остальных сторон:

$$\alpha_{1-5} = \alpha_{4-1} + 180^\circ - \beta_1 = 283^\circ 42' + 180^\circ - 62^\circ 22' = 41^\circ 20'$$

$$\alpha_{5-3} = \alpha_{1-5} + 180^\circ - \beta_5 = 41^\circ 20' + 180^\circ - 158^\circ 10' = 63^\circ 10'$$

$$\text{Контроль: } \alpha_{3-4} = \alpha_{5-3} + 180^\circ - \beta_3 = 63^\circ 10' + 180^\circ - 54^\circ 12' = 188^\circ 58'$$

4. Определяем румбы направлений сторон диагонального хода по найденным дирекционным углам:

$$\alpha_{1-5} = 41^{\circ}20' \qquad r_{1-5} = \alpha_{1-5} = \text{CB} : 41^{\circ}20'$$

$$\alpha_{5-3} = 63^{\circ}10' \qquad r_{5-3} = \alpha_{5-3} = \text{CB} : 63^{\circ}10'$$

Полученные результаты дирекционных углов и румбов направлений заносим в ведомость вычисления координат таблица № 7 на странице 32.

1. Определяем приращения координат пунктов (вершин) диагонального хода:

$$\Delta x_{1-5} = d_{1-5} \cdot \cos r_{1-5} = 72,50 \cdot \cos 41^{\circ}20' = 54,44 \text{ м};$$

$$\Delta x_{5-3} = d_{5-3} \cdot \cos r_{5-3} = 127,90 \cdot \cos 63^{\circ}10' = 57,73 \text{ м};$$

$$\Delta y_{1-5} = d_{1-5} \cdot \sin r_{1-5} = 72,50 \cdot \sin 41^{\circ}20' = 47,88 \text{ м};$$

$$\Delta y_{5-3} = d_{5-3} \cdot \sin r_{5-3} = 127,90 \cdot \sin 63^{\circ}10' = 114,13 \text{ м}.$$

$$\text{Контроль: } \Delta y_{1-5} = \Delta x_{1-5} \cdot \text{tg } r_{1-5} = 54,44 \cdot \text{tg } 41^{\circ}20' = 47,88 \text{ м};$$

$$\Delta y_{5-3} = \Delta x_{5-3} \cdot \text{tg } r_{5-3} = 57,73 \cdot \text{tg } 63^{\circ}10' = 114,13 \text{ м}.$$

С учётом названий румбов вычисленные приращения координат будут положительные со знаком «+» и их записываем в таблицу № 7 на странице 32.

Определяем суммы вычисленных приращений координат:

$$\sum \Delta x_{\text{выч.}} = +54,44 + 57,73 = + 112,17 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{\text{выч.}} = + 47,88 + 114,13 = + 162,01 \text{ м}.$$

Определяем теоретические суммы приращений координат:

$$\sum \Delta x_{\text{т}} = X_n - X_0 = X_3 - X_1 = + 127,30 - (+ 15,00) = + 112,30 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{\text{т}} = Y_n - Y_0 = Y_3 - Y_1 = + 142,01 - (-20,00) = + 162,01 \text{ м}.$$

Определяем невязки в приращениях координат:

$$f_x = \sum \Delta x_{\text{выч.}} - \sum \Delta x_{\text{т}} = + 112,17 - (+ 112,30) = - 0,13 \text{ м};$$

$$f_y = \sum \Delta y_{\text{выч.}} - \sum \Delta y_{\text{т}} = + 162,01 - (+ 162,01) = 0,00$$

Находим абсолютную невязку хода:

$$f_p = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} = \sqrt{(- 0,13)^2} = 0,13 \text{ м}.$$

Длина диагонального хода: $P = 72,50 + 127,90 = 200,40 \text{ м}.$

Находим относительную невязку хода:

$$n = f_p / P = 1 / P : f_p = 1 / 200,40 : 0,13 = 1 / 1542$$

Контроль: $1 / 1542 < 1 / 1000$, что допустимо.

Вычисляем исправленные приращения координат, прибавляя поправки к вычисленным приращениям со знаком, обратным знаку невязки:

$$\begin{aligned}\Delta x_{1-5} &= + 54,44 + 0,06 = + 54,50 \text{ м}; \\ \Delta x_{5-3} &= + 57,73 + 0,07 = + 57,80 \text{ м}; \\ \sum \Delta x_{ис.} &= + 54,50 + (+ 57,80) = 112,30 \text{ м};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta y_{1-5} &= + 47,88 \text{ м} - \text{оставлена без изменения, т.к. невязка нулевая}; \\ \Delta y_{5-3} &= + 114,13 \text{ м} - \text{оставлена без изменения}; \\ \sum \Delta y_{ис.} &= + 47,88 + (+ 114,13) = + 162,01 \text{ м}.\end{aligned}$$

Исправленные суммы приращений координат равны теоретическим суммам:

$$\begin{aligned}\sum \Delta x_{ис.} &= \sum \Delta x_{т} = + 112,30 \text{ м}; \\ \sum \Delta y_{ис.} &= \sum \Delta y_{т} = + 162,01 \text{ м}.\end{aligned}$$

Полученные результаты приращений координат пунктов (вершин) диагонального хода заносим в ведомость вычисления координат таблица № 7 на странице 32.

6. *Определим координаты вершины (пункта) № 5 диагонального хода:*

Из замкнутого теодолитного хода координаты вершин:

$$\begin{aligned}\text{№1} &\text{ ————— } X_1 = +15,00 \text{ м}; \quad Y_1 = - 20,00 \text{ м}; \\ \text{№ 3} &\text{ ————— } X_3 = + 127,30\text{м}; \quad Y_3 = + 142,01\text{м} \text{ (из таблицы №1)}.\end{aligned}$$

Вычисляем:

$$\begin{aligned}X_5 &= X_1 + \Delta x_{1-5} = + 15,00 + (+ 54,50) = + 69,50 \text{ м}; \\ Y_5 &= Y_1 + \Delta y_{1-5} = - 20,00 + (+ 47,88) = + 27,88 \text{ м}.\end{aligned}$$

Контроль:

$$\begin{aligned}X_3 &= X_5 + \Delta x_{5-3} = + 69,50 + (+ 57,80) = + 127,30 \text{ м} \\ Y_3 &= Y_5 + \Delta y_{5-3} = + 27,88 + (+ 114,13) = + 142,01 \text{ м}.\end{aligned}$$

Полученные координаты примычной точки № 3 равны вычисленным координатам точки № 3 замкнутого хода.

Все вычисления заносим в ведомость вычисления координат диагонального хода таблица № 7 на странице 32.

**Определение площади полигона замкнутого теодолитного хода
аналитическим способом (по координатам).**

Исходные данные (табл.6 стр.31):

координаты вершин (опорных точек) полигона:

$$\begin{array}{ll} X_1 = + 15,00 \text{ м}; & Y_1 = - 20,00 \text{ м}; \\ X_2 = + 144,21 \text{ м}; & Y_2 = + 8,68 \text{ м}; \\ X_3 = + 127,30 \text{ м}; & Y_3 = + 142,01 \text{ м}; \\ X_4 = - 18,94 \text{ м}; & Y_4 = + 118,98 \text{ м}. \end{array}$$

Формулы определения площади:

$$S = 0,5 \cdot \sum X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})$$

или

$$S = 0,5 \cdot \sum Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1})$$

1. Определяем разность координат $(Y_{i+1} - Y_{i-1})$:

$$Y_2 - Y_4 = + 8,68 - (+ 118,98) = - 110,30 \text{ м};$$

$$Y_3 - Y_1 = + 142,01 - (- 20,00) = + 162,01 \text{ м};$$

$$Y_4 - Y_2 = + 118,98 - (+ 8,68) = + 110,30 \text{ м};$$

$$Y_1 - Y_3 = - 20,00 - (+ 142,01) = - 162,01 \text{ м}.$$

$$\text{Контроль: } + 272,31 \text{ м};$$

$$- 272,31 \text{ м}.$$

2. Определяем разность координат $(X_{i-1} - X_{i+1})$:

$$X_4 - X_2 = - 18,94 - (+ 144,21) = - 163,15 \text{ м};$$

$$X_1 - X_3 = + 15,00 - (+ 127,30) = - 112,30 \text{ м};$$

$$X_2 - X_4 = + 144,21 - (- 18,94) = + 163,15 \text{ м};$$

$$X_3 - X_1 = + 127,30 - (+ 15,00) = + 112,30 \text{ м}.$$

$$\text{Контроль: } + 275,45 \text{ м};$$

$$- 275,45 \text{ м}.$$

3. Определим произведения $X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})$:

$$X_1 \cdot (Y_2 - Y_4) = + 15,00 \cdot (- 110,30) = - 1654,50 \text{ м}^2;$$

$$X_2 \cdot (Y_3 - Y_1) = + 144,21 \cdot (+ 162,01) = + 23363,46 \text{ м}^2;$$

$$X_3 \cdot (Y_4 - Y_2) = + 127,30 \cdot (+ 110,30) = + 14041,19 \text{ м}^2;$$

$$X_4 \cdot (Y_1 - Y_3) = - 18,94 \cdot (- 162,01) = + 3068,47 \text{ м}^2.$$

$$+ 38818,62 \text{ м}^2.$$

4. Определим произведение $Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1})$:

$$Y_1 \cdot (X_4 - X_2) = - 20,00 \cdot (- 163,15) = + 3263 \text{ м}^2;$$

$$Y_2 \cdot (X_1 - X_3) = + 8,68 \cdot (- 112,30) = - 974,76 \text{ м}^2;$$

$$Y_3 \cdot (X_2 - X_4) = + 142,01 \cdot (+ 163,15) = + 23168,93 \text{ м}^2;$$

$$Y_4 \cdot (X_3 - X_1) = + 118,98 \cdot (+ 112,30) = + 13361,45 \text{ м}^2.$$

$$+ 38818,62 \text{ м}^2.$$

5. Определим площадь полигона:

$$S = 0,5 \cdot 38818,62 = 19409,31 \text{ м}^2 = 1,941 \text{ га}.$$

Все данные заносим в ведомость вычисления площади полигона таблица 8 на странице 33.

Таблица 7 Ведомость вычисления координат опорных точек разомкнутого (диагонального) теодолитного хода

№№ точек	Измеряемые углы	Исправленные углы	Дирекционные углы	Румбы		Горизонтальное проложение сторон, м	Приращения координат, м				Координаты, м		
				название	величина		вычисленные		исправленные		X	Y	
							ΔX	ΔY	ΔX	ΔY			
4													
			283°42'										
1	62° 22'	62° 22'					+ 0,06					+ 15,00	- 20,00
			41°20'	СВ	41°20'	72,50	+ 54,44	+ 47,88	+ 54,50	+ 47,88			
5	158° 10'	158° 10'					+ 0,07					+ 69,50	+ 27,88
			63°10'	СВ	63°10'	127,90	+ 57,73	+ 114,13	+ 57,80	+ 114,13			
3	54° 13'	54° 12'										+ 127,30	+ 142,01
			188°58'										
4													
	$\sum\beta_{изм} =$ =274° 45'	$\sum\beta_{испр} =$ =274° 44'				P = 200,40	+ 112,17 $f_x =$ - 0,13м	+ 162,01 $f_y = 0,00$	+ 112,30 $\sum\Delta x = 0$	+ 162,01 $\sum\Delta y = 0$			
	$\sum\beta_{т.} =$ =274° 44'												
	$f\beta = \sum\beta_{изм} - \sum\beta_{т.} =$ =274° 45'-274° 44'=1'												
	$f\beta_{доп.} = 2 \cdot t \cdot \sqrt{n} =$ = 2 · 30" · √3 = 1,7'												
	$f\beta = 1' < f\beta_{доп} = 1,7'$												
							$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} =$ = 0,13м						
							$f_p/P =$ = 1 / 1542 < 1/1000						

Таблица 8

Ведомость вычисления площади полигона по координатам его вершин

№№ вер шин	Координаты и вычисления в метрах					
	X_i	Y_i	$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1})$
1	+ 15,00	- 20,00	- 110,30	- 163,15	- 1654,50	+ 3263
2	+ 144,21	+ 8,68	+ 162,01	- 112,30	+ 23363,46	- 974,76
3	+ 127,30	+ 142,01	+ 110,30	+ 163,15	+ 14041,19	+ 23168,93
4	- 18,94	+ 118,98	- 162,01	+ 112,30	+ 3068,47	+ 13361,45
Контроль			+ 272,31	+ 275,45	+ 38818,62	+ 38818,62
			- 272,31	- 275,45	$S = 0,5 \cdot 38818,62 = 19409,31 \text{ м}^2 = 1,941 \text{ га}$	
			0,00	0,00		

Практическое занятие №7.

Тема: . Определение элементов круговых и переходных кривых по таблицам.

Цель: научиться определять различными способами элементы кривых, выполнять расчет пикетажа главных точек круговых и переходных кривых.

Оборудование и принадлежности: микрокалькуляторы, таблицы для разбивки железнодорожных кривых, образцы работ.

Литература: В.И.Родионов «Геодезия» стр.178-182; В.И. Родионов, В.Н.Волков «Задачник по геодезии» стр. 98-104.

Последовательность выполнения

Исходные данные по своему варианту выписать из таблицы 9 для первой и второй кривой: угол поворота кривой (α), радиус кривой (R), длину переходной кривой (l_n). Для определения пикетажа главных точек кривых необходимо знать положение вершин углов поворота трассы:

- для первой кривой: ВУ ПК 2+10;

- для второй кривой: ВУ ПК 7+35.

Первая кривая

Исходные данные:

1. Определить элементы круговой кривой:

Для первой кривой значение элементов круговой кривой подсчитать по формулам:

$$T_0 = R \cdot tq(\alpha / 2) =$$

$$K_0 = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ} =$$

$$B_0 = R(\sec \frac{\alpha}{2} - 1) =$$

$$D_0 = 2T_0 - K_0 =$$

2. Определить элементы переходных кривых, согласно l_n , по формулам:

$$p \approx l_n^2 / 24R =$$

$$T_p = p \cdot tq \frac{\alpha}{2} =$$

$$m = l_n / 2 =$$

$$B_p = p \cdot \sec \frac{\alpha}{2} =$$

$$D_p = 2T_p =$$

3. Определить суммированные элементы кривых по формулам:

$$T_c = T_p + T_0 + m = \text{суммированный тангенс}$$

$$K_c = K_0 + l. = \text{суммированная длина кривой}$$

$$D_c = D_0 + D_p = \text{суммированный домер}$$

$$B_c = B_0 + B_p = \text{суммированная биссектриса}$$

$$\text{Контроль вычислений: } 2 T_c = K_c + D_c =$$

4. Определить пикетажное положение главных точек суммированной кривой:

$$\text{начало кривой } НК = ВУ - T_c =$$

$$\text{середина кривой } СК = НК + K_c/2 =$$

$$\text{конец кривой } КК = НК + K_c =$$

$$\text{Контроль: } КК = ВУ + T_c - D_c =$$

$$СК = ВУ - D_c/2 =$$

Вторая кривая

Исходные данные:

1. Определить элементы круговой кривой:

Для второй кривой значение элементов круговой кривой взять по таблицам для разбивки железнодорожных кривых:

$$T_0 =$$

$$K_0 =$$

$$B_0 =$$

$$D_0 =$$

Контроль вычислений: $2T_0 = K_0 + D_0 =$

2. Определить элементы переходных кривых, согласно l_n .

Для второй кривой значения элементов берут по таблицам, но значение домера все равно вычисляют по формуле:

$$p =$$

$$T_p =$$

$$m =$$

$$B_p =$$

$$\text{вычисляем: } D_p = 2T_p =$$

3. Определить суммированные элементы кривых по формулам:

$$T_c = T_p + T_0 + m = \text{суммированный тангенс}$$

$$K_c = K_0 + l = \text{суммированная длина кривой}$$

$$D_c = D_0 + D_p = \text{суммированный домер}$$

$$B_c = B_0 + B_p = \text{суммированная биссектриса}$$

$$\text{Контроль вычислений: } 2T_c = K_c + D_c =$$

4. Определить пикетажное положение главных точек суммированной кривой:

$$\text{начало кривой } НК = ВУ - T_c =$$

$$\text{середина кривой } СК = НК + K_c/2 =$$

$$\text{конец кривой } КК = НК + K_c =$$

$$\text{Контроль: } КК = ВУ + T_c - D_c =$$

$$СК = ВУ - D_c/2 =$$

5. Дать ответы на контрольные вопросы и сделать выводы.

6. Оформить работу и защитить ее.

Содержание отчёта

1. Первая кривая. Вычисления элементов круговой и переходной кривых. Исчисление пикетажного положения главных точек суммированной кривой.
2. Вторая кривая. Записать в отчёт значения элементов круговой и переходных кривых, взятых из таблиц для разбивки кривых на железных дорогах. Записать в отчёт исчисление пикетажного положения главных точек суммированной кривой.

3. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Назначение и виды кривых на железных дорогах.
2. Перечислите главные элементы и главные точки кривых.
3. В чём преимущество переходной кривой по сравнению с круговой?

Таблица 9

Исходные данные для практической работы № 7

Вариант	Кривая 1			Кривая 2		
	α	$R, \text{ м}$	$l_{\text{п}}, \text{ м}$	α	$R, \text{ м}$	$l_{\text{п}}, \text{ м}$
1	5°22'	1500	40	22°17'	400~	120
2	7° 07'	1200	60	16° 29'	500	120
3	7° 26'	1000	80	14° 28'	600	120
4	9° 16'	800	100	12° 26'	700	100
5	12° 13'	700	100	9° 28'	800	100
6	14° 14'	600	120	7° 44'	1000	80
7	16° 17'	500	120	7° 13'	1200	60
8	22° 44'	400	120	5° 34'	1500	40
9	16° 34'	500	120	8° 34'	1000	80
10	15° 16'	600	120	10° 42'	800	100
11	13° 07'	700	100	15° 34'	600	120
12	10° 53'	800	100	17° 38'	500	120
13	9° 13'	1000	80	23° 25'	400-	120
14	7° 25'	1200	60	13° 13'	700	100
15	5° 42'	1500	40	8° 25'	1200	60
16	7° 43'	1200	60	10° 34'	1000	80
17	9° 22'	1000	80	11° 17'	800	100
18	11° 32'	800	100	16° 17'	600	120
19	13° 22'	700	100	17° 44'	500	120
20	16° 25'	600	120	23° 48'	400-	120
21	18° 13'	500	120	6° 52'	1500	40
22	24° 01'	400	120	8° 34'	1200	60
23	18° 31'	500	120	16° 44'	600	120
24	17° 04'	600	120	7° 54'	1200	60
25	13° 44'	700	100	9° 34'	1000	80
26	11° 44'	800	100	6° 25'	1500	40
27	10° 07'	1000	80	6° 34'	1500	40
28	8° 16'	1200	60	12° 34'	800	100
29	6° 07'	1500	40	17° 26'	600	120
30	24° 53'	400	120	10° 14'	1000	80

|

|

|

|

|

Практическое занятие № 8

Тема: Обработка журнала нивелирования трассы.

Цель: научиться обрабатывать полевой журнал геометрического нивелирования трассы и вычислять высоты точек.

Оборудование и принадлежности: индивидуальное задание, калькулятор, чертёжные инструменты, журнал нивелирования, образцы работ.

Литература: В.И.Родионов «Геодезия» стр.198-200; В.И.Родионов, В.Н.Волков «Задачник по геодезии» стр. 106 – 116; стр. 127 - 129.

Последовательность выполнения

1. В журнале нивелирования трассы (табл. 10 стр.49-51) значение отсчётов по рейкам указаны в графах 1,2,3,4,5, которые заполняются по результатам полевых измерений при нивелировании трассы. В графу 13 вписать отметки высот реперов $P_{п1}$ и $P_{п2}$ из табл. 9 (стр.48).

Определить положение связующих и промежуточных точек; вычертить схему нивелирования трассы.

2. Обработать журнал нивелирования трассы (табл. 10 стр.49-51).

2.1. Вычислить превышения между связующими точками. Превышения вычисляют дважды: по отсчетам черных сторон реек и по отсчетам красных сторон реек:

$$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч};$$
$$h_{кр} = a_{кр} - b_{кр}.$$

Разность значений между вычисленными превышениями по черным и красным сторонам реек не должна превышать ± 5 мм (для нивелирования 4 класса).

Вычисленные превышения записать с учетом знаков в графы 6 или 7 журнала нивелирования.

2.2. Вычислить значения средних превышений: $h_{ср} = (h_{ч} + h_{кр}) / 2$,

если в результате вычислений получается число, оканчивающееся на 0,5, то его округляют до ближайшего целого четного числа, например: $h_{ср} = 2324,5$, то значение округляют и принимают $h_{ср} = 2324$; число: 0871,5 округляют до **0872**. Средние превышения с учетом знака записать в графу 8 или 9 журнала.

2.3. Выполнить постраничный контроль: $\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{ср}$;

где $\sum a$ - сумма задних отсчетов в графе 3,

$\sum b$ - сумма передних отсчетов в графе 4,

$\sum h$ - сумма вычисленных превышений в графах 6 и 7,

$\sum h_{ср}$ - сумма средних превышений в графах 8 и 9.

Контроль выполняется на каждой странице журнала нивелирования.

2.4. Выполнить контроль по нивелирному ходу.

Контрольное превышение между реперами: $h_k = H_{P2} - H_{P1}$

Действительное практическое превышение по нивелирному ходу $h_{пр}$ равно:

$$h_{пр} = \sum h_{ср} = \sum h_1 + \sum h_2 + \sum h_3$$

Невязка по ходу: $f_h = h_{пр} - h_k$;

Допустимая невязка по ходу при техническом нивелировании определяется по формуле: $f_{h. доп} = \pm 50\sqrt{L}$, где L-длина нивелирного хода в км.

Если $f_h \leq f_{h. доп}$, то невязку распределяют, определяя поправку на каждое превышение. Найденные поправки записать над средними превышениями (графы 8 или 9) со знаком, обратным знаку невязки.

2.5. Вычислить увязанные превышения и записать в графы 10 или 11 журнала.

2.6. Вычислить отметки высот связующих точек: $H_B = H_A + (\pm h_{ув.})$.

Записать отметки высот в графу 13 журнала нивелирования трассы (табл.11).

2.7. Вычислить отметки высот промежуточных точек.

Для того, чтобы вычислить отметки высот промежуточных точек, необходимо вычислить отметки горизонтов приборов тех станций, с которых производились отсчеты на промежуточные точки:

$$ГП = H_i + a_i.$$

Высоты ГП записать в графу 12 журнала.

Высота промежуточной точки, при снятом на нее отсчете (с), определяется как:

$$H_c = ГП - с.$$

Вычисленные отметки высот промежуточных точек записать в графу 13 (табл.11).

3. Обработать журнал нивелирования поперечника на ПК 5 (табл. 11 стр.52).

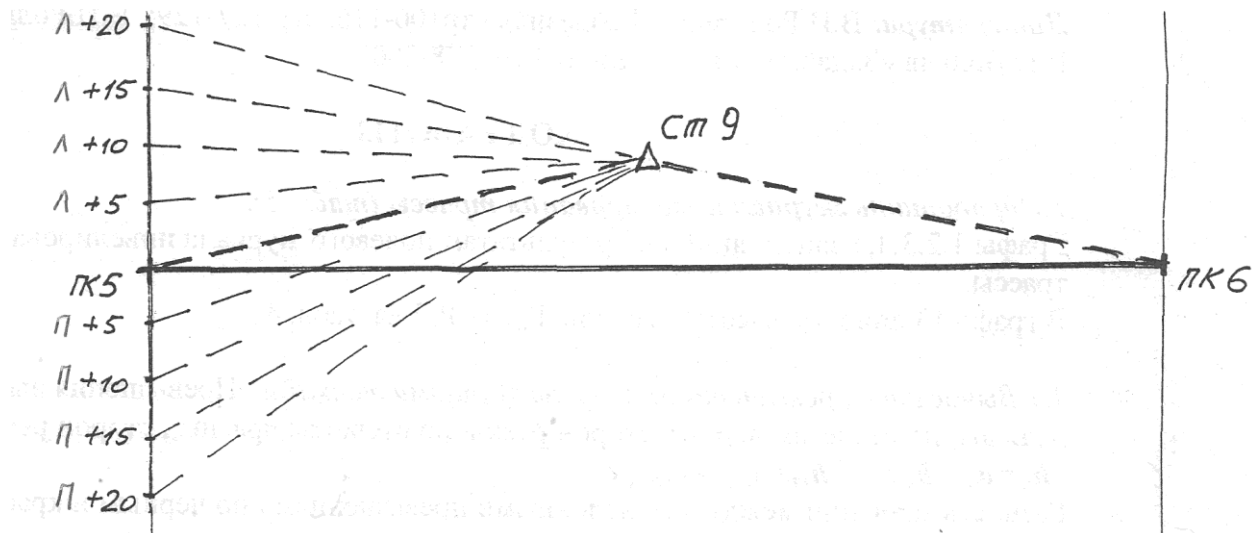


Рис.6 Схема нивелирования поперечника.

4. Сделать выводы.

Содержание отчёта

1. Схема нивелирования трассы.
2. Заполненный журнал нивелирования трассы железной дороги.
3. Заполненный журнал нивелирования поперечника.
4. Вывод.

Контрольные вопросы и задания

1. На основе, каких документов заполняется журнал нивелирования трассы?
2. Какие работы входят в обработку полевого материала нивелирования трассы?
3. Как определяется превышение конечной точки хода над начальной?
4. Как определяются отметки промежуточных точек?
5. Как выполняется постраничный контроль?

Практическое занятие № 9

Тема: Составление подробного профиля трассы.

Цель: научиться строить подробный продольный и поперечный профили трассы.

Оборудование и принадлежности: индивидуальные задания, калькулятор, чертёжные инструменты, журнал нивелирования, образцы работ.

Литература: В.И.Родионов «Геодезия» стр. 200-202;
В.И.Родионов, В.Н.Волков «Задачник по геодезии» стр. 117 – 136.

Последовательность выполнения

1. Построить подробный продольный профиль по трассе в двух масштабах - горизонтальном $1:1000$ и вертикальном $1:100$.

Построение продольного профиля выполнить на основании журнала нивелирования (практическая работа № 8 табл.10 стр.49-51.) и пикетажного журнала (рис.7 стр.43). Формат листа миллиметровой бумаги А2 по длине - 60-70см, по высоте – 30-35см.

1.1. Построить сетку продольного профиля (разбивка сетки рис. 8 стр.46). Линии сетки обводят чёрным цветом.

1.2 В графе 1 «Километры» подписываются указатели километров.

В графе 2 «Расстояния» пикеты и плюсы выделяют вертикальными линиями. Указывают расстояния от плюсовой точки до заднего и переднего пикетов. При нескольких плюсовых точках в пределах одного пикета указывают расстояния между ними, так чтобы сумма этих расстояний была равна длине пикета (100м). Номера пикетов записывают под вертикальным и пикетными линиями.
Графы 1 и 2 заполняются чёрным цветом.

1.3 Заполнить графу 3 - «План трассы». Заполняется красным цветом. По середине графы нанести участки прямых и кривых трассы железной дороги. Если угол поворота трассы направлен вправо, дуга кривой направляется выпуклостью вверх, если влево – выпуклостью вниз. Начало и конец первой и второй кривых, а также размеры главных элементов кривых взять из практической работы № 7 и показать их на плане трассы. Кроме того, показать ориентирование (азимут) прямых участков. Начальный азимут ПК0-ПК1 для своего варианта взять из таблицы 9 стр.48. Длины прямых участков показать с точностью до сантиметров.

1.4 Заполнить графу 4 «Отметки высот поверхности земли» чёрным цветом. Выписывают из журнала нивелирования трассы (табл.10 стр.49-51) отметки высот всех пикетных и плюсовых точек поверхности земли, вычисленные на практическом занятии № 8, с округлением до 1 см, над соответствующими вертикальными линиями.

1.5 *Посередине графы 7 «План с ситуацией»* проводят **красным цветом** выпрямленную ось трассы и на основании пикетажного журнала (рис.7 стр.43) заполняют все данные о ситуации **чёрным цветом**.

1.6 *Вычертить продольный профиль земли по трассе* **чёрным цветом**.

Выше сетки продольного профиля ($\approx 5 - 10$ см) вычертить шкалу высот.

Определить самую нижнюю отметку по трассе (например $-75,80$ м) и принять, ниже этой отметки отметку условного горизонта, т.е. нижнюю отметку шкалы (в данном примере она будет равна $75,00$ м).

От нижней отметки ($75,00$ м) разбить шкалу через 1 см (масштаб $1:100$) до максимальной отметки высоты пикета или плюса.

От условного горизонта профиля откладывают вертикальные линии на пикетных и плюсовых точках, равные в масштабе $1:100$ отметкам этих точек. Высоту линий можно определять по шкале высот в зависимости от высоты точки.

Концы отложенных вертикальных отрезков соединяют прямыми линиями, называемые элементами продольного профиля. Полученная ломаная линия – это профиль местности по оси будущего железнодорожного пути.

2. Построить поперечный профиль трассы по данным журнала нивелирования поперечника (практическая работа № 8 табл.11 стр. 52) в масштабе $1:100$.

Составляется поперечный профиль в такой же последовательности, что и продольный.

Размеры профильной сетки и наименование её граф указаны на рисунке 9 стр.46.

3. Сделать выводы.

Содержание отчёта

1. Подробный продольный профиль по трассе.
2. Поперечный профиль трассы.
3. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение продольного профиля и укажите его типы.
2. На основании каких документов строится подробный профиль?
3. Что называется сеткой профиля?
4. Как производятся отсчёты по чёрной и красной сторонам реек?
5. Какими условными знаками на плане трассы обозначают кривые?

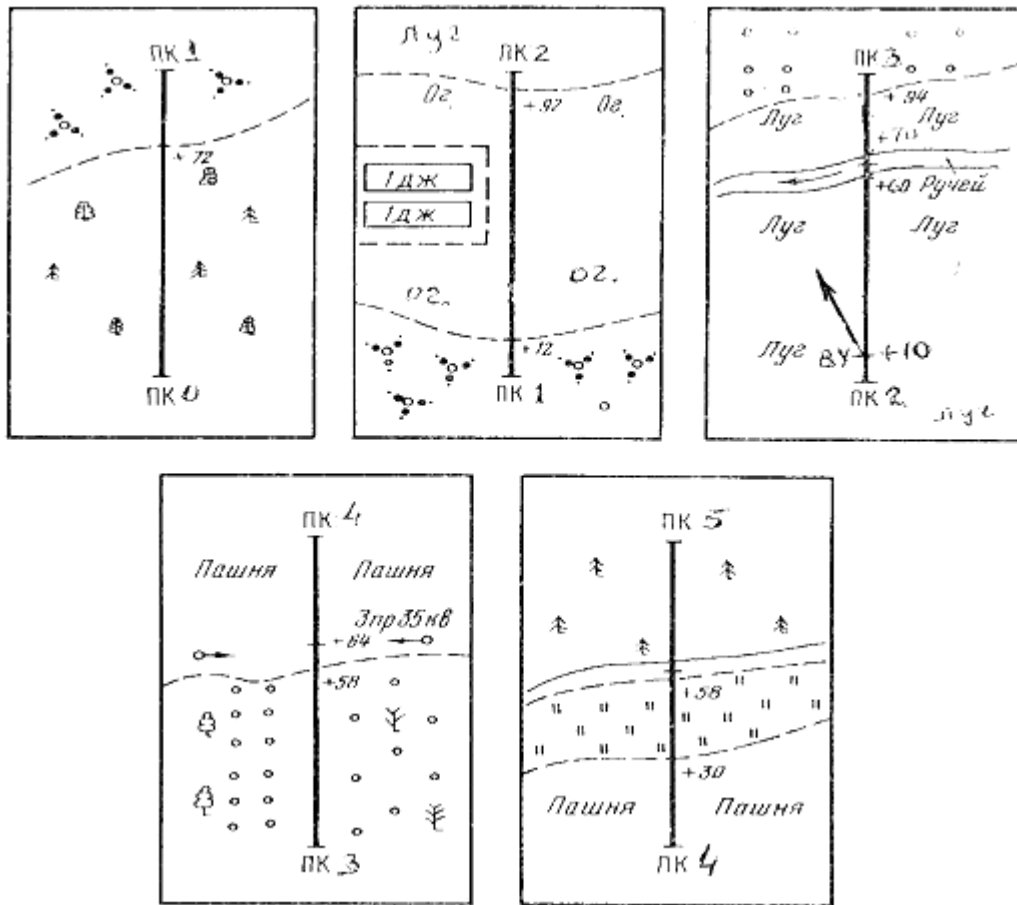


Рис 7 Пикетажный журнал трассы железной дороги

Практическое занятие № 10

Тема: Проектирование по продольному профилю: вычисление проектных уклонов, проектных и рабочих отметок, расстояний до точек нулевых работ.

Цель: научиться проектировать по продольному и поперечному профилям трассы.

Оборудование и принадлежности: индивидуальные задания, калькулятор, чертёжные инструменты, журнал нивелирования, образцы работ.

Литература: В.И.Родионов «Геодезия» стр. 202-209;
В.И.Родионов, В.Н.Волков «Задачник по геодезии» стр. 117 – 136.

Последовательность выполнения

Исходные данные для проектирования по продольному профилю берутся из практических занятий № 8 и 9.

1. **Нанести на продольный профиль проектную линию на уровне бровки земляного полотна (БЗП) (красным цветом).** Смотреть рисунок 8 стр.46 «Подробный продольный профиль».

Проектная линия состоит из сочетания различной протяжённости горизонтальных и наклонных линий (называемых элементами продольного профиля) – площадок, спусков, подъёмов. Крутизна спусков и подъёмов характеризуется величиной проектного уклона. Максимальный проектный уклон – не более 15%.

Точки, в которых заканчивается один уклон и начинается другой, называют точками перелома профиля.

Проектную линию нанести с таким расчётом, чтобы сократить объёмы земляных работ, проектная высота БЗП должна находиться как можно ближе к линии поверхности земли. Основное условие проведения проектной линии - минимум объема земляных работ или, по-другому, объем выемки приблизительно должен быть равен объему насыпи.

Проектную линию следует наносить, начиная с « фиксированного » места. Таким местом является переход через ручей между ПК5 и ПК6 (см. пикетажный журнал или в графе 7 «План с ситуацией»). Так как ширина ручья 10м. то требуется мост длиной 15-20м. Стоит принять типовой железобетонный мост пролетом 18,7м. Исходя из этого, на переходе запроектировать площадку (уклон равен нулю) длиной 200м (ПК4-ПК6). Проектная высота площадки назначается на 3-3,5м выше высоты уреза воды в ручье.

Далее запроектировать два элемента - влево и вправо от площадки. Проектные уклоны этих элементов должны быть выражены целым числом.

$$i = h / d;$$

где i - проектный уклон (может быть положительным или отрицательным),
 h – превышение (знак «+» или «-»), равное разности проектных высот точек в конце (H_k) и в начале (H_n) одного элемента:

$$h = H_k - H_n;$$

d – горизонтальное проложение элемента.

После этого в графе 5 «Проектные уклоны» **красном цветом** нанести наклонные диагонали или горизонтальные линии по направлению уклона элемента, под линией указать горизонтальное проложение в метрах, над линией – величину уклона в тысячных (промилях).

2. Вычислить проектные отметки высот пикетов и плюсовых точек и занести **красным цветом** в графу 6.

Графы 5 и 6 продольного профиля – это проектные данные положения бровки земляного полотна железной дороги.

Проектные высоты пикетов и плюсовых точек вычисляют по формуле:

$$H_{к.пр.} = H_{н.пр.} + i_{пр.} \cdot d;$$

Проектная высота последующей точки ($H_{к.пр.}$) равна проектной высоте предыдущей точки ($H_{н.пр.}$) плюс произведение проектного уклона элемента на горизонтальное проложение между этими точками.

3. Определить рабочие высоты и нанести **красным цветом** на профиль.

Рабочие отметки высот, т.е. высота насыпи или глубина выемки определяются по формуле:

$$p = H_{пр.} - H_3;$$

где $H_{пр.}$ - проектная высота точки;

H_3 - высота земли в этой же точке.

Если $H_{пр.} > H_3$ - в этой точке будет насыпь.

Если $H_{пр.} < H_3$ - в этой точке будет выемка.

Рабочая отметка насыпи указывается выше проектной линии; рабочая отметка (глубина) выемки - ниже проектной линии.

4. Определить пикетаж «нулевых мест» и нанести **синим цветом** на профиль.

Если на продольном профиле проектная линия пересекается с линией поверхности земли, то рабочая высота в точке пересечения равна нулю.

Такие точки называются нулевыми или точками нулевых работ. На рисунке 8 стр.46 «Подробный продольный профиль» это точки a, b, c, d .

Пикетажное значение «нулевых мест» определяется из формулы:

$$x = p_1 \cdot d / (p_1 + p_2);$$

где x – расстояние от ближайшей задней точки (пикета или плюса) с рабочей отметкой p_1 до точки нулевых работ.

d – горизонтальное проложение между смежными точками с рабочими отметками p_1 и p_2 .

Проектная отметка высоты точки нулевых работ определяется по формуле:

$$H_{хпр.} = H_{н.пр.} + i_{пр.} \cdot x$$

5. Нанести на проектной линии условными знаками отдельные пункты, путевые здания, искусственные сооружения, проезды.

6. Выполнить проектирование поперечного профиля.

При проектировании поперечных профилей земляного полотна (насыпей и выемок) поперечные профили строят в одинаковом вертикальном и горизонтальном масштабах 1:100 или 1:200. Принцип обводки поперечных профилей в цвете тот же, что и для продольных профилей: чёрным цветом обводят линии, отметки высот точек и расстояния существующие, красным – все проектируемые.

Смотреть рисунок 9 стр.46 «Поперечный профиль насыпи железной дороги».

7. Сделать выводы, оформить работу и защитить ее.

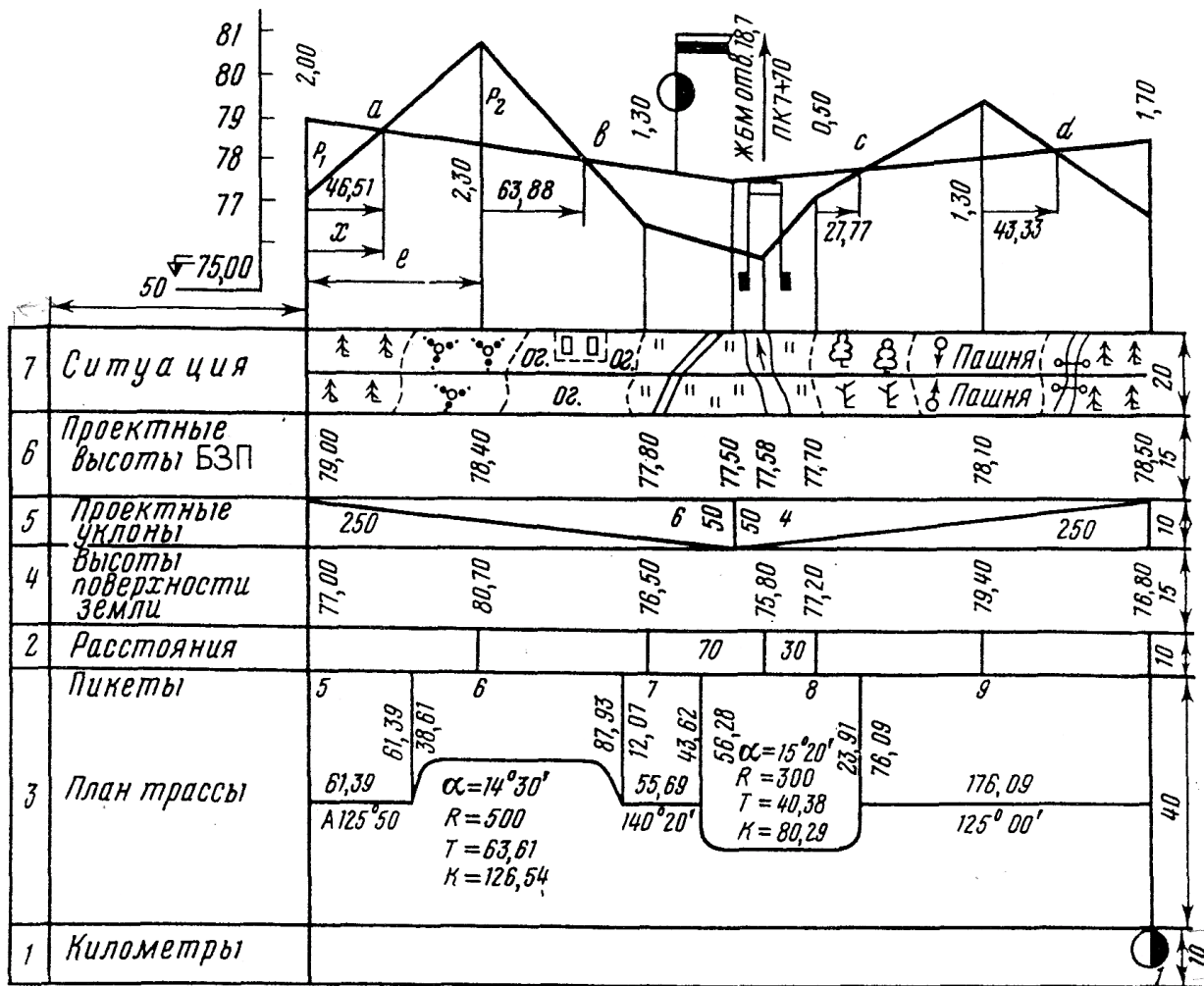


Рис. 8 Подробный продольный профиль

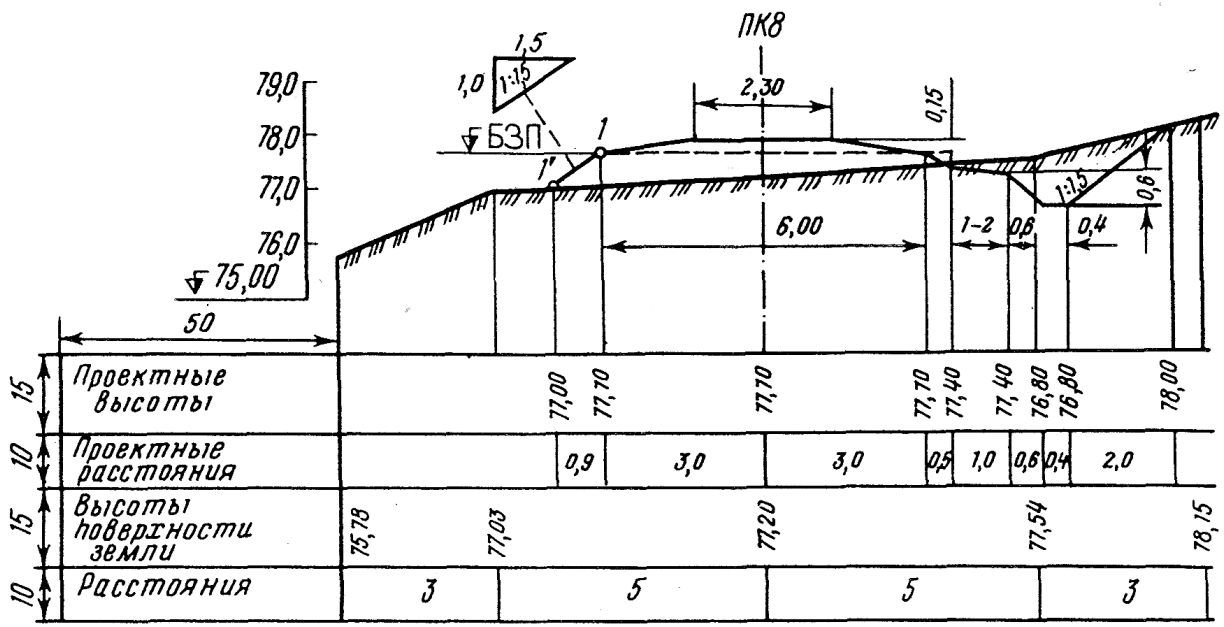


Рис. 9. Поперечный профиль насыпи железной дороги

Содержание отчёта

1. Продольный профиль проектных линий с нанесёнными уклонами, проектными и рабочими отметками высот, расстоянием до точек нулевых работ.
2. Поперечный профиль с проектом земляного полотна.
3. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое проектная линия и на каком уровне она указывается на подробном продольном профиле?
2. Как вычисляется рабочая отметка точки?
3. Как расположена точка на профиле относительно проектной линии, если её рабочая отметка отрицательна?
4. Что означает понятие «точка нулевых работ»?
5. Как определить расстояние от точек нулевых работ до ближайших точек профиля?

Таблица 9а. Исходные данные для практических работ №№ 8; 9; 10

Вариант	Высоты реперов, м		Дирекционный угол ПК 0 - ПК 1
	$P_{n 1}$	$P_{n 2}$	
1	14.480	9,000	10°16'
2	16,800	11,300	20° 35'
3	18,950	13,480	30° 44'
4	20.380	14,880	40° 56'
5	24.240	18,770	50° 05'
6	26.380	20,880	60° 19'
7	28.540	23,070	70° 23'
8	30.670	25,180	80° 32'
9	33.780	28,290	100° 48'
10	35.870	30,370	110° 53'
11	38.010	32,540	120° 08'
12	40.060	34,570	130° 13'
13	43.240	37,740	140° 26'
14	45.380	39,880	150° 35'
15	47.420	41,940	160° 47'
16	51.630	46,130	170° 38'
17	54.640	49,160	190° 04'
18	56.790	51,290	200° 12'
19	58.900	53,400	210° 24'
20	60.930	55,450	220° 37'
21	64.050	58,560	230° 44'
22	66.160	60,660	240° 51'
23	67.270	61,770	250° 02'
24	69.350	63,880	260° 17'
25	71.530	66,030	280° 23'
26	74.640	69,140	290° 36'
27	76.730	71,250	300° 47'
28	78.770	73,270	310° 54'
29	80.850	75,380	320° 06'
30	84.940	79,440	330° 35'

Таблица № 10

Журнал нивелирования трассы железной дороги

№ станций	№ точек	Отсчёты по рейкам, мм			Превышения, h мм						ГП м	Высота точек H м
		задние «а»	передние «б»	промежуточные «с»	вычисленные, $h_{выч}$		средние, $h_{ср.}$		увязанные, $h_{ув.}$			
					+	-	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Рп 1 ПК 0	0471 5259	2014 6800									
2	ПК 0 +40	0317 5100	2865 7652									
3	+40 ПК 1	0625 5408	2900 7687									
4	ПК 1 +70 ПК 2	0433 5220	2871 7658	1527								
Постраничный контроль		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{выч} =$ =	$-\sum h_{выч} =$ =	$+\sum h_{ср} =$ =	$-\sum h_{ср} =$ =				
		$\sum h_1 = (\sum a - \sum b)/2 =$ =			$\sum h_1 =$ $(-\sum h_{выч} + \sum h_{выч})/2 =$ =	$\sum h_1 = -\sum h_{ср} + \sum h_{ср} =$ =						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	ПК 2 +20 +30 +70 ПК 3	2858 7645	0481 5265	2916 2920 2895								
6	ПК 3 ПК 4	2929 7715	0384 5170									
7	ПК 4 +35 ПК 5	1538 6325	2215 7000	1017								
8	ПК5 Рп 2	1567 6350	2492 7275									
Постраничный контроль		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{\text{выч}} =$ =	$-\sum h_{\text{выч}} =$ =	$+\sum h_{\text{ср}} =$ =	$-\sum h_{\text{ср}} =$ =				
		$\sum h_2 = (\sum a - \sum b)/2 =$ =			$\sum h_2 =$ $=(-\sum h_{\text{выч}} + \sum h_{\text{выч}})/2 =$ =		$\sum h_2 = -\sum h_{\text{ср}} + \sum h_{\text{ср}} =$ =					
Контроль по нивелирному ходу: Практическое превышение $h_{\text{пр}} = \sum h_1 + \sum h_2 =$ Контрольное превышение $h_{\text{к}} = H_{\text{Рп 2}} - H_{\text{Рп 1}} =$ Невязка по ходу $f_h = h_{\text{пр}} - h_{\text{к}} =$ Допустимая невязка $f_{h \text{ доп.}} = \pm 50\sqrt{L} =$ Условие допустимости невязки $f_h =$ $< f_{h \text{ доп.}} =$									$+\sum h_{\text{ув}} =$	$-\sum h_{\text{ув}} =$		
									$h_{\text{ув}} = -\sum h_{\text{ув}} + \sum h_{\text{ув}} =$ =		$h_{\text{ув}} = h_{\text{к}} =$	

Таблица № 11

Журнал нивелирования поперечника

№ станции	№ точки	Отсчёты по рейкам, мм			Превышение h мм	ГП м	Высота точки H м
		задние «a»	передние «b»	промежуточные «c»			
15	ПК 2	2808 7595					
	Право						
	+5			1947			
	+10			2285			
	+15			2508			
	+20			2027			
	Левое						
	+5			1275			
	+10			0633			
	+15			0467			
+20			1015				
	ПК 3		0485 5269				
Контроль		$\sum a =$	$\sum b =$				$\sum h = H_{ПК 3} - H_{ПК 2} =$
		$\sum h = (\sum a - \sum b)/2 =$					=

Практическое занятие № 11

Тема: Обработка материалов нивелирования поверхности по квадратам. Составление плана нивелируемой поверхности, построение горизонталей способом графической интерполяции.

Цель: научиться обрабатывать данные полевого материала нивелирования поверхности по квадратам и составлять план нивелируемой поверхности с горизонталями.

Оборудование и принадлежности: индивидуальное задание, калькулятор, чертёжные инструменты, журнал нивелирования, образцы работ, миллиметровая бумага формата А3.

Литература: В.И. Родионов «Геодезия» стр. 209-215.

Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 149-151.

Последовательность выполнения

1. Исходные данные принимать согласно своего варианту из таблицы № 12 (стр.55) и рисунка 10 (стр.56) «Схема нивелирования местности по квадратам».

Данные занести в таблицу № 13 (стр.57-58) «Журнал нивелирования земной поверхности по квадратам». Вычислить отметки высот связующих точек (см. рис. 10 стр.56) опорного хода в журнале нивелирования земной поверхности по квадратам. Высоты начальной и конечной точек взять по табл.12 (стр.55).

2. Обработку журнала нивелирования поверхности по квадратам выполнять в следующей последовательности:

2.1. Вычислить превышения между связующими точками.

Превышения вычисляют дважды: по отсчетам черных сторон реек и по отсчетам красных сторон реек:

$$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч};$$
$$h_{кр} = a_{кр} - b_{кр}$$

Разность значений между вычисленными превышениями по черным и красным сторонам реек не должна превышать ± 5 мм (для нивелирования 4 класса).

Вычисленные превышения записать с учетом знаков в графы 6 или 7 журнала нивелирования.

2.2. Вычислить значения средних превышений: $h_{cp} = (h_{ч} + h_{кр}) / 2$,

если в результате вычислений получается число, оканчивающееся на 0,5, то его округляют до ближайшего целого четного числа, например: $h_{cp} = 2324,5$, то значение округляют и принимают $h_{cp} = 2324$; число: 0871,5 округляют до **0872**. Средние превышения с учетом знака записать в графу 8 или 9 журнала.

2.3. Выполнить постраничный контроль: $\frac{\sum \alpha - \sum b}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{cp}$;

где $\sum \alpha$ - сумма задних отсчетов в графе 3,

$\sum b$ - сумма передних отсчетов в графе 4,

$\sum h$ - сумма вычисленных превышений в графах 6 и 7,

$\sum h_{cp}$ - сумма средних превышений в графах 8 и 9.

Контроль выполняется на каждой странице журнала нивелирования.

2.4. Выполнить контроль по нивелирному ходу.

Контрольное превышение между реперами: $h_k = H_{к6} - H_{а6}$

Действительное практическое превышение по нивелирному ходу h_{np} равно:

$$h_{np} = \sum h_{cp} = \sum h_1 + \sum h_2 + \sum h_3$$

Невязка по ходу:

$$f_h = h_{np} - h_k;$$

Допустимая невязка по ходу при техническом нивелировании определяется по формуле:

$$f_{h. доп} = \pm 10\sqrt{n},$$

где n – число станций нивелирования.

Если $f_h \leq f_{h. доп}$, то невязку распределяют, определяя поправку на каждое превышение. Найденные поправки записать над средними превышениями (графы 8 или 9) со знаком, обратным знаку невязки.

2.5. Вычислить увязанные превышения и записать в графы 10 или 11 журнала.

2.6. Вычислить отметки высот связующих точек: $H_B = H_A + (\pm h_{ув.})$.

Записать отметки высот в графу 13 журнала нивелирования трассы.

2.7. Вычислить отметки высот промежуточных точек.

Для того, чтобы вычислить отметки высот промежуточных точек, необходимо вычислить отметки горизонтов приборов тех станций, с которых производились отсчеты на промежуточные точки:

$$ГП = H_{A_i} + a_i.$$

Высоты ГП записать в графу 12 журнала.

Высота промежуточной точки, при снятом на нее отсчете (c), определяется как:

$$H_{C_i} = ГП - c_i.$$

Вычисленные отметки высот промежуточных точек записать в графу 13.

3. Вычертить план квадратов на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабе 1:500 при длине стороны квадрата 20 м.

Масштаб 1: 500.

Стороны квадратов 20*20м;

Схема нивелирования - рис.10 стр.56

Около каждой вершины надписать вычисленные отметки высот вершин квадратов сверху - справа от вершины с округлением до 0.01 м.

4. Провести горизонталы с высотой сечения рельефа $h_{сеч.} = 0,5м$.

Рельеф местности изображают горизонталями. Построение горизонталей можно выполнить аналитическим способом или с помощью палетки. Наиболее распространенный - способ графической интерполяции (рис.11 стр.56)

Горизонталы обводят светло-коричневой тушью линиями толщиной 0,1 мм. В разрывах горизонталей пишут их высоту, обращая цифры вверх к вершине склона.

5. Сделать выводы, оформить работу и защитить ее.

Таблица №12

Отметки высот точек

№№ вариантов	Высота точек, м		№№ вариантов	Высота точек, м	
	<i>a5</i>	<i>z4</i>		<i>a5</i>	<i>z4</i>
1	12,373	11,705	16	74,125	73,456
2	22,418	21,768	17	83,842	83,190
3	33,564	32,894	18	91,103	90,440
4	41,627	40,977	19	16,501	15,839
5	54,745	54,075	20	27,015	26,364
6	63,112	62,444	21	36,217	35,552
7	72,950	72,300	22	47,505	46,851
8	81,015	80,343	23	56,737	56,087
9	93,677	93,004	24	67,125	66,455
10	14,925	14,271	25	78,507	77,840
11	23,973	23,320	26	86,618	85,964
12	31,000	30,344	27	97,351	96,681
13	44,105	43,441	28	25,017	24,350
14	51,205	50,539	29	39,173	38,509
15	61,847	61,195	30	43,735	43,067

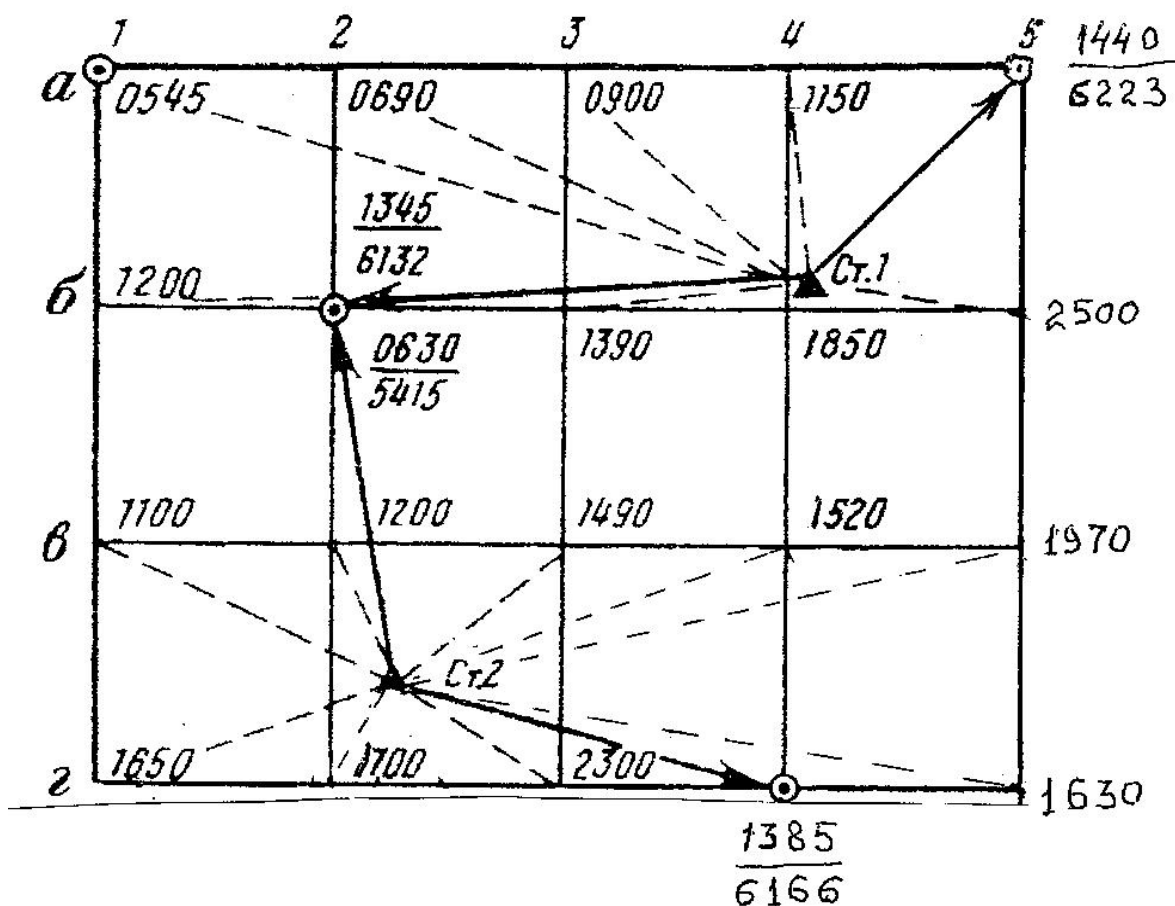


Рис.10 Схема нивелирования местности по квадратам

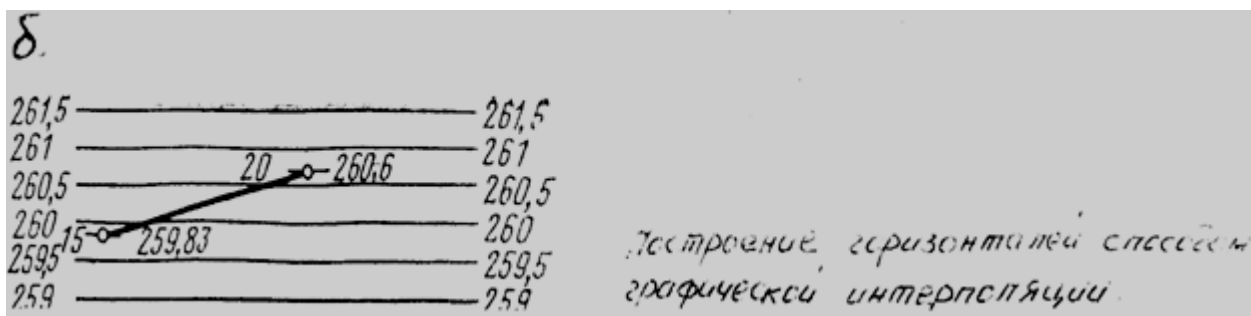


Рис.11 Построение горизонталей способом графической интерполяции

Содержание отчёта

1. Заполненный журнал нивелирования вершин квадратов.
2. План квадратов с горизонталями сечением рельефа 0.5м.
3. Вывод.

Таблица № 13 Журнал нивелирования земной поверхности по квадратам

№ станций	№ точек	Отсчёты по рейкам, в мм			Превышения, <i>h</i> в мм						ГП, м	Высота точек, <i>H</i> м
		задние, «a»	передние, «b»	промежуточные, «с»	вычисленные, <i>h</i> _{выч.}		средние, <i>h</i> _{ср.}		увязанные, <i>h</i> _{ув.}			
					+	-	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	a5	1440 6223										
	a1			0545								
	a2			0690								
	a3			0900								
	a4			1150								
	б1			1200								
	б3			1390								
	б4			1850								
	б5			2500								
	б2											
		∑a =	∑b =		+∑ <i>h</i> _{выч} =	-∑ <i>h</i> _{выч} =	+∑ <i>h</i> _{ср} =	-∑ <i>h</i> _{ср} =				
Постраничный контроль		∑ <i>h</i> ₁ = (∑a - ∑b)/2 =			∑ <i>h</i> ₁ = = (-∑ <i>h</i> _{выч} + ∑ <i>h</i> _{выч})/2 =		∑ <i>h</i> ₁ = -∑ <i>h</i> _{ср} + ∑ <i>h</i> _{ср} =					
		=			=	=	=	=				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	62	0630 5415										
	в1			1100								
	в2			1200								
	в3			1490								
	в4			1520								
	в5			1970								
	г1			1650								
	г2			1700								
	г3			2300								
	г5			1650								
	г4		1385 6166									
Постраничный контроль		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{выч} =$ =	$-\sum h_{выч} =$ =	$+\sum h_{ср} =$ =	$-\sum h_{ср} =$ =				
		$\sum h_2 = (\sum a - \sum b)/2 =$ =			$\sum h_2 =$ $=(-\sum h_{выч} + \sum h_{выч})/2 =$ =		$\sum h_2 = -\sum h_{ср} + \sum h_{ср} =$ =					
Контроль по нивелирному ходу: Практическое превышение $h_{пр} = \sum h_1 + \sum h_2 =$ Контрольное превышение $h_{к} = H_{г4} - H_{а5} =$ Невязка по ходу $f_h = h_{пр} - h_{к} =$ Допустимая невязка $f_{h \text{ доп.}} = \pm 10\sqrt{n} =$ Условие допустимости невязки $f_h =$ < $f_{h \text{ доп.}} =$									$+\sum h_{уб} =$	$-\sum h_{уб} =$		
									$h_{уб} = -\sum h_{уб} + \sum h_{уб} =$ =		$h_{уб} = h_{к} =$	

Практическое занятие № 12

Тема: Обработка материалов тахеометрической съёмки. Определение высот точек.

Цель: научиться обрабатывать данные полевых измерений по журналу тахеометрической съёмки.

Принадлежности: индивидуальное задание, калькулятор, чертёжные инструменты, журнал нивелирования, образцы работ, миллиметровая бумага формата А3.

Литература: В.И.Родионов В.Н.Волков «Задачник по геодезии» стр. 160-173, учебник: В.И.Родионов «Геодезия» стр.227-241.

Последовательность выполнения

Исходные данные, полученные в результате полевых измерений, принимать по своему варианту из таблиц 14 (стр.62) и 15 (стр.63-64):

- высоты станций I (H_I) и III (H_{III});
- дирекционные углы α_{I-II} и α_{II-III} (принимать из РГР № 1 диагональный ход с вершинами 1 – 5 – 3, в этой работе – I - II - III);
- отсчёты по дальномеру;
- отсчёты по горизонтальному кругу;
- отсчёты по вертикальному кругу;
- абрис на рисунке 12 (стр.60).

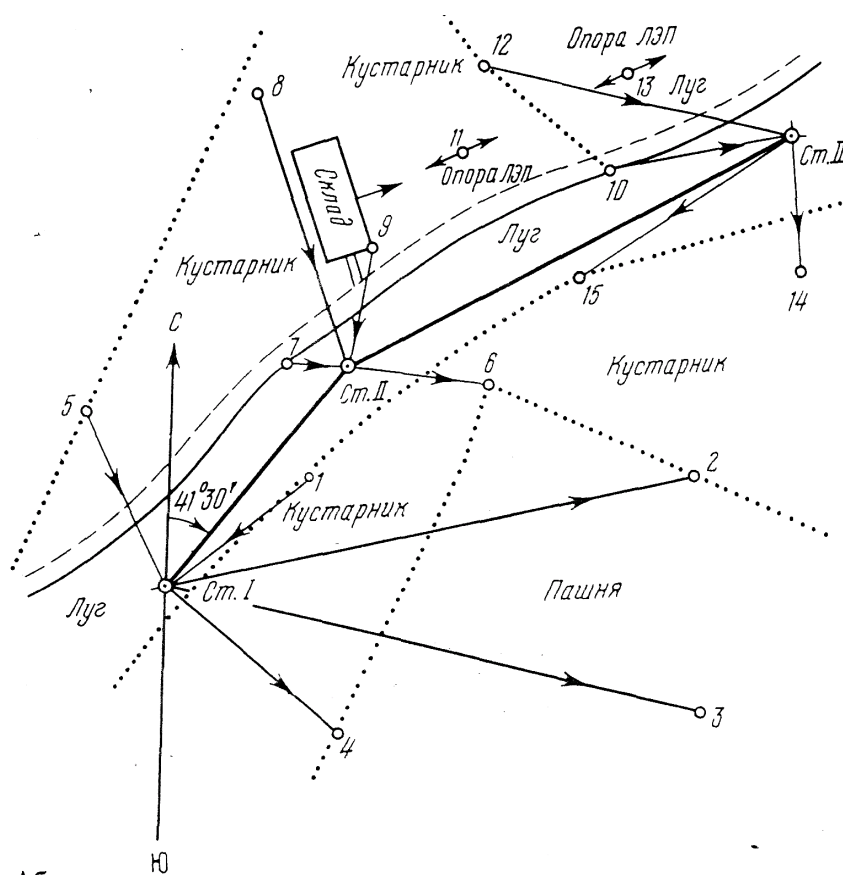


Рис. 25 Абрис

Рис.12

Абрис

1. Обработать журнал тахеометрической съемки (таблица 15 стр.63-64)

Последовательность обработки журнала:

1.1 Определить место нуля на каждой станции (для 4Т30П):

$$MO = (Л + П) / 2$$

1.2 Вычислить углы наклона, измеренные со станции:

$$v = (Л - П) / 2$$

$$v = Л - MO$$

$$v = MO - П$$

1.3 Определить горизонтальные проложения до речных (высотных и ситуационных) точек по разности отсчетов ($n = n_{в} - n_{н}$) между дальномерными нитями:

$$d = K \cdot n \cdot \cos^2 v$$

1.4 Определить превышения: $h = 0,5K \cdot n \cdot \sin 2v$;
превышения $h = h + i - V$, остаются без изменения, т.к. $V = i$

1.5 Вычислить высоты речных точек и высоту станции П:

$$H_{cmII} = H_{cmI} + h_{cmII}$$

высота речной точки: $H_n = H_{cm} + h_n$

Вычисленные значения занести в журнал тахеометрической съемки табл. 15.

Аналогично произвести вычисления по другим станциям.

На станции III для точек ситуации 11 и 13 вычисляют только горизонтальные проложения.

2. Сделать выводы.

3. Оформить работу и защитить ее.

Содержание отчёта

1. Заполненный журнал тахеометрической съёмки.
2. Вывод.

Контрольные вопросы

1. С какой целью производится тахеометрическая съёмка?
2. Какова последовательность обработки материалов при тахеометрической съёмке?
3. Какие документы ведутся при выполнении тахеометрической съёмки?
4. Как можно определить превышения?
5. По каким формулам вычисляются отметки реечных точек для каждой станции?

Таблица 14

Отметки высот станций I и III

Вариант	Высота станции, м		Вариант	Высота станции, м	
	<i>H</i> _I	<i>H</i> _{III}		<i>H</i> _I	<i>H</i> _{III}
1, 31	71,56	77,05	16, 46	92,43	97,92
2, 32	72,22	77,71	17, 47	93,55	99,04
3, 33	73,44	78,93	18, 48	94,07	99,56
4, 34	74,56	80,05	19, 49	95,98	101,47
5, 35	75,83	81,32	20, 50	96,13	101,62
6, 36	76,03	81,52	21, 51	97,21	102,70
7, 37	77,79	83,28	22, 52	98,52	104,01
8, 38	78,84	84,33	23, 53	99,03	104,5
9, 39	79,06	84,55	24, 54	100,05	105,54
10, 40	80,55	86,04	25, 55	101,50	106,99
11, 41	81,31	86,80	26, 56	102,54	108,03
12, 42	82,67	88,16 "	27, 57	102,37	107,86
13, 43	83,24	88,73	28, 58	103,22	108,71
14, 44	90,01	95,50	29 59	104,73	110,22
15, 45	91,18	96,67	30, 60	105,16	110,64

Таблица 15

Журнал тахеометрической съёмки

№ точек наблюдения	Отсчёты			Угол наклона $v = \angle J - MO$	Горизонтальное проложение $d = Kn \cdot \cos^2 v$ м	Превышение $h_1 = 0,5Kn \sin 2v$ м	Высота визирования, V	Превышение, $h = h_1 + i - V$ м	Высота точки H, м	Примечание
	по дальнему ру п, см	по горизонтальному тальному кругу	по вертикальному кругу							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Станция I $i = 1,30$ $H_{Ст. I} =$ $MO = 0^\circ 00'$ $\alpha_{I-II} =$ Теодолит 4Т30П Ориентировка на Ст. II Круг левый										
Ст. II	72,6	$0^\circ 00'$	$+2^\circ 08'$				$V = i$			
Ст. II	72,6	$0^\circ 00'$	$-2^\circ 08'П$				$V = i$			
1	46,2	$14^\circ 00'$	$+1^\circ 24'$				$V = i$			Гран. кустарника
2	139,0	$37^\circ 15'$	$-0^\circ 18'$				$V = i$			Граница пашни
3	143,2	$62^\circ 25'$	$-1^\circ 18'$				$V = i$			
4	64,1	$93^\circ 10'$	$-1^\circ 44'$				$V = i$			Граница пашни
5	50,0	$296^\circ 14'$	$+5^\circ 09'$				$V = i$			Граница пашни
Станция II $i = 1,26$ $H_{Ст. II} =$ $MO = 0^\circ 00'$ $\alpha_{II-III} =$ Теодолит 4Т30П Ориентировка на Ст. III Круг левый										
Ст. III	128,0	$0^\circ 00'$	$+1^\circ 15'$				$V = i$			
Ст. III	128,0	$0^\circ 00'$	$-1^\circ 15'П$				$V = i$			
6	28,5	$30^\circ 40'$	$-4^\circ 12'$				$V = i$			Граница пашни
7	16,0	$209^\circ 05'$	$+4^\circ 36'$				$V = i$			Грунтовая дорога
8	76,0	$277^\circ 16'$	$+3^\circ 47'$				$V = i$			Граница пашни
9	31,1	$313^\circ 22'$	$+1^\circ 52'$				$V = i$			Угол здания

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<p>Станция III $i = 1,32$ $H_{Ст. III} =$ $MO = 0^\circ 00'$ $\alpha_{III - II} =$ Теодолит 4Т30П</p> <p>Ориентировка на Ст. II Круг левый</p>										
Ст. II	128,0	$0^\circ 00'$	$-1^\circ 15'$				$V = i$			
Ст. II	128,0	$0^\circ 00'$	$+1^\circ 15'II$				$V = i$			
10	46,1	$23^\circ 14'$	$+0^\circ 16'$				$V = i$			Грунтовая дорога Опора ЛЭП
11	84,1	$29^\circ 09'$								
12	80,5	$42^\circ 30'$	$+1^\circ 01'$				$V = i$			
13	45,1	$53^\circ 02'$								Опора ЛЭП
14	32,3	$290^\circ 18'$	$-4^\circ 28'$				$V = i$			
15	68,0	$354^\circ 03'$	$-1^\circ 17'$				$V = i$			Граница луга

Практическое занятие № 13

Тема: составление плана с горизонталями по материалам тахеометрической съёмки, нанесение ситуации на план.

Цель: научиться составлять план с горизонталями по материалам тахеометрической съёмки и наносить ситуации на план.

Литература: В.И.Родионов В.Н.Волков «Задачник по геодезии» стр. 174, учебник: В.И.Родионов «Геодезия» стр.239 - 241.

Исходные данные, полученные в результате камеральной обработки, принимать по своему варианту:

1. РГР № 1. Из ведомости вычисления координат опорных точек разомкнутого (диагонального) теодолитного хода:

- вершины 1 – 5 – 3 диагонального хода в данной работе будут являться опорными пунктами I - II – III тахеометрического хода;
- координаты вершин 1(I) – 5(II) – 3(III) диагонального хода;
- дирекционные углы α_{1-2} и α_{2-3} ;

2. РГР № 1. Из плана участка местности - координатную сетку.

3. Практическое занятие № 12. Из журнала тахеометрической съёмки (таблица 15 стр.63-64):

- высоты опорных пунктов H_I, H_{II}, H_{III} тахеометрического хода;
- высоты речных точек $H_1...H_6$;
- горизонтальные углы (направления на речные точки);
- горизонтальные проложения до речных точек.

3. Практическое занятие № 12. Абрис рис.12 стр.65.

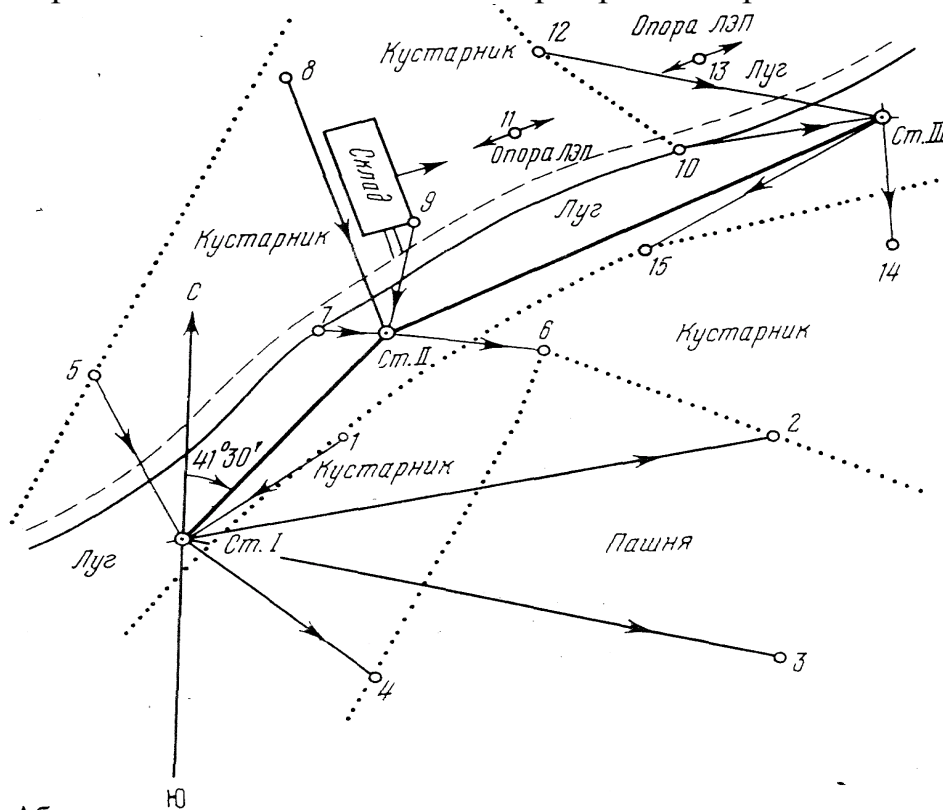


Рис. 25 Абрис

Рис. 12

Абрис

Последовательность выполнения

Составление плана с горизонталями по материалам тахеометрической съёмки в масштабе 1:1000.

1. Вычертить план разомкнутого опорного хода и речных точек.

1.1 На листе формата А3 наносим координатную сетку на основании РГР № 1 (практ. зан. № 4, 5, 6), а её диагональный ход в данной работе принимаем как тахеометрический опорный ход.

1.2 Наносим на план опорные пункты I - II - III тахеометрического хода.

1.3 По горизонтальным углам и горизонтальным проложениям, взятым из журнала тахеометрической съёмки, наносим на план речные (высотные и ситуационные) точки, снятые с каждой станции полярным способом.

1.4 Около каждой речной точки делаем надпись в виде дроби: числитель - номер точки, а знаменатель - высота точки.

1.5 Пользуясь абрисом, условными знаками наносим контуры и содержание ситуаций.

2. Построить горизонтали на плане с помощью палетки с сечением рельефа через 1,0 м.

2.1 Соединяем все точки, снятые с одной станции, прямыми линиями по направлениям стрелок, указанных в абрисе. На сторонах каждого полученного треугольника наносим положение горизонталей с помощью палетки.

2.2 Построение выполняем на прозрачном материале или кальке. На кальке наносят ряд параллельных линий на расстоянии 3-4 мм (рис. 13) У концов построенных линий надписываем высоты через 1м.

2.3 Чтобы найти положение горизонталей, например на линии I - 4 (с высотами 42,5 и 40,6), накладываем кальку на прямую I - 4 так, чтобы положение точек I и 4 соответствовало их высотам (см. рис. 13 и 14.), пересечение прямой I - 4 с линиями кальки и будет соответствовать положению горизонталей с высотами 41 (m) и 42(n).

2.4 Плавными кривыми (горизонталями) соединяем точки с одинаковыми высотами. Горизонтالي обводим тонкими линиями, толщиной 0,1мм., светло-коричневого цвета. Высоты горизонталей надписывают тем же цветом, в разрывах горизонталей, цифры располагают так, чтобы их верх был обращен к вершине ската. Горизонтали, кратные 10, обводят в 2,5 раза толще обычных.

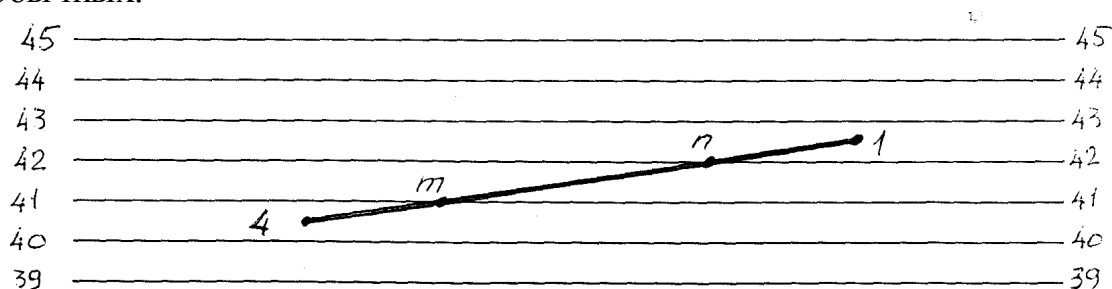


Рис. 13

Палетка

Образец плана местности

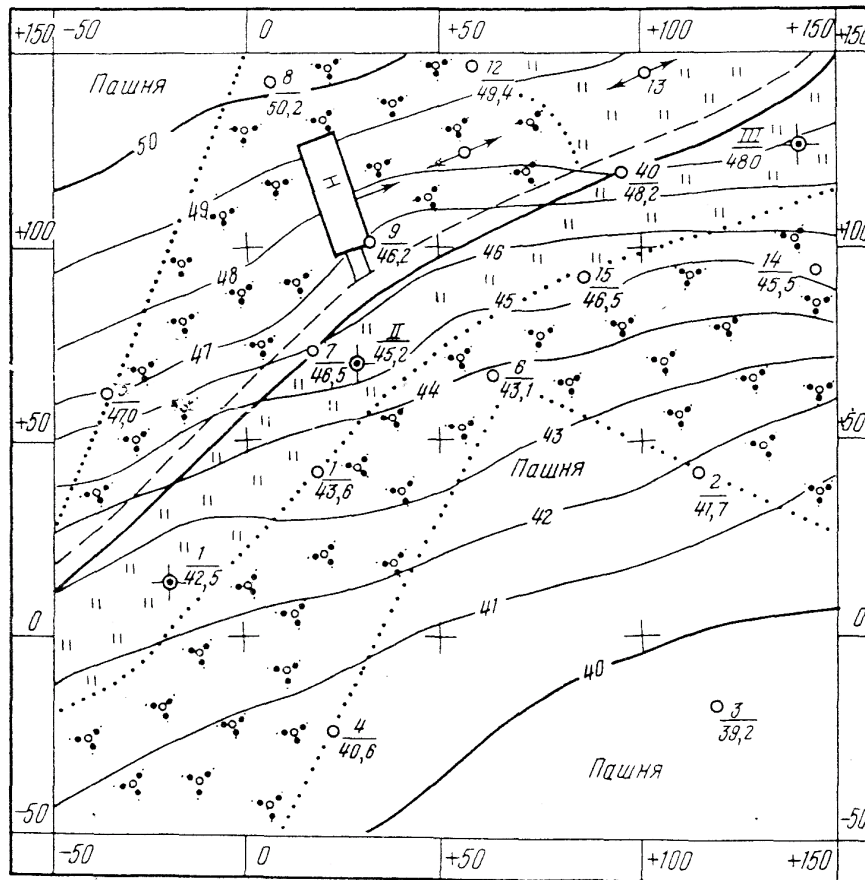


Рис. 26 План с горизонталями

Рис. 14

План с горизонталями

3. Сделать выводы.

4. Работу оформить и защитить.

Содержание отчёта

1. Топографический план тахеометрической съёмки с нанесёнными горизонталями сечением рельефа и ситуацией.
2. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Каков порядок составления плана тахеометрической съёмки?
2. Какой способ используют при нанесении горизонталей на план тахеометрической съёмки?
3. Дайте определение понятия «кроки».

в колонку 5 (см. табл. 16 стр. 70).

3. По разности отсчётов ($n = n_в - n_n$) между дальномерными нитями определяют горизонтальное проложение до речных (высотных или контурных) точек, по формуле:

$$d = K * n * \cos^2 \alpha;$$

$$d_{cm.II} = 100 \cdot 72,6 \cdot \cos^2 2^\circ 08' = 72,50 \text{ м};$$

$$d_1 = 100 \cdot 46,2 \cdot \cos^2 1^\circ 24' = 46,20 \text{ м};$$

$$d_2 = 100 \cdot 139,0 \cdot \cos^2 0^\circ 18' = 139,00 \text{ м};$$

$$d_3 = 100 \cdot 143,2 \cdot \cos^2 1^\circ 18' = 143,10 \text{ м};$$

$$d_4 = 100 \cdot 64,1 \cdot \cos^2 1^\circ 44' = 64,00 \text{ м};$$

$$d_5 = 100 \cdot 50,0 \cdot \cos^2 5^\circ 09' = 49,60 \text{ м}.$$

Полученные данные заносим в журнал тахеометрической съёмки в колонку 6 (см. табл. 16 стр. 70).

4. Определяем превышения по формуле:

$$h = 0,5 K * n * \sin 2\alpha;$$

$$h_{cm.II} = 0,5 \cdot 100 \cdot 72,6 \cdot \sin(2 \cdot 2^\circ 08') = 2,70 \text{ м};$$

$$h_1 = 0,5 \cdot 100 \cdot 46,2 \cdot \sin(2 \cdot 1^\circ 24') = 1,12 \text{ м};$$

$$h_2 = - 0,5 \cdot 100 \cdot 139,0 \cdot \sin(2 \cdot 0^\circ 18') = - 0,73 \text{ м};$$

$$h_3 = - 0,5 \cdot 100 \cdot 143,2 \cdot \sin(2 \cdot 1^\circ 18') = - 3,25 \text{ м};$$

$$h_4 = - 0,5 \cdot 100 \cdot 64,1 \cdot \sin(2 \cdot 1^\circ 44') = - 1,94 \text{ м};$$

$$h_5 = 0,5 \cdot 100 \cdot 50,0 \cdot \sin(2 \cdot 5^\circ 09') = 4,47 \text{ м}.$$

Полученные данные заносим в журнал тахеометрической съёмки в колонку 7 (см. табл. 16 стр. 70).

5. Высоты речных точек вычисляем по формуле:

$$H_n = H_{cm} + h_n;$$

где H_n – высота речной точки, снятой с данной станции;

H_{cm} – высота станции, с которой снята данная точка;

h_n – превышение n -ой точки над станцией Ст. I.

$$H_{cm.II} = H_{cm.I} + h_{cm.II} = 42,50 + 2,70 = 45,20 \text{ м};$$

$$H_1 = H_{cm.I} + h_1 = 42,50 + 1,12 = 43,62 \text{ м};$$

$$H_2 = H_{cm.I} + h_2 = 42,50 - 0,73 = 41,77 \text{ м};$$

$$H_3 = H_{cm.I} + h_3 = 42,50 - 3,25 = 39,20 \text{ м};$$

$$H_4 = H_{cm.I} + h_4 = 42,50 - 1,94 = 40,56 \text{ м};$$

$$H_5 = H_{cm.I} + h_5 = 42,50 + 4,47 = 46,97 \text{ м}.$$

Вычисленные значения высот точек заносим в журнал тахеометрической съёмки в колонку 10 (см. табл. 16 стр. 70).

Аналогично производят вычисления по другим станциям (I – II – III).

Таблица 16

Журнал тахеометрической съёмки

№ точек наблюдения	Отсчёты			Угол наклона $\alpha = \text{Л} - \text{МО}$	Горизонтальное проложение $d = Kn * \cos^2 \alpha$ м	Превышение $h_1 = 0,5Kn \sin 2\alpha$ м	Высота визирования, v	Превышение, $h = h_1 + i - v$ м	Высота точки $H, \text{ м}$	Примечание
	по дальнему ру $p, \text{ см}$	по горизонтальному кругу	по вертикальному кругу							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Станция I $i = 1,30\text{м}$ $H_{\text{Ст. I}} = 42,50\text{м}$ $\text{МО} = 0^\circ 00'$ $\alpha_{\text{I-II}} = 41^\circ 30'$ Теодолит 4Т30П Ориентировка на Ст. II Круг левый										
Ст. II	72,6	$0^\circ 00'$	$+ 2^\circ 08'$	$+ 2^\circ 08'$	72,50	$+ 2,70$	$v = i$	$+ 2,70$	45,20	Гран. кустарника Граница пашни Граница пашни Граница пашни
Ст. II	72,6	$0^\circ 00'$	$- 2^\circ 08' \text{П}$	$+ 2^\circ 08'$	72,50	$+ 2,70$	$v = i$	$+ 2,70$	45,20	
1	46,2	$14^\circ 00'$	$+ 1^\circ 24'$	$+ 1^\circ 24'$	46,20	$+ 1,12$	$v = i$	$+ 1,12$	43,62	
2	139,0	$37^\circ 15'$	$- 0^\circ 18'$	$- 0^\circ 18'$	139,00	$- 0,73$	$v = i$	$- 0,73$	41,77	
3	143,2	$62^\circ 25'$	$- 1^\circ 18'$	$- 1^\circ 18'$	143,10	$- 3,25$	$v = i$	$- 3,25$	39,25	
4	64,1	$93^\circ 10'$	$- 1^\circ 44'$	$- 1^\circ 44'$	64,00	$- 1,94$	$v = i$	$- 1,94$	40,56	
5	50,0	$296^\circ 14'$	$+ 5^\circ 09'$	$+ 5^\circ 09'$	49,00	$+ 4,77$	$v = i$	$+ 4,77$	46,97	