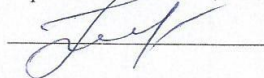


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ФИЛИАЛ ПГУПС

ОДОБРЕНО

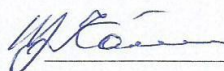
на заседании цикловой комиссии
протокол № 10 от 26.06.2017 г.

Председатель цикловой комиссии:

 / Е.А. Хирвонен /

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО



А.В. Калько

«26» 06

2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению практических занятий

По МДК 01.01. Технология геодезических работ

Специальность: 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Выполнила: Хирвонен Е.А. – преподаватель Петрозаводского филиала ПГУПС

2017 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 МДК 01.01.Технология геодезических работ проводятся для закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков после изучения теоретической части соответствующих тем и базируются на знаниях геодезии, общего курса железных дорог, электротехники, технической механики.

Учебным планом на проведение практических занятий отводится 28 часов. За время обучения по МДК 01.01.Технология геодезических работ студенты должны выполнить под руководством преподавателя 15 практических работ. В результате выполнения практических заданий, студенты должны закрепить теоретические знания и приобрести практические умения по следующим темам:

- Тема 1.1.Способы и производство геодезических разбивочных работ.
- Тема 1.2.Геодезические работы при изысканиях, строительстве и эксплуатации железных дорог.

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

Практическое занятие № 1

Тема: Построение схем выноса в натуру проектных углов и длин линий..

Цель: Научиться строить схемы выноса в натуру разбивочных элементов.

Оснащение: листы формата А4, чертёжные приборы, калькуляторы, индивидуальные задания.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Построить схему выноса в натуру проектного угла.

1.1. Исходные данные из таблицы №1:

- вершина проектного угла располагается в фиксированной точке *A* местности;
- одна из сторон проектного угла лежит на опорной линии *AB*;
- необходимые данные принимать из таблицы *I* согласно своего варианту.

1.2. Описать процесс работы с теодолитом при отложении проектного угла на местности.

1.3. Вычертить схему построения проектного угла в натуру на местности.

Таблица 1

№ варианта	Величина проектного угла $\beta_{пр.}$	Расположение проектного угла от опорной линии <i>AB</i>	Дирекционный угол опорной линии <i>AB</i> α
1	35°30'	Л	30°30'
2	42°54'	П	45°45'
3	53°27'	Л	54°20'
4	66°35'	П	60°40'
5	77°47'	Л	101°00'
6	81°12'	П	132°30'
7	94°17'	Л	150°40'
8	101°56'	П	175°20'
9	110°42'	Л	193°30'
10	121°23'	П	205°40'
11	58°39'	Л	246°20'
12	61°21'	П	268°30'
13	72°28'	Л	281°10'
14	83°47'	П	294°20'
15	99°56'	Л	306°40'
16	108°33'	П	315°50'
17	116°53'	Л	330°10'
18	127°17'	П	350°20'
19	133°44'	Л	181°00'
20	145°30'	П	122°50'

21	40°54'	П	50°45'
22	55°27'	Л	60°20'
23	76°35'	П	80°40'
24	87°47'	Л	111°00'
25	70°12'	П	132°30'
26	98°17'	Л	145°40'
27	109°56'	П	170°20'
28	119°42'	Л	183°30'
29	1130°23'	П	215°40'
30	48°39'	Л	252°20'

2. Построить схему выноса в натуру длины отрезка линии на местности.

2.1. Исходные данные из таблицы 2:

- точка **A** зафиксирована на местности;
- известно направление на точку **B**;
- измерение производится стальной землемерной лентой $l = 20$ м;
- коэффициент линейного расширения стали равен $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$;
- температура землемерной ленты при компарировании $t_0 = 20^\circ\text{C}$;
- необходимые данные принимать из таблицы 2 согласно своего варианту.

2.2. Вычислить поправки за наклон линии АВ $\Delta D_v = 2 \cdot d_{np} \cdot \sin^2(v/2)$; за температуру землемерной ленты при измерении длины отрезка линии $\Delta D_t = \alpha \cdot d_{np} \cdot (t - t_0)$ и за компарирование ленты $\Delta D_k = (d_{np} / 20) \cdot k$

2.3. Вычислить полную поправку $\Delta D_s = \Delta D_v - \Delta D_t - \Delta D_k$

2.4. Вычертить схему построения проектного расстояния в натуру на местности.

Таблица 2

№ варианта	Проектное горизонтальное проложение отрезка $d_{np}; м$	Угол наклона линии АВ v	Поправка за компарирование ленты $k; м$	Температура ленты при измерении $t^\circ\text{C}$
1	211.14	3°30'	+0.04	27
2	229.37	4°00'	+0.03	28
3	137.21	4°30'	-0.02	30
4	156.08	5°00'	-0.04	18
5	193.25	5°30'	-0.03	16

6	94.76	6°00'	+0.05	17
7	129.15	6°30'	+0.03	24
8	140.09	7°00'	+0.04	23
9	130.54	7°30'	+0.02	21
10	237.11	8°00'	-0.05	29
11	125.32	4°00'	+0.06	30
12	184.03	4°30'	-0.06	25
13	202.55	5°00'	+0.02	28
14	167.28	5°30'	+0.03	26
15	91.50	6°00'	-0.02	24
16	101.49	6°30'	-0.03	22
17	150.98	7°00'	+0.04	18
18	224.71	7°30'	+0.05	17
19	256.32	8°00'	-0.04	16
20	302.93	8°30'	-0.05	15
21	241.37	4°00'	+0.03	28
22	141.21	4°30'	-0.02	30
23	146.08	5°00'	-0.04	18
24	293.25	5°30'	-0.03	16
25	105.76	6°00'	+0.05	17
26	131.15	6°30'	+0.03	24
27	143.09	7°00'	+0.04	23
28	139.54	7°30'	+0.02	21
29	217.11	8°00'	-0.05	29
30	136.32	4°00'	+0.06	30

3. Содержание отчёта.

1. Описание процесса работы с теодолитом при построении проектного угла на местности.
2. Схема построения проектного угла.
3. Вычисления поправок при построении проектного расстояния.
4. Схема построения проектного расстояния.
5. Выводы.

Практическое занятие №2

Тема: Построение схем выноса в натуру проектных отметок, линий проектного уклона.

Цель: научиться выполнять построение схем выноса в натуру проектных отметок.

Принадлежности: калькулятор, чертёжные приборы, индивидуальное задание, листы формата А 4.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Построение схемы выноса в натуру проектных отметок точек.

1.1. Исходные данные из таблицы 3:

- известны отметка репера H_{Pn} и отсчёт по нивелирной рейке на репере «а»;
- известна проектная отметка $H_{П}$ искомой точки **В** сооружения;
- данные принимать из таблицы 3 по варианту.

1.2. Определить проектный отсчёт по нивелирной рейке « $v_{П}$ » на т. **В** и вычертить схему выноса проектной отметки точки **В**.

Пример 1.

Выставить проектную высоту верха фундамента на обноске (рис. 1). Высота репера $H_{Pn} = 25,375$ м. Проектная высота фундамента $H_{П} = 24,423$ м.

Решение.

Устанавливаем нивелир и берем отсчет по рейке на репере $a = 1045$ мм.

Определяем высоту горизонта прибора:

$$ГП = H_{Pn} + a = 25,375 + 1,045 = 26,420 \text{ м.}$$

Далее определяем, какой должен быть отсчет по рейке, чтобы пята ее была на проектной высоте, т.е. искомый отсчет для заданной проектной высоты:

$$v_{П} = ГП - H_{П} = 26,420 - 24,423 = 1,997 \text{ м} = 1997 \text{ мм.}$$

Перемещая рейку вверх (или вниз), останавливаем ее, когда отсчет по рейке будет расчетным – $v_{П} = 1997$ мм пята рейки будет находиться на проектной высоте.

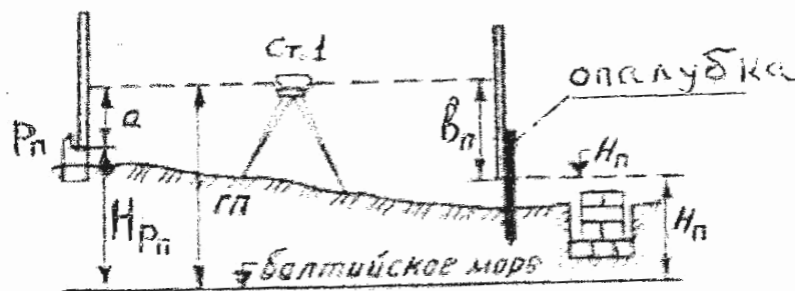


Рис. 1. Схема разбивки и контроля проектных высот фундамента.

- 1.3. Определить проектную рабочую отметку « p » в точке B и вычертить схему выноса в натуру проектной отметки точки B .

Пример 2.

В процессе строительства осуществляется контроль над отсыпкой насыпи. Взят отсчет на текущую точку B ($v = 2747$ мм). Определить оставшуюся величину подъема « p » до проектной высоты. Какой отсчет должен быть на рейке на проектной высоте точке B равной $H_{II} = 24,075$ м на? (рис. 2).

Дано: $H_{Pn} = 25,328$ м; $a = 0,425$ м, $H_{II} = 24,075$ м $v = 2747$ мм

Решение.

Определяем высоту текущей точки A :

$$H_B = H_{Pn} + a - v = 25,328 + 0,425 - 2,747 = \text{ГП} - 2,747 = 26,178 - 2,747 = 23,431 \text{ м.}$$

Тогда величина подъема:

$$p = H_{II} - H_B = 24,075 - 23,431 = 0,644 \text{ м.}$$

Проверка. Определим отсчет по рейке на проектной высоте для установки высотника:

$$v_{II} = \text{ГП} - H_{II} = 26,178 - 24,075 = 2,103 \text{ м} = 2103 \text{ мм,}$$

а потом величину подъема:

$$p = v - v_{II} = 2747 - 2103 = 644 \text{ мм} = 0,644 \text{ м.}$$

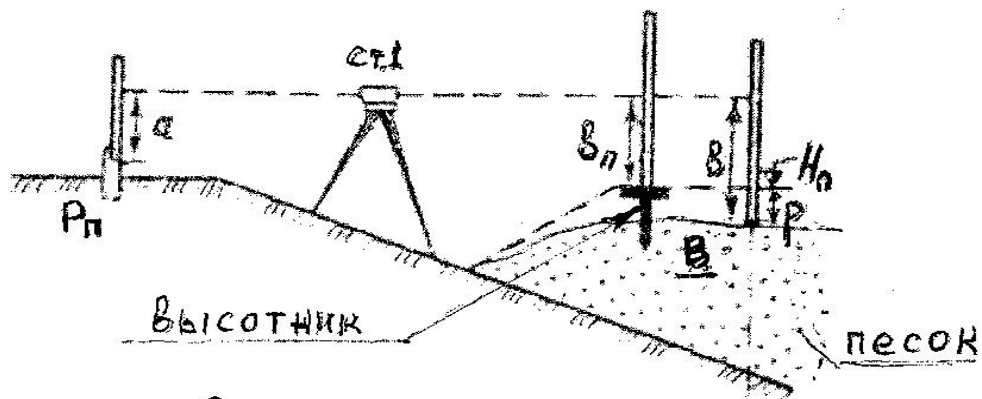


Рис. 2. Схема разбивки и контроля проектных высот насыпи.

- 1.4. Сделать вывод.

Таблица 3

№ вариант	H_{Pn} <i>м</i>	H_{II} <i>м</i>	a <i>мм</i>	b <i>мм</i>
1	16,247	14,430	0415	2832
2	28,733	26,960	0437	2810
3	38,015	36,170	0452	2897
4	42,264	40,450	0468	2882
5	52,237	51,500	0507	2844
6	66,255	65,540	0518	2833
7	71,772	70,170	0523	2725
8	82,633	80,950	0535	2818
9	95,148	93,470	0588	2866
10	12,775	11,050	0563	2888
11	15,737	14,237	0412	2154
12	22,145	21,016	0913	2456
13	34,017	32,825	0716	2541
14	48,355	47,124	0838	2369
15	53,672	52,253	0525	2612
16	61,803	60,585	0948	1987
17	77,526	76,408	1015	1856
18	86,413	85,276	1105	2732
19	90,037	88,972	0973	2678
20	10,294	8,978	1015	2496
21	52,237	51,350	0507	2844
22	66,255	65,740	0518	2833
23	71,772	70,370	0523	2725
24	82,633	81,150	0535	2818
25	95,148	93,870	0588	2866
26	12,775	11,450	0563	2888
27	15,737	14,037	0412	2154
28	22,145	21,216	0913	2456
29	34,000	32,625	0716	2541
30	48,300	47,024	0838	2369

Практическое занятие №3

Тема: Построение схем выноса в натуру проектных линий и плоскостей проектного уклона.

Цель: научиться выполнять построение схем выноса в натуру линий и плоскостей проектного уклона.

Принадлежности: калькулятор, чертёжные приборы, индивидуальное задание, листы формата А 4.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

2. Построить схему выноса в натуру линии проектного уклона при помощи нивелира. Определить рабочие отметки для точек разбивки.

Исходные данные:

- зафиксированная на местности точка *I*;
- известно направление линии *I - 5* на местности;
- длину линии разбить на *4* отрезка по *35* метров;
- данные принимать из таблицы *4* по варианту и рисунку *3*.

Таблица 4

№ вариант а	Проектный уклон линии $i \%$	Высота репера H_{Pn} м	Отсчёт по рейке на репере $a, мм$	Проектная высота точки l H_l м	Отсчёты по рейкам на земле в точках c_i мм				
					1	2	3	4	5
1	3	95,145	0915	94,560	1900	1320	2210	1230	2080
2	4	83,255	0825	82,580	2100	1240	2180	1180	2110
3	- 5	74,365	1005	73,870	1950	1420	2320	1060	1990
4	- 6	65,425	1015	64,940	2050	1170	2260	1210	2210
5	7	56,535	1025	56,060	1850	1090	2120	1120	2170
6	- 8	47,645	1035	47,180	1800	1270	2160	1040	2060
7	9	38,765	0985	38,250	1970	1250	2220	1260	2240
8	- 10	29,875	0975	29,350	2020	1120	2310	1140	2120
9	- 11	13,915	0955	13,370	1870	1030	2420	1010	2090
10	- 12	92,585	0895	91,980	1680	1110	2270	1220	2130
11	13	15,350	0250	14,985	1650	1245	2795	1165	1675
12	14	12,420	0321	12,015	1965	1635	2685	1275	2310
13	- 15	16,645	0456	15,870	1875	1540	2535	1290	2240
14	16	24,260	0789	23,455	2098	1365	2465	1305	2180
15	- 17	29,875	0546	29,140	1894	1195	2475	1395	2135
16	18	44,580	0698	43,865	1985	1485	2305	1465	2090
17	19	49,625	1254	48,985	2450	1650	2135	1410	2075
18	- 20	57,580	1365	57,065	2565	1635	2205	1575	1765
19	21	61,595	1421	60,890	2675	1755	2105	1535	1985
20	- 22	73,860	1198	73,250	2345	1465	2015	1085	1895

21	- 6	65,425	1015	64,940	2050	1170	2260	1210	2210
22	7	56,535	1025	56,060	1850	1090	2120	1120	2170
23	- 8	47,645	1035	47,180	1800	1270	2160	1040	2060
24	9	38,765	0985	38,250	1970	1250	2220	1260	2240
25	- 10	29,875	0975	29,350	2020	1120	2310	1140	2120
26	- 11	13,915	0955	13,370	1870	1030	2420	1010	2090
27	- 12	92,585	0895	91,980	1680	1110	2270	1220	2130
28	13	15,350	0250	14,985	1650	1245	2795	1165	1675
29	14	12,420	0321	12,015	1965	1635	2685	1275	2310
30	- 15	16,645	0456	15,870	1875	1540	2535	1290	2240

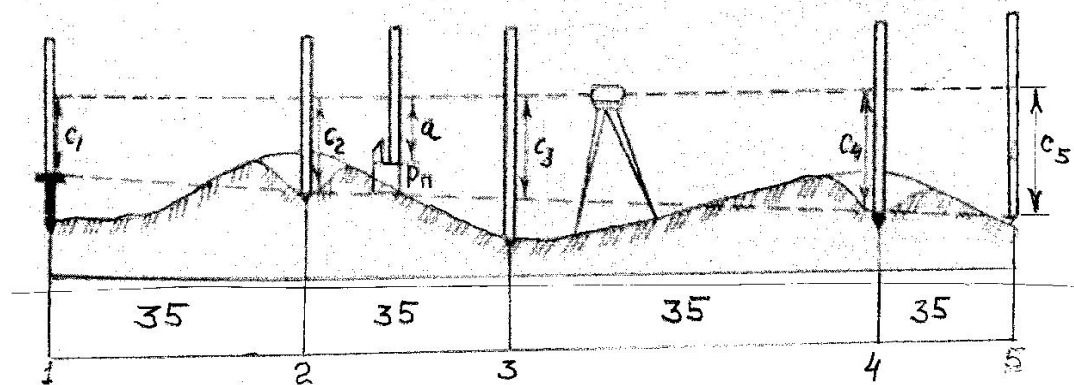


Рисунок 3. Схема разбивки линии с проектным уклоном на местности нивелиром

- 2.1. Определяем горизонт прибора: $ГП = Н_{Pn} + a$
- 2.2. Определяем искомый отсчет для заданной проектной высоты по рейке на точке 1: $c_{III} = ГП - Н_{III}$.
- 2.3. Определяем превышения между точками разбивки: $h = i d$ (м), где i -уклон в ‰, d – горизонтальное проложение отрезка в км.
- 2.4. Определяем проектные отсчёты на точках 2, 3, 4 и 5 разбивки: $c_{III} = c_{III} + (\pm h)$ (мм), где c_{III} – отсчёт на точке 1, установленной на проектной высоте.
- 2.5. Далее последовательно на всех кольшках ставим рейку и, подбивая кольшечек, добиваемся отсчета на рейке c_{III} . Линия заданного уклона разбита на местности.
- 2.6. Определяем рабочие отметки для точек разбивки: $p = c_i - c_{III}$.
- 2.7. Вычерчиваем схему разбивки линии с проектным уклоном на местности нивелиром (смотри рис. 3).

3. Построить схему выноса в натуру линии проектного уклона при помощи теодолита. Определить проектные высоты точек.

Исходные данные:

- зафиксированная на местности точка *I*;
- известно направление линии *I - 5* на местности;
- длину линии разбить на *4* отрезка по *55* метров;
- данные принимать из *таблицы 5* по варианту и рисунку 4;
- место нуля вертикального круга $MO = 0^{\circ} 02'$

Таблица 5

№ варианта	Высота точки 1 $H_1, м$	Высота теодолита $J, м$	Проектный уклон линии $i ‰$		№ варианта	Высота точки 1 $H_1, м$	Высота теодолита $J, м$	Проектный уклон линии $i ‰$
1	15,250	1127	6		16	18,320	1245	- 20
2	24,630	1215	- 7		17	27,560	1321	21
3	31,380	1348	8		18	28,850	1298	- 22
4	39,190	1473	- 9		19	33,120	1358	23
5	42,480	1528	10		20	36,450	1456	- 24
6	54,180	1094	- 11		21	46,780	1498	25
7	57,730	1167	12		22	51,620	1532	- 26
8	64,870	1238	- 13		23	69,560	1565	27
9	75,310	1384	- 14		24	71,230	1234	- 28
10	86,590	1494	15		25	80,950	1478	29
11	31,380	1448	8		26	28,850	1318	- 22
12	39,190	1573	- 9		27	33,120	1249	23
13	42,480	1628	10		28	36,450	1348	- 24
14	54,180	1194	- 11		29	46,780	1512	25
15	57,730	1067	12		30	51,620	1498	- 26

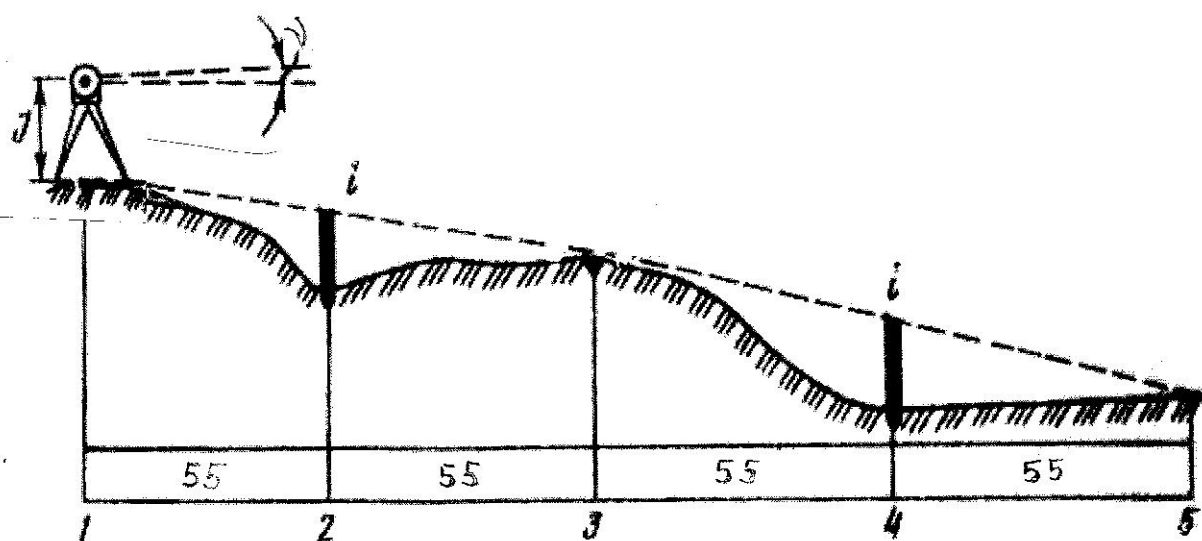


Рисунок 4. Схема разбивки проектной линии с уклоном на местности теодолитом

3.1. Определяем значение угла наклона: $v = \text{arc tg } (i)$

3.2. Определяем отсчёты по вертикальному кругу:

$$L = MO + v \quad \text{или} \quad П = MO - v.$$

- 3.3. Устанавливаем отсчет по вертикальному кругу в зависимости от его положения, измеряем высоту прибора J .
- 3.4. Далее последовательно на всех кольшках ставим рейку и, подбивая кольшек, добиваемся отсчета на рейке $c_{II} = J$. Линия заданного уклона разбита на местности.
- 3.5. Вычерчиваем схему разбивки линии с проектным уклоном на местности теодолитом (смотри рис. 4).
- 3.6. Определяем проектные высоты точек 2, 3, 4 и 5. Превышение h между точками разбивки по уклону i и горизонтальному проложению отрезков $d = 55$ м определяем по формуле: $h = i d$ (м),
где i -уклон в ‰, d – горизонтальное проложение отрезка в км.
Тогда проектные высоты точек определим: $H_2 = H_1 + (\pm h)$ (м).
 $H_3 = H_2 + (\pm h)$ (м)..... $H_5 = H_4 + (\pm h)$ (м).

4. Сделать выводы.

Пример 1.

Схема установки нивелира и реек, точки разбивки и расстояния между ними приводятся на **рисунке 5**.

Произвести разбивку линии на местности с уклоном $i = 8 \%$. Высота репера: $H_{Pn} = 25,750 \text{ м}$.

Проектная высота точки 3 $H_3 = 24,970 \text{ м}$.

Решение:

Берем отсчёт на репере $a = 1230$ и определяем горизонт прибора:

$$ГП = 25,750 + 1,230 = 26,980 \text{ м.}$$

Отсчет по рейке должен быть $c_{П} = ГП - H_{П}$.

В данном случае $c_{3П} = 26,980 - 24,970 = 2,010 \text{ м} = 2010 \text{ мм}$.

Далее необходимо определить превышение между точками разбивки, причем по направлению 3 – 1 будет подъем и, следовательно, превышение со знаком «плюс», по направлению 3 – 5 – спуск и превышение со знаком «минус».

Превышение определяется по формуле $h = i d$ (м), где i – уклон в ‰,

d – горизонтальное проложение отрезка (расстояние) в км.

В данном случае:

$$\text{т.2} \quad h_2 = + 8 * 0,035 = + 0,28 \text{ км};$$

$$\text{т.1} \quad h_1 = + 8 * 0,050 = + 0,4 \text{ км};$$

$$\text{т.4} \quad h_4 = - 8 * 0,045 = - 0,36 \text{ км};$$

$$\text{т.5} \quad h_5 = - 8 * 0,020 = - 0,16 \text{ км}.$$

Для контроля определяем суммарное превышение по всей линии 1 – 5:

$$h_c = |8| * 0,150 = 1,20 \text{ м} = 0,28 + 0,40 + 0,36 + 0,16 = 1,20 \text{ м}.$$

Определяем проектные отсчёты на точках разбивки:

$c_i = c_{П} \pm h$ (мм), где $c_{П}$ – отсчёт на точку, установленную на проектной высоте.

В нашем случае:

$c_2 = c_3 + h_2 = 2010 - 0280 = 1730$ (знак превышения сменился на противоположный, так как определяется не высота точки, а отсчеты по рейкам, которые при подъеме уменьшаются, а при спуске увеличиваются);

$$c_1 = 1730 - 0400 = 1330 \text{ мм};$$

$$c_4 = 2010 + 0360 = 2370 \text{ мм};$$

$$c_5 = 2370 + 0160 = 2590 \text{ мм}.$$

Для контроля определяем суммарное превышение по всей линии по отсчетам: $c_5 - c_1 = 2530 - 1330 = 1200 \text{ мм} = 1,20 \text{ м}$.

Далее по отсчетам по рейкам разбиваем точки на местности.

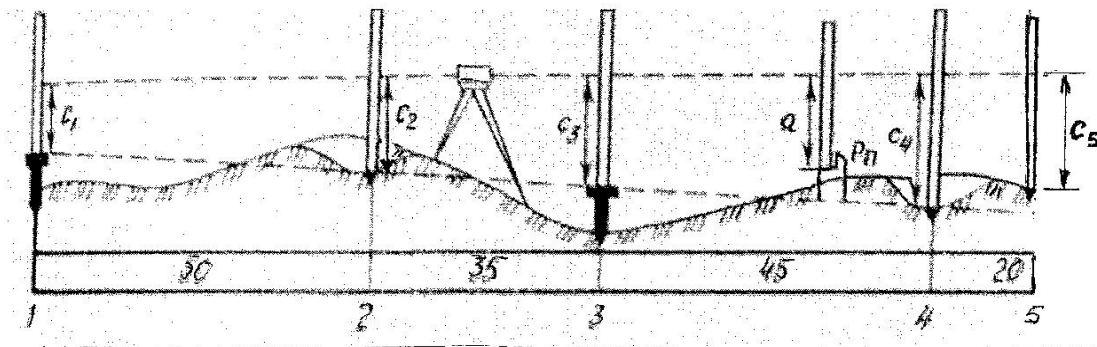


Рисунок 5. Схема разбивки линии с проектным уклоном на местности нивелиром

Пример 2.

Произвести разбивку теодолитом линии с уклоном $i = - 8 \%$.

Как известно, $i = \text{tg} \nu = - 0,008$. Смотреть **рисунке 6**.

Решение:

Определяем значение угла наклона:

$$v = \arctg(-0,008) = -0,4583^\circ = -0,4583 * 60 = -27,5'.$$

Значение угла наклона может быть определено на микрокалькуляторе или по таблицам.

Для данной задачи угол наклона $v = -0^\circ 27,5'$. Точка 2 ниже точки 1 – спуск, поэтому угол наклона со знаком «минус». Если подъем, то угол наклона имеет знак «плюс».

Определяем отсчеты по вертикальному кругу, если $MO = 0^\circ 02'$.

$$\text{Отсчет при круге лево: } L = MO + v; \quad L = +0^\circ 02' + (-0^\circ 27,5') = -25,5'.$$

$$\text{Отсчет при круге право: } П = MO - \alpha; \quad П = 0^\circ 02' - (-0^\circ 27,5') = 0^\circ 29,5'.$$

Устанавливаем отсчет в зависимости от положения вертикального круга, измеряем высоту прибора $J = 1430$ мм (рис. 6). Далее последовательно на всех кольшках ставим рейку и, подбивая кольшек, добиваемся отсчета на рейку $c_{\text{П}} = J = 1430$ мм. Линия заданного уклона разбита на местности. Если требуется определить проектную высоту точки 2, то это можно сделать двумя способами и тем самым проконтролировать расчеты. Проектная высота точки 1 $H_1 = 15,174$ м. Определяем превышение h по уклону $i = -8\text{‰}$, а расстояние 1-2 $d = 83$ м:

$$h = -8 * 0,083 = -0,664 \text{ м.}$$

Тогда проектная высота точки 2: $H_2 = 15,174 - 0,664 = 14,510$ м.

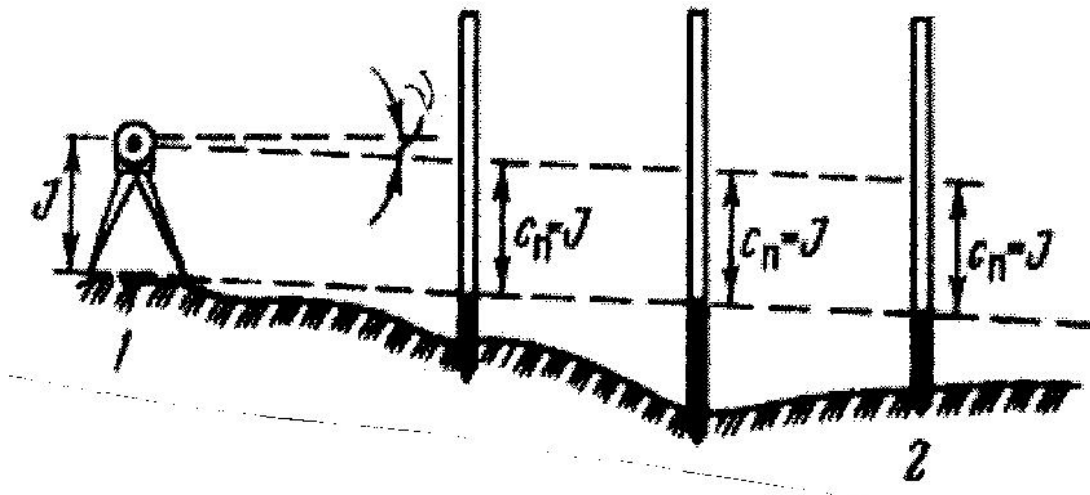


Рисунок 6. Схема разбивки проектной линии с уклоном на местности теодолитом

Практическое занятие №4

Тема: Определение элементов кривых и пикетажных значений их главных точек.

Цель: научиться выполнять построение схем детальной разбивки сопряжений уклонов продольного профиля.

Принадлежности: калькулятор, чертёжные приборы, индивидуальное задание, листы формата А 4.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

5. Запроектировать сопряжение элементов продольного профиля.

5.1. Исходные данные принимать из таблицы 5:

- проектная высота точки 1 равна $H_1 = 37,25$ м;
- радиус вертикальной кривой R_B ;
- проектные уклоны элементов профиля i ;
- горизонтальное проложение элементов профиля d .

Таблица 5

Вариант	Уклон / длина элементов $i \text{ ‰} / d \text{ (м)}$			R_B ; тыс. м.
	1-2	2-3	3-4	
1	+ 3 / 600	- 7 / 700	- 2 / 800	10
2	+ 5 / 800	- 5 / 600	0 / 700	5
3	+ 8 / 400	- 2 / 300	+ 4 / 600	10
4	+ 7 / 600	- 3 / 400	+ 3 / 300	5
5	+ 6 / 700	- 4 / 400	+ 5 / 600	10
6	- 4 / 800	+ 5 / 400	- 5 / 300	5
7	- 3 / 700	+ 7 / 600	+ 3 / 400	10
8	- 4 / 600	+ 6 / 800	- 2 / 700	5
9	- 5 / 400	+ 5 / 600	- 2 / 300	10
10	- 6 / 400	+ 4 / 300	- 3 / 600	5
11	- 8 / 300	+ 2 / 400	- 4 / 500	10
12	+ 9 / 200	- 3 / 300	+ 4 / 400	5
13	+ 3 / 400	- 4 / 500	+ 5 / 300	10
14	- 10 / 500	+ 5 / 600	- 2 / 300	5
15	+ 9 / 500	- 3 / 700	+ 10 / 400	10
16	- 11 / 800	+ 2 / 600	- 6 / 200	5
17	+ 6 / 600	- 5 / 300	+ 12 / 400	10
18	- 13 / 400	+ 7 / 200	- 4 / 700	5
19	+ 3 / 700	- 4 / 300	+ 9 / 600	10
20	- 12 / 200	+ 9 / 300	- 8 / 600	5
21	- 6 / 400	+ 5 / 300	- 3 / 600	5
22	- 8 / 300	+ 3 / 400	- 4 / 500	10

23	+ 9 / 200	-4 / 300	+ 4 / 400	5
24	+ 3 / 400	- 2 / 500	+ 5 / 300	10
25	- 10 / 500	+ 6 / 600	- 2 / 300	5
26	+ 9 / 500	- 4 / 700	+ 10 / 400	10
27	- 11 / 800	+ 3 / 600	- 6 / 200	5
28	+ 6 / 600	- 4 / 300	+12 / 400	10
29	- 13 / 400	+ 8 / 200	- 4 / 700	5
30	+ 3 / 700	- 5 / 300	+ 9 / 600	10

5.2. Последовательность вычислений:

- вычертить проектные элементы профиля в виде сетки (см. рис.7);

- определить алгебраическую разность сопрягаемых уклонов:

$$\Delta i = i_1 - i_2, \quad \text{где } i_1 \text{ и } i_2 \text{ величины смежных уклонов;}$$

- определить тангенсы вертикальных кривых:

$$T_B = R_B \cdot \Delta i / 2000;$$

- определить биссектрисы для точек перелома профиля

$$B_B = T_B^2 / 2R_B;$$

- определить проектные отметки точек 2 и 3 профиля:

$$H_2 = H_1 + (\pm i \cdot d); \quad H_3 = H_2 + (\pm i \cdot d);$$

- внести поправки и определить окончательные проектные отметки точек 2 и 3:

$$H_2' = H_2 - B_B; \text{ если вертикальная кривая ниже проектной линии;}$$

$$H_3' = H_3 + B_B; \text{ если вертикальная кривая выше проектной линии;}$$

- для детальной разбивки вертикальных кривых из таблиц выписываем ординаты «у» через 10 м ($x_1 = 10\text{м}$; $x_2 = 20\text{м}$; и т. д.)

2. Вычертить схемы детальной разбивки вертикальных кривых в масштабе 1:500 в точках перелома профиля 2 и 3.

Содержание отчёта

1. Тема и цель.
2. Исходные данные.
3. Вычисления для сопряжений элементов продольного профиля.
4. Чертежи схем детальной разбивки вертикальных кривых в точках 2 и 3.
5. Вывод.

Пример.

Запроектировать сопряжение элементов продольного профиля (рис. 7). Категория железной дороги – III. Проектная высота точки 1: $H_1 = 75,25\text{ м}$.

Проектные элементы профиля:

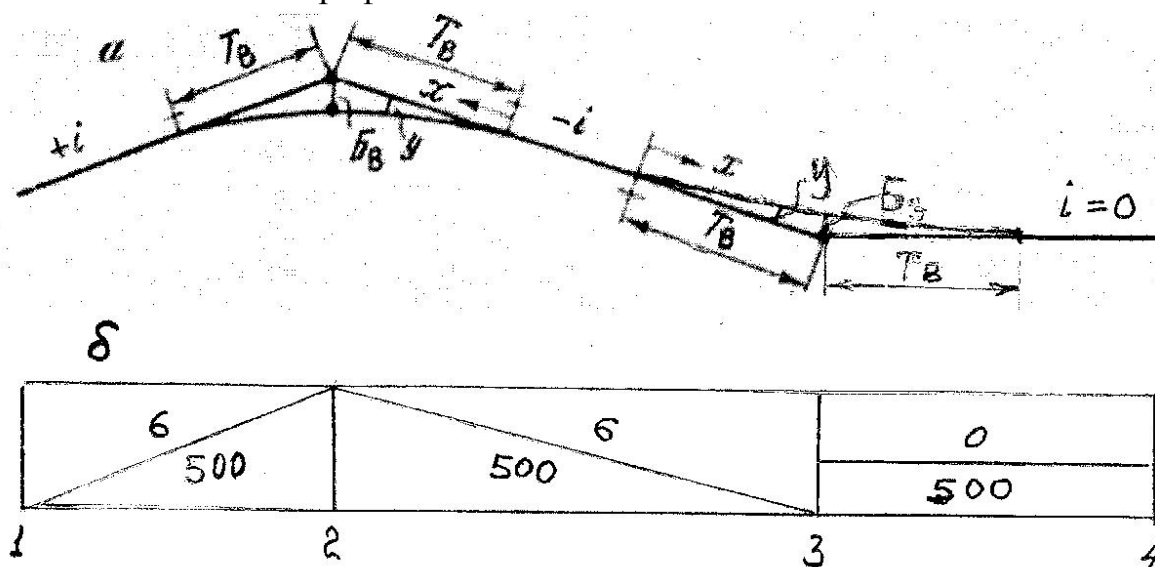


Рис. 7. Схема сопряжения элементов продольного профиля:
а) принципиальная схема; б) проектные элементы профиля

Решение:

В соответствии с нормами $R_B = 10000\text{ м}$. Тогда $T_B = (10000/2000) \cdot \Delta i = 5 \cdot \Delta i, \text{ м}$.

Определяем алгебраическую разность сопрягаемых уклонов:

т.2: $\Delta i = i_1 - i_2 = (+6) - (-6) = 12\text{‰}$ - вертикальная кривая ниже проектной линии;

т.3: $\Delta i = -6 - 0 = -6\text{‰}$ - вертикальная кривая выше проектной линии.

Тангенсы вертикальных кривых:

т.2: $T_B = 5 \cdot 12 = 60\text{ м}$.

т.3: $T_B = 5 \cdot 6 = 30\text{ м}$.

Определяем биссектрису для точек перелома:

т.2: $B_B = T_B^2 / 2R_B = 60^2 / 2 \cdot 10^4 = 0,18\text{ м}$;

т.3: $B_B = 30^2 / 2 \cdot 10^4 = 0,045\text{ м} = 0,05\text{ м}$;

Определяем проектные отметки точек 2 и 3:

$H_2 = H_1 + i \cdot d = 75,25 + 6 \cdot 0,5 = 75,25 + 3,00 = 78,25\text{ м}$;

$H_3 = H_1 = 75,25\text{ м}$, т. к. превышение на элемент 2-3 равно 3м только со знаком «минус»

Вносим поправки в проектные отметки:

т.2- вертикальная кривая будет ниже проектных линий:

$H_2' = H_2 - B_B = 78,25 - 0,18 = 78,07\text{ м}$.

т.3 – кривая будет выше проектных линий:

$$H_3' = H_3 + B_B = 75,25 + 0,05 = 75,30 \text{ м.}$$

Для детальной разбивки вертикальных кривых из таблиц (стр. 469) выписываем координаты «у» через 10 м.:

$$x_1 = 10 \quad -y = 0,00;$$

$$x_2 = 20 \quad -y = 0,02;$$

$$x_3 = 30 \quad -y = 0,05;$$

$$x_4 = 40 \quad -y = 0,08;$$

$$x_5 = 50 \quad -y = 0,13;$$

$$x_6 = 60 \quad -y = 0,18.$$

После этого вычерчиваются схемы детальной разбивки вертикальных кривых.

Практическое занятие №5

Тема: Детальная разбивка кривых с построением плана разбивки.

Цель: научиться находить данные для детальной разбивки кривых способом координат и вычерчивать схему детальной разбивки кривой.

Принадлежности: чертежные инструменты, микрокалькуляторы, таблицы для разбивки железнодорожных кривых, образцы работ, чертёжная бумага формата А3.

Литература: В.И.Родионов «Геодезия» стр.183 - 185;

В.И. Родионов, В.Н. Волков «Задачник по геодезии» стр. 104-106;

«Таблицы для разбивки кривых на железных дорогах».

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Определить суммарные элементы кривой и пикетажное положение её главных точек.

Исходные данные для кривой принимать по своему варианту из таблицы 6. Вершина угла поворота - ВУ ПК2+60;

1.1. Определить элементы круговой кривой:

Значение элементов круговой кривой взять по таблицам для разбивки железнодорожных кривых: T_0 ; K_0 ; B_0 ; D_0 .

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

1.2. Определить элементы переходных кривых, согласно l_n .

Значения элементов берут по таблицам, но значение домера все равно вычисляют по формуле: r ; T_p ; t ; B_p ; вычисляем: $D_p = 2T_p$.

1.3. Определить суммированные элементы кривых по формулам:

$T_c = T_p + T_0 + t$ - суммированный тангенс;

$K_c = K_0 + l$ ----- суммированная длина кривой;

$D_c = D_0 + D_p$ ----- суммированный домер;

$B_c = B_0 + B_p$ ----- суммированная биссектриса.

Контроль вычислений: $2 T_c = K_c + D_c$.

1.4. Определить пикетажное положение главных точек суммированной кривой:

начало кривой НК = ВУ - T_c

середина кривой СК = НК + $K_c/2$

конец кривой КК = НК + K_c

Контроль: $КК = ВУ + T_c - D_c$

$СК = ВУ - D_c/2$

Таблица 6 Исходные данные для практической работы № 5

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

2. Определить данные для детальной разбивке суммированной кривой способом координат от тангенса.

Расстояние между точками разбивки кривой либо задается, либо принимается исполнителем работ. Железнодорожные кривые разбиваются при радиусе более 600м через 20м, а при радиусе менее 600м - через 10м.

Необходимые данные для детальной разбивки кривой подбираются по «Таблицам для разбивки кривых на железных дорогах» в зависимости от R , α , l_n .

Определите координаты ($K-x$) и « y » для детальной разбивки первой суммированной кривой, принимая $K = 10$ или 20 м. Значения занесите в таблицу 7.

Таблица 7 Координаты суммированной кривой

K	$K-x$	y

3. Вычертить схему детальной разбивки половины суммированной кривой на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабе 1:500 или 1:1000.

Вынос точек с тангенса на кривую производится способом координат. За ось абсцисс (X) принимается тангенс кривой, причем за нуль оси абсцисс принимаются точки НК или КК, т.е. разбивка точек ведется от НК до ВУ или от КК до ВУ.

Пример выполнения схемы разбивки кривой (см. рисунок 8):

Предположим, требуется на кривой закрепить точку I .

Если кривую распрямить и приложить к оси абсцисс, то точка I будет находиться в точке I' .

Если найти проекцию точки I на оси абсцисс, то она будет находиться в точке I'' .

Следовательно, для того, чтобы найти точку I на кривой, необходимо:

- на тангенсе кривой (оси абсцисс) отложить от НК или КК размер K , тем самым найдем точку I' .
- От точки I' назад отложить размер $(-Δx)$. В таблице эта величина обозначена $(K-X)$. Находим точку I'' .
- От точки I'' , перпендикулярно к тангенсу (оси абсцисс) откладываем y и находим точку I .

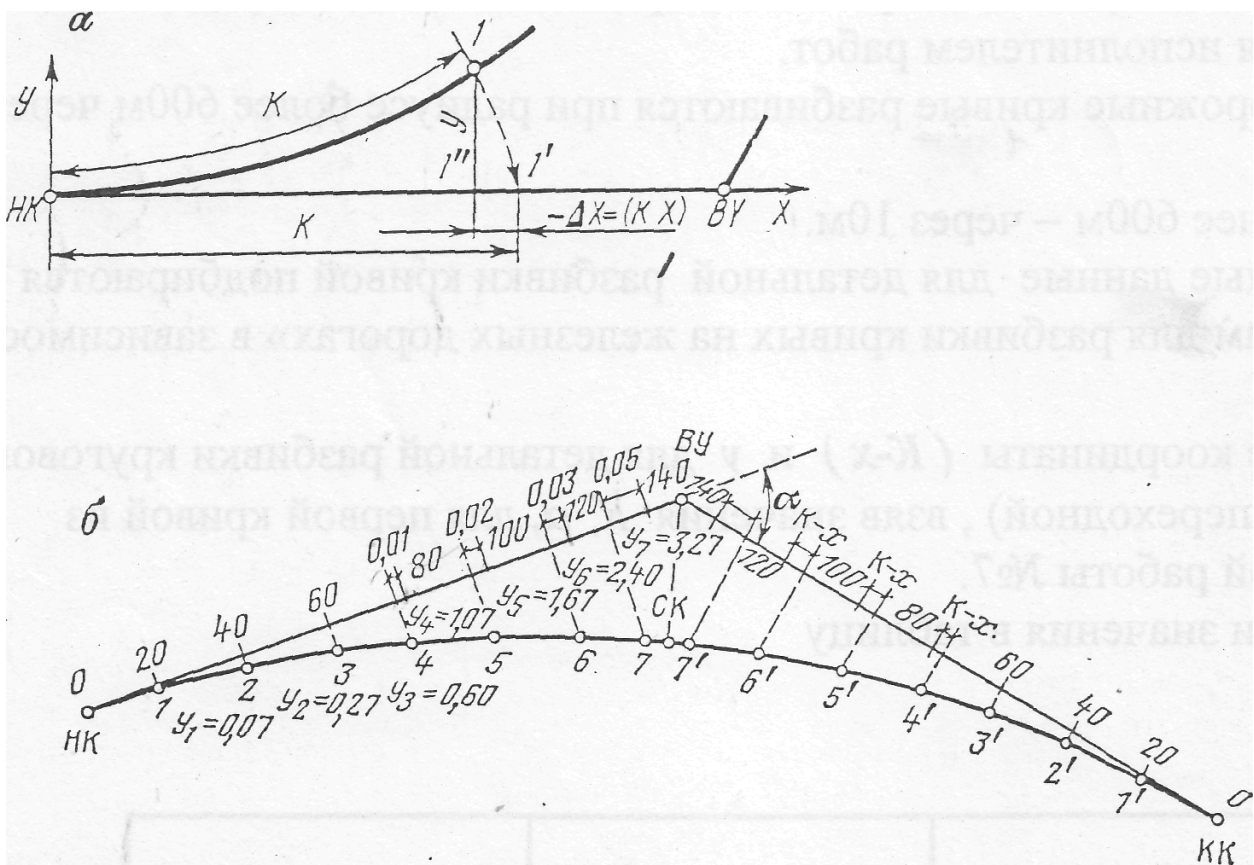


Рис. 8 Схема разбивки кривой

4. Сделать выводы.

5. Оформить отчет по работе и защитить его.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается детальная разбивка кривых?
2. Перечислите известные вам способы детальной разбивки кривых.

Практическое занятие № 6

Тема: Обработка журнала нивелирования трассы.

Цель: выработать навыки обработки полевого журнала геометрического нивелирования трассы и вычисления 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.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. В журнале нивелирования трассы (табл. 9) 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. 8.

Вычертить схему нивелирования трассы. Определить положение связующих и промежуточных точек.

2. Обработать журнал нивелирования трассы, таблица 9.

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: $h_{cp}=2324,5$, 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: $\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{cp}$;

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,

$\sum h_{cp}$ - 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: $hk = HPn\ 2 - HPn\ 1$

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

$$h_{np} = \Sigma h_{cp} = \Sigma h1 + \Sigma h2 + \Sigma h3$$

Невязка по ходу: $fh = h_{np} - hk$;

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 $fh \leq f_{h. доп}$ 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.9).

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:

$$H_c = ГП - c.$$

Вычисленные отметки высот промежуточных точек записать в графу 13 (табл.9).

3. Обработать журнал нивелирования поперечника на ПК (табл. 10).

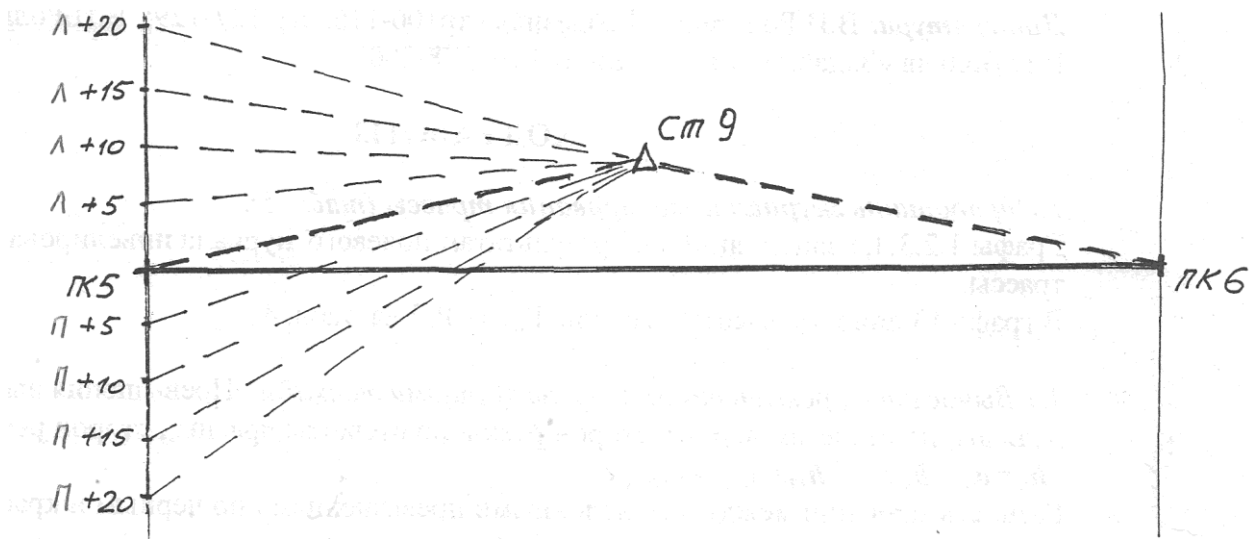


Рис.9 Схема нивелирования поперечника.

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 № 7

Тема: Построение продольного профиля трассы.

Цель: научиться и выработать навыки построения подробного продольного и поперечного профилей 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.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

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 № 6 табл.9) и пикетажного журнала (рис.10). Формат листа миллиметровой бумаги А2 по длине - 60-70см, по высоте – 30-35см.

1.1. Построить сетку продольного профиля (разбивка сетки рис. 11).

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 вертикальными 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 № 5 и показать их на плане трассы. Кроме того, показать ориентирование (азимут) прямых участков. Начальный азимут ПК0-ПК1 для своего варианта взять из таблицы 8. 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.9) отметки высот всех

пикетных и плюсовых точек поверхности земли, вычисленные на практическом занятии № 6, с округлением до 1см, над соответствующими вертикальными линиями.

1.5 *Посередине графы 7 «План с ситуацией»* проводят **красным цветом** выпрямленную ось трассы и на основании пикетажного журнала (рис.10) 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-75,80м) и принять, ниже этой отметки отметку условного горизонта, т.е. нижнюю отметку шкалы (в данном примере она будет равна 75,00м).

От нижней отметки(75.00м) разбить шкалу через 1см (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 № 6 табл.10) в масштабе 1:100.

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

Размеры профильной сетки и наименование её граф указаны на рисунке 11.

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?

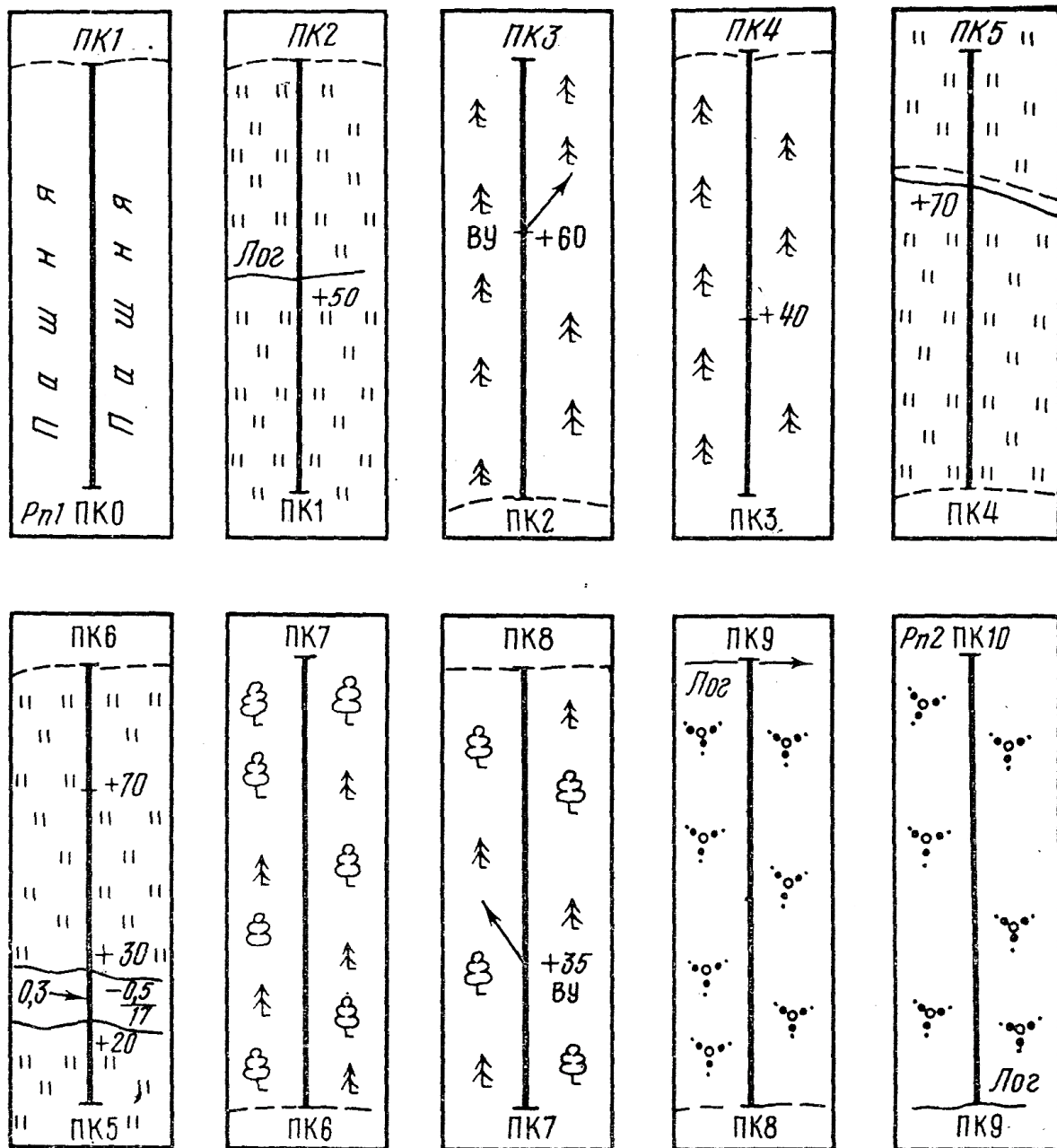


Рис 10 Пикетажный журнал трассы железной дороги

Практические занятия № 8 и 9

Тема: Проектирование по продольному профилю трассы: проектная линия и уклоны.
Проектирование по продольному профилю трассы: проектные и рабочие высоты

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.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Исходные данные для проектирования по продольному профилю берутся из практических занятий № 6 и 7.

1. Нанести на продольный профиль проектную линию на уровне бровки земляного полотна (БЗП) (красным цветом). Смотреть рисунок 11 «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 объёму насыпи.

Проектную линию следует наносить, начиная с « фиксированного » места. Таким местом является переход через ручей между ПК7 и ПК8 (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. Проектная высота 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 вычисляются 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 11 «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, переезды.

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 «Поперечный профиль насыпи железной дороги».

7. Сделать выводы, оформить работу и защитить ее.

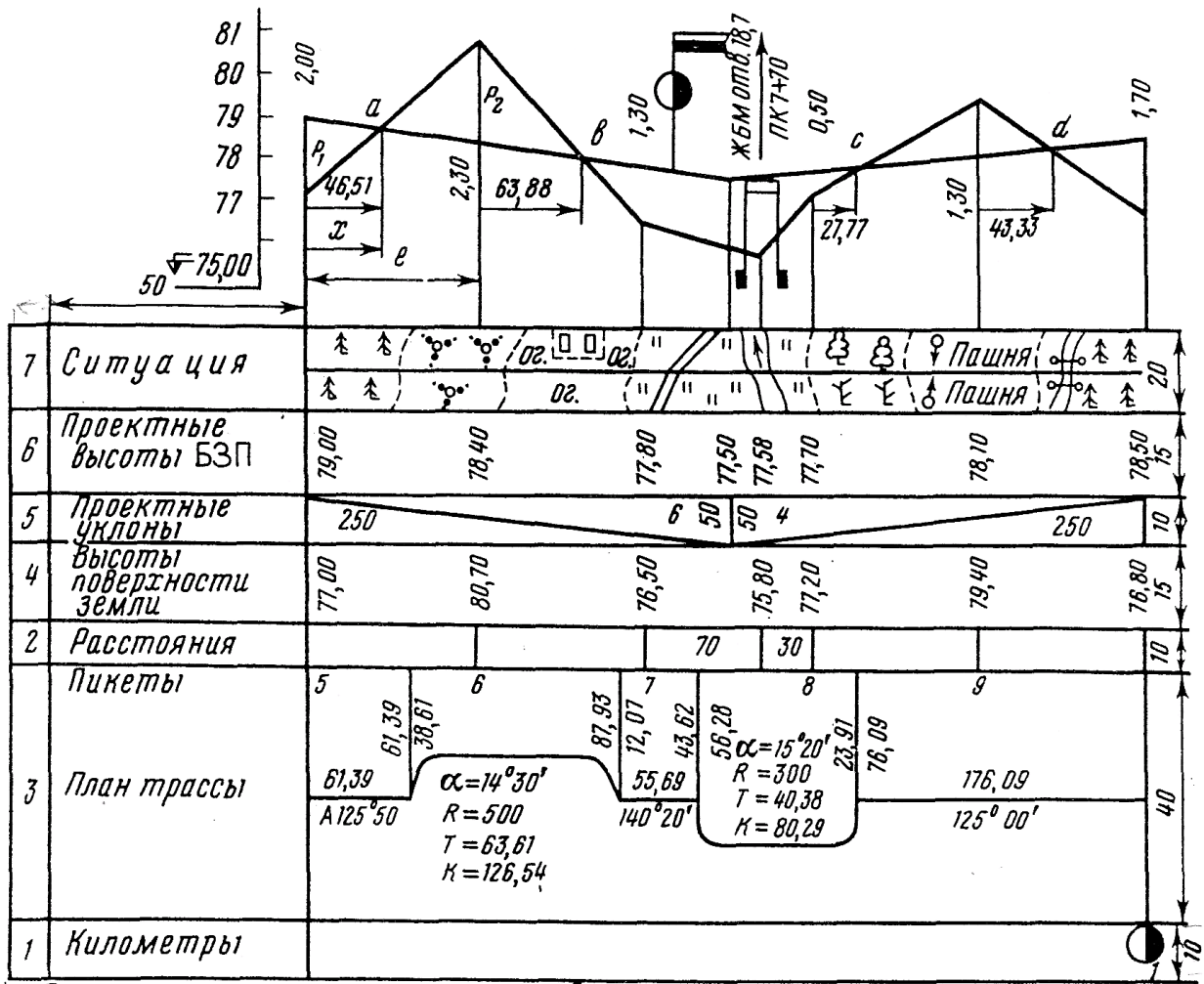


Рис. 11. Подробный продольный профиль

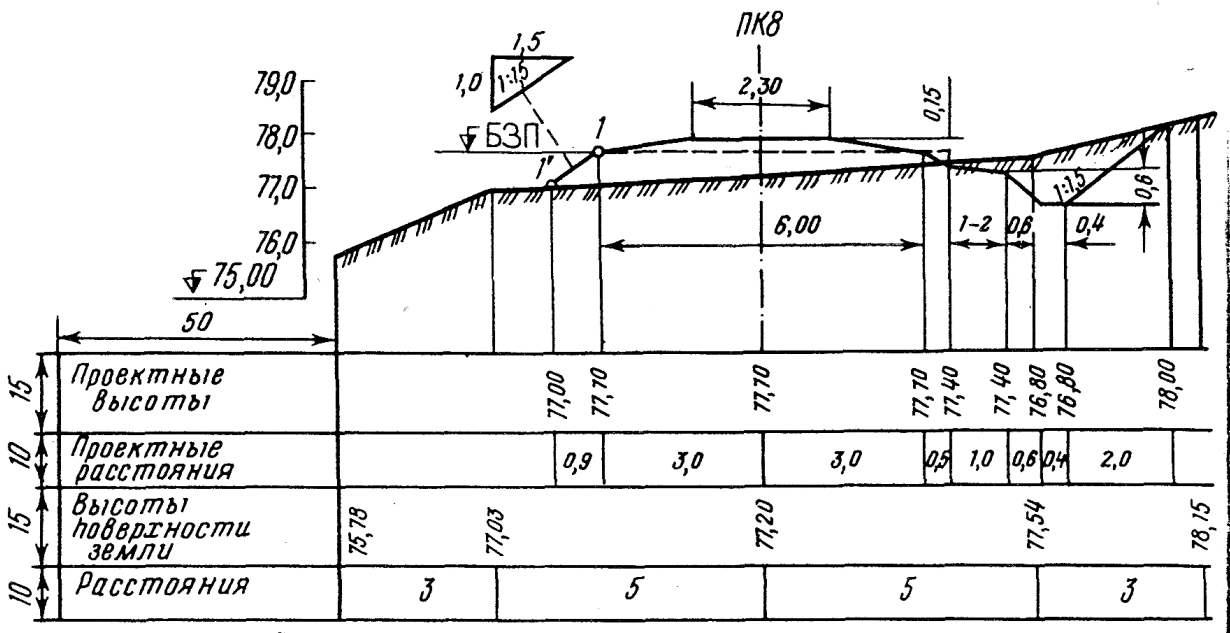


Рис. 12. Поперечный профиль насыпи железной дороги

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 8

Исходные данные

Вариант	Высоты реперов, м		Азимут ПК 0 - ПК 1
	Рп 1	Рп 2	
1	12,250	9,000	10°16'
2	14,560	11,300	20° 35'
3	16,770	13,480	30° 44'
4	18,125	14,880	40° 56'
5	22,015	18,770	50° 05'
6	24,175	20,880	60° 19'
7	26,364	23,070	70° 23'
8	28,471	25,180	80° 32'
9	31,536	28,290	100° 48'
10	33,619	30,370	110° 53'
11	35,784	32,540	120° 08'
12	37,818	34,570	130° 13'
13	41,043	37,740	140° 26'
14	43,125	39,880	150° 35'
15	45,234	41,940	160° 47'
16	49,376	46,130	170° 38'
17	52,413	49,160	190° 04'
18	54,536	51,290	200° 12'
19	56,647	53,400	210° 24'
20	58,753	55,450	220° 37'
21	61,861	58,560	230° 44'

22	63,957	60,660	240° 51'
23	65,013	61,770	250° 02'
24	67,127	63,880	260° 17'
25	69,275	66,030	280° 23'
26	72,384	69,140	290° 36'
27	74,496	71,250	300° 47'
28	76,518	73,270	310° 54'
29	78,624	75,380	320° 06'
30	82,736	79,440	330° 35'

3	ПК1 +50 ПК 2	1115 5905	1950 6737	2865								
4	ПК 2 +60	2986 7770	0413 5200									
5	+60 ПК 3	2804 7590	0377 5160									
Постранич ный контроль		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{выч}$	$-\sum h_{выч}$	$+\sum h_{ср}$	$-\sum h_{ср} =$				
		$\sum h_1 = (\sum a - \sum b)/2$ =			$\sum h_1 =$ $(-\sum h_{выч} +$	$\sum h_1 = -\sum h_{ср} +$ $\sum h_{ср} =$						

	+20 +30 +70 ПК 6	7645		2916 2920 2895								
10	ПК 6 ПК 7	2929 7715										
		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{выч}$ = =	$-\sum h_{выч}$ = =	$+\sum h_{ср}$ = =	$-\sum h_{ср} =$ = =				
Постраничный контроль		$\sum h_2 = (\sum a - \sum b)/2$ = =			$\sum h_2 =$ $=(-\sum h_{выч} + \sum h_{выч})/2 =$ =		$\sum h_2 = -\sum h_{ср} + \sum h_{ср} =$ =					

--	--	--	--	--	--	--	--

			7275									
Постраничный контроль	$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{\text{выч}}$ = =	$-\sum h_{\text{выч}}$ = =	$+\sum h_{\text{ср}}$ = =	$-\sum h_{\text{ср}} =$ = =	$+\sum h_{\text{ув}}$ = =	$-\sum h_{\text{ув}}$ = =			
	$\sum h_3 = (\sum a - \sum b)/2 =$ =			$\sum h_3 =$ = $=(-\sum h_{\text{выч}} + \sum h_{\text{выч}})/2 =$ =		$\sum h_3 = -\sum h_{\text{ср}}$ $+\sum h_{\text{ср}} =$ =		$h_{\text{ув}} = -\sum h_{\text{ув}}$ $+\sum h_{\text{ув}} =$ = $h_{\text{ув}} = h_{\text{к}} =$				
Контроль по нивелирному ходу						<p>Практическое превышение $h_{\text{пр}} = \sum h_1 + \sum h_2 + \sum h_3 =$</p> <p>Контрольное превышение $h_{\text{к}} = \text{НР}_{\text{п} 2} - \text{НР}_{\text{п} 1} =$</p> <p>Невязка по ходу $f_h = h_{\text{пр}} - h_{\text{к}} =$</p> <p>Допустимая невязка $f_h \text{ доп.} = \pm 50\sqrt{L} =$</p> <p>Условие допустимости невязки $f_h =$ < $f_h \text{ доп.} =$</p>						

Таблица № 10

Журнал нивелирования поперечника

№ станции	№ точки	Отсчёты по рейкам, мм			Превышение <i>h</i> мм	<i>ГП</i> м	Высота точки <i>H</i> м
		задние « <i>a</i> »	передние « <i>b</i> »	промежуточные « <i>c</i> »			
15	ПК 5	2858					
		7645					
	Право			1947			
	+5			2285			
	+10			2508			
	+15			2027			
	+20						
	Лево			1275			
	+5			0633			
	+10			0467			
+15		0481	1015				
+20		5265					

	ПК 6						
Контроль	$\Sigma a =$	$\Sigma b =$					$\Sigma h = \text{ПК 6} -$ $\text{ПК 5} =$
	$\Sigma h = (\Sigma a - \Sigma b)/2 =$						=

Таблица 8

Исходные данные

Вариант	Высоты реперов, м		Азимут ПК 0 - ПК 1
	Рп 1	Рп 2	
1	12,250	9,000	10° 16'
2	14,560	11,300	20° 35'
3	16,770	13,480	30° 44'
4	18,125	14,880	40° 56'
5	22,015	18,770	50° 05'
6	24,175	20,880	60° 19'
7	26,364	23,070	70° 23'
8	28,471	25,180	80° 32'
9	31,536	28,290	100° 48'
10	33,619	30,370	110° 53'
11	35,784	32,540	120° 08'
12	37,818	34,570	130° 13'
13	41,043	37,740	140° 26'
14	43,125	39,880	150° 35'
15	45,234	41,940	160° 47'
16	49,376	46,130	170° 38'
17	52,413	49,160	190° 04'
18	54,536	51,290	200° 12'
19	56,647	53,400	210° 24'

20	58,753	55,450	220° 37'
21	61,861	58,560	230° 44'
22	63,957	60,660	240° 51'
23	65,013	61,770	250° 02'
24	67,127	63,880	260° 17'
25	69,275	66,030	280° 23'
26	72,384	69,140	290° 36'
27	74,496	71,250	300° 47'
28	76,518	73,270	310° 54'
29	78,624	75,380	320° 06'
30	82,736	79,440	330° 35'

Таблица № 9

Журнал нивелирования трассы железной дороги

№ ста нци й	№ точек	Отсчёты по рейкам, мм			Превышения, h мм						ГП м	Высота точек Н м
		задние «a»	передн ие «b»	промеж уточны е «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 5	0856 5637	2452 7237									
2	ПК 5 Х ₁	2583 7368	0780 5567									
3	Х ₁ ПК 6	2674 7459	0773 5556									
4	ПК 6 Х ₂	0749 5530	2744 7529									
5	Х ₂ ПК 7	0598 5385	2796 7581									
Постранич ный контроль		∑a =	∑b =		+∑h _{выч} = =	-∑h _{выч} = =	+∑h _{ср} = =	-∑h _{ср} = = =				

		$\sum h1 = (\sum a - \sum b)/2$ = =				$\sum h1 =$ $(-\sum h_{выч} +$ $\sum h_{выч})/2=$ =		$\sum h1 = -\sum h_{сп} +$ $\sum h_{сп} =$ =					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
6	ПК 7 +70 ПК 8	1963 6748	1263 6044	2663									
7	ПК 8 ПК 9	2529 7314	0328 5109										
8	ПК 9 ПК10	0296 5081	2892 7679										
9	ПК10 Рп 2	0813 5598	2512 7295										
Постраничн ый контроль		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{выч}$ = =	$-\sum h_{выч}$ = =	$+\sum h_{сп}$ = =	$-\sum h_{сп} =$ = =	$+\sum h_{ув}$ = =	$-\sum h_{ув}$ = =			
		$\sum h2 = (\sum a - \sum b)/2 =$ =			$\sum h2 =$ $=(-\sum h_{выч}$ $+\sum h_{выч})/2=$ =		$\sum h2 = -\sum h_{сп}$ $+\sum h_{сп} =$ =		$h_{ув} = -\sum h_{ув}$ $+\sum h_{ув} =$ = $h_{ув} = h_{к} =$				

Контроль по нивелирному ходу

Практическое превышение $h_{пр} = \sum h_1 + \sum h_2 =$

Контрольное превышение $h_{к} = НР_{п 2} - НР_{п 1} =$

Невязка по ходу $f_h = h_{пр} - h_{к} =$

Допустимая невязка $f_h \text{ доп.} = \pm 50\sqrt{L} =$

Условие допустимости невязки $f_h = < f_h \text{ доп.} =$

Таблица № 10

Журнал нивелирования поперечника

№ станции	№ точки	Отсчёты по рейкам, мм			Превышение <i>h</i> мм	ГП м	Высота точки <i>H</i> м
		задние « <i>a</i> »	передние « <i>b</i> »	промежуточные « <i>c</i> »			
15	ПК	2858					
		7645					
	Право						
	+5			1947			
	+10			2285			
	+15			2508			
	+20			2027			
	Лево						
	+5			1275			
	+10			0633			
+15			0467				
+20			1015				
Контроль		$\sum a =$	$\sum b =$				$\sum h =$ НПК 6 – НПК 5 =
		$\sum h = (\sum a - \sum b)/2 =$					=

Практическое занятие № 10

Тема: Обработка журнала нивелирования поверхности. Составление плана земляных масс.

Цель: научиться вычерчивать геодезическую схему восстановления и закрепления трассы железной дороги перед началом строительства.

Принадлежности: чертежные инструменты, микрокалькуляторы, схемы детальной разбивки железнодорожных кривых, проект продольного профиля трассы, образцы работ, чертёжная бумага формата А3.

Литература: В.И.Родионов «Геодезия» стр.252 - 253; 264 – 266.

В.И. Родионов, В.Н. Волков «Задачник по геодезии».

«Таблицы для разбивки кривых на железных дорогах».

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Составить схему восстановления и закрепления трассы железной дороги. Составить схему разбивки и закрепления на местности малых искусственных сооружений.

1.1. Введение.

Восстановление трассы, разбитой на местности при окончательных изысканиях, имеет целью возобновление и закрепление на местности всех плановых и высотных точек трассы и в необходимых случаях их дополнение. Основанием для таких работ являются утвержденные планы и проект продольного профиля железнодорожной линии, составленные при окончательных изысканиях. Если при окончательных изысканиях длины измерялись электронными тахеометрами и на местности не были разбиты пикеты через 100 м, то их определяют и закрепляют при восстановлении трассы.

Для начала работ необходимо иметь следующие приборы и принадлежности: один теодолит типа Т30, одну или две прокомпарированные стальные двадцатиметровые мерные ленты, один или два нивелира с двумя трехметровыми рейками при каждом, эккер, 10—20 вех, топоры и колья.

Желательно при восстановлении трассы отыскать на местности, возобновить и прочно закрепить наибольшее число знаков, установленных при окончательных изысканиях. Это необходимо, прежде всего, для вершин углов поворота. Если сохранились все центры вершин углов поворота, то последовательно на всех вершинах центрируют теодолит и производят инструментальное вешение прямых участков. В лесу расчищают визирки на ширину до 1 м.

Прямые закрепляют не реже, чем через 500 м створными столбами длиной 2 м и толщиной 15—20 см с надписью «ось». Эти столбы закапывают в землю на 1 —1,5 м. Теодолитом измеряют правые по ходу

углы одним приемом. Величина угла, показанная в продольном профиле, при этом не исправляется, если вновь измеренный угол отличается от него не более, чем на 1'. Параллельно с восстановлением точки трассы закрепляют за пределами зоны земляных работ по следующим примерным схемам (смотри рисунки 13 - 20).

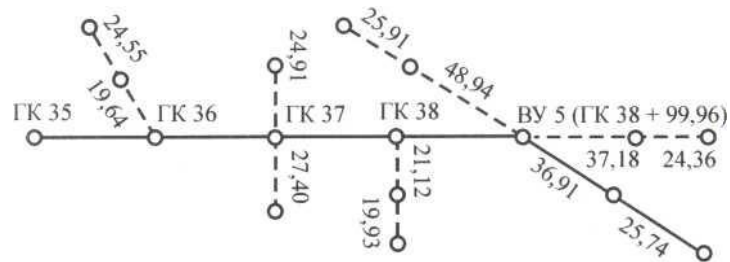


Рис. 13. Схема закрепления трассы

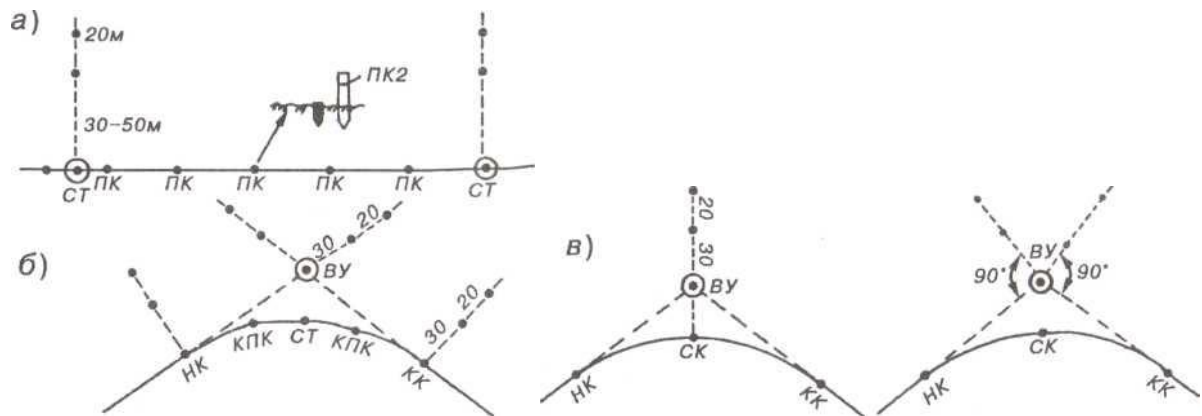


Рис. 14. Закрепление трассы железной дороги:

a — на прямой; *б* — на кривой; *в* — варианты закрепления вершины угла поворота кривой

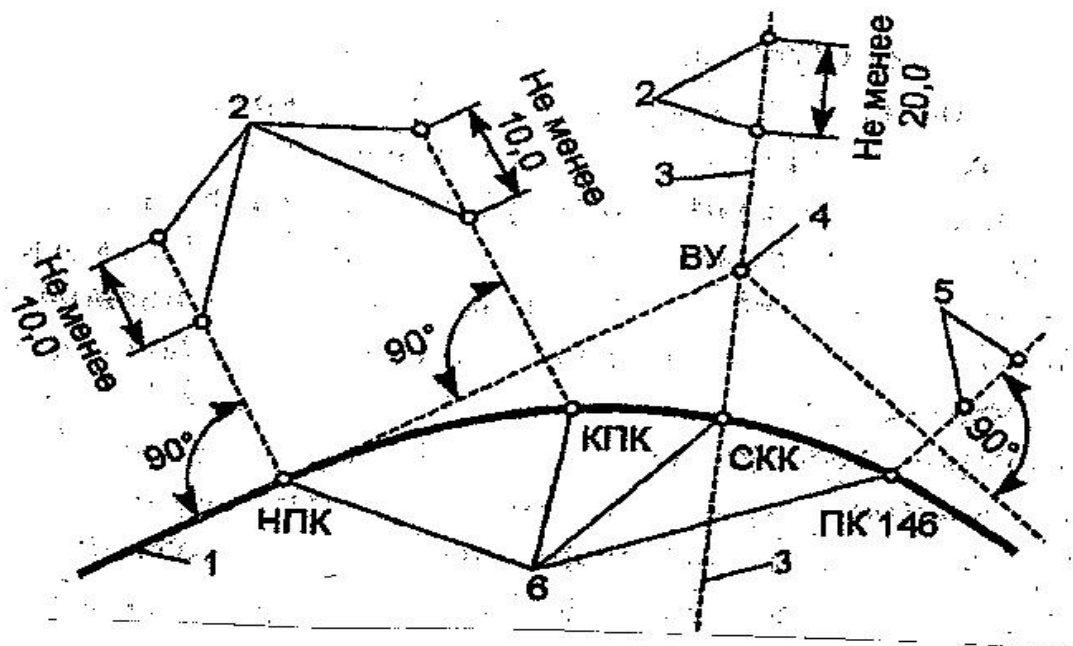


Рис. 15. Закрепление оси пути на кривой: 1- трасса; 2 – выносные столбы; 3 – биссектриса угла поворота; 4 – угловая точка; 5 – выносные кольца; 6 – точка и сторожок (размеры в метрах).

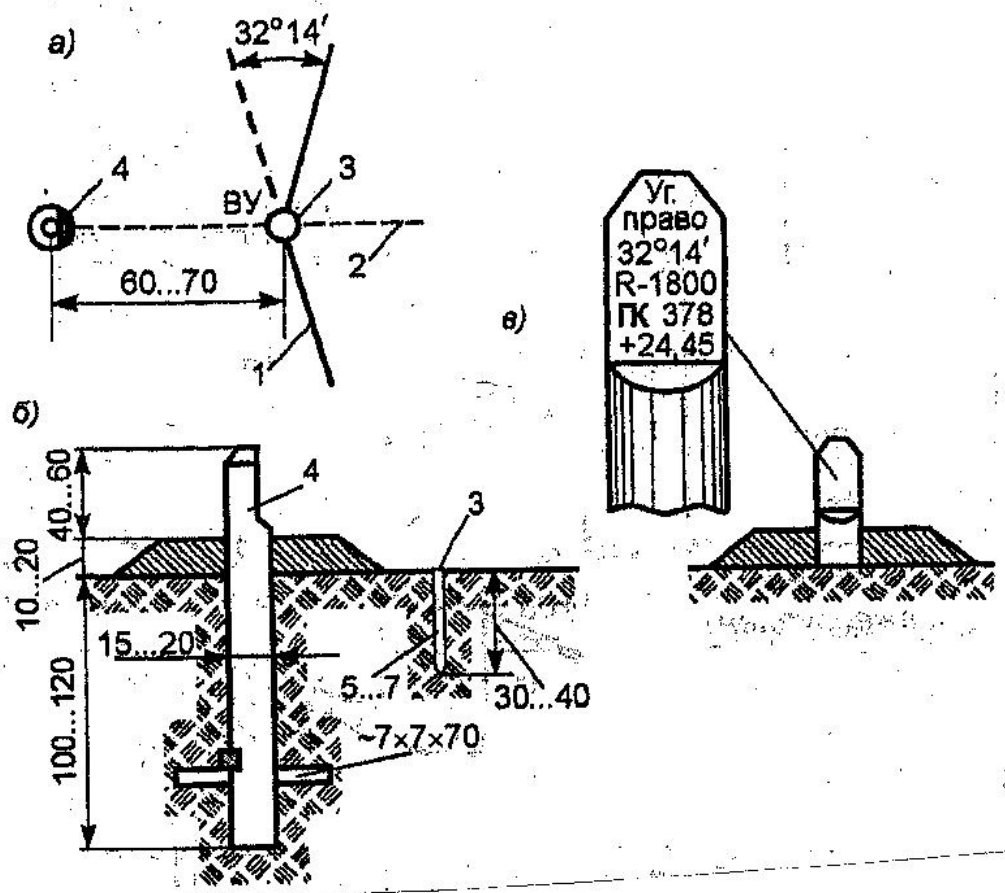


Рис. 16. Закрепление угла поворота: а) – план; б) – разрез по биссектрисе; в) – вид углового столба спереди; 1 – трасса; 2 – биссектриса угла поворота; 3 – угловая точка; 4 – угловой столб (размеры в сантиметрах).

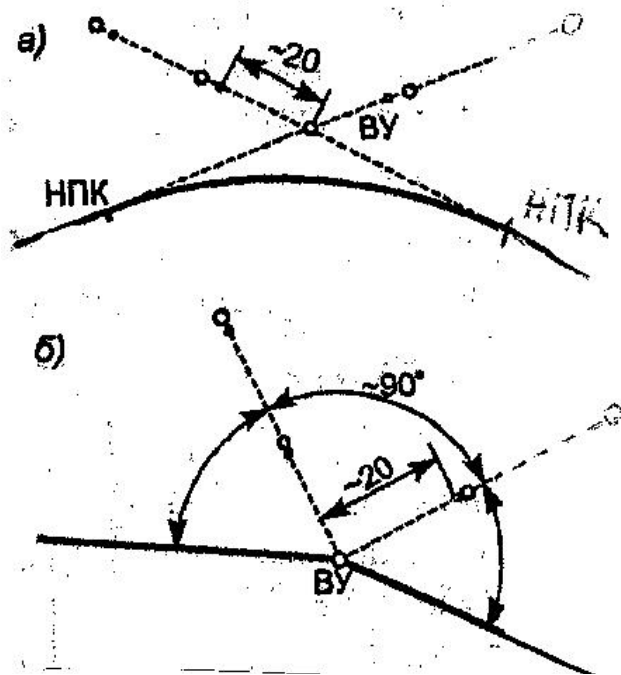


Рис. 17. Схемы закрепления вершины угла поворота: а) – при большем угле поворота; б) – при малом угле поворота (размеры в метрах).

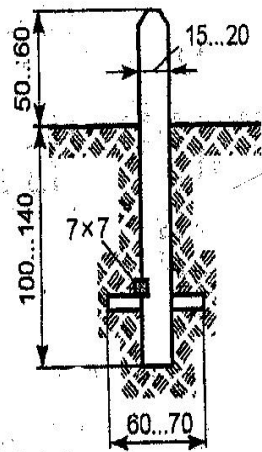


Рис. 18. Створный столб; в сантиметрах.

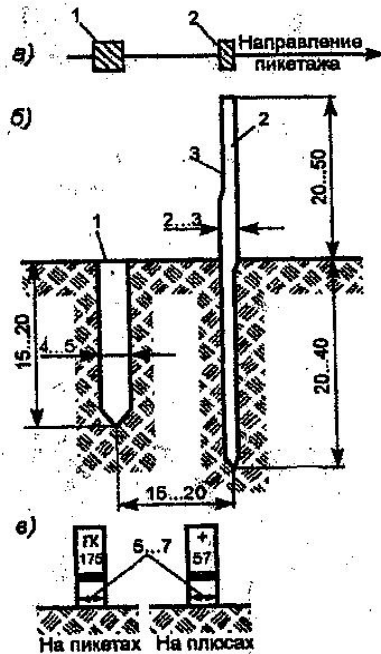


Рис. 19. Пикетная (плюсовая) точка и сторожок: а) – план; б) – разрез по трассе; в) – вид сторожка спереди; 1 – точка; 2 – сторожок; 3 – место затёски.

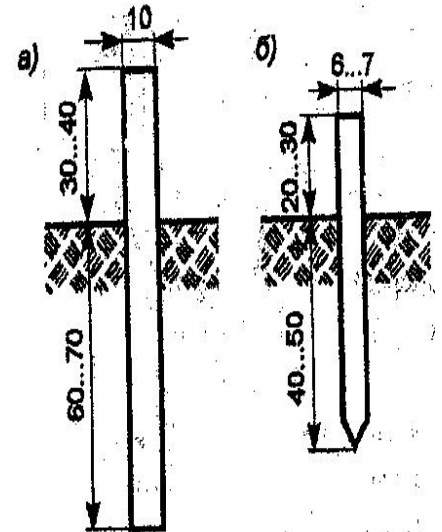


Рис. 20. Выносные столбы (а) и кольца (б); в сантиметрах.

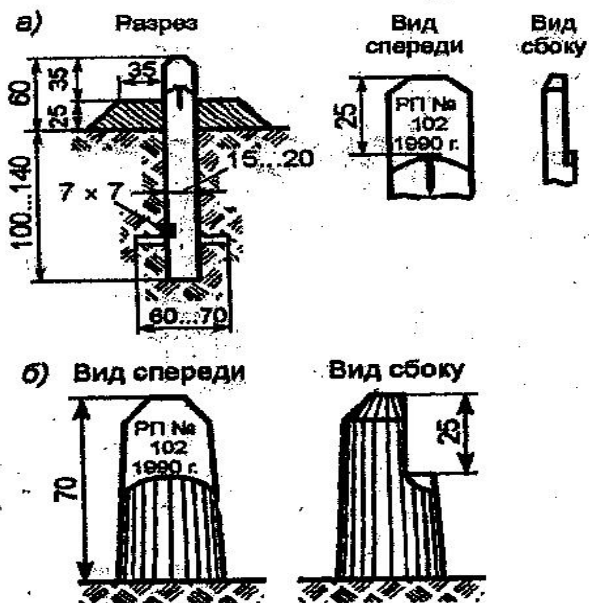


Рис. 20. Временный репер: а) – деревянный столб; б) – пень свежесрубленного дерева.

Каждая точка трассы закрепляется двумя выносными кольями или столбами, а вершины углов поворота — четырьмя. Расстояния между кольями и точками трассы измеряют на местности с точностью до сантиметров и выписывают на схему закрепления трассы, которая является основным документом для сооружения земляного полотна.

По закрепленной трассе проводят контрольные, линейные и угловые измерения, рассчитывают заново кривые. При расхождении сторон, чтобы не

допускать сплошной сдвиги пикетажа, используют резаные пикеты (не равные 100 м). Одновременно проводят контрольное нивелирование по пикетажу, и если отметки точек отличаются от прежних более чем на 5 см, исправляют профиль. Кроме того, производят сгущение сети временных реперов, располагая их через 0,5 км и у каждого искусственного сооружения. На этом же этапе производят детальную разбивку кривых.

1.2. Исходные данные:

- проект подробного продольного профиля, разработанного на практических занятиях №№ 06; 07; 08; 09; согласно своего варианту;
- схема детальной разбивки кривой с суммарными элементами, разработанная на практическом занятии № 05 по своему варианту.

1.3. Составьте схему закрепления трассы железной дороги.

Смотрите рисунки 13 – 20.

Масштабы: а) горизонтальный – 1 : 2000;

б) поперечный – 1 : 1000.

1.4. Составьте схему разбивки и закрепления на местности малых искусственных сооружений. Масштаб 1:500.

Примеры закрепления малых сооружений.

Мосты длиной до 25 м и водопропускные трубы относятся к малым искусственным сооружениям.

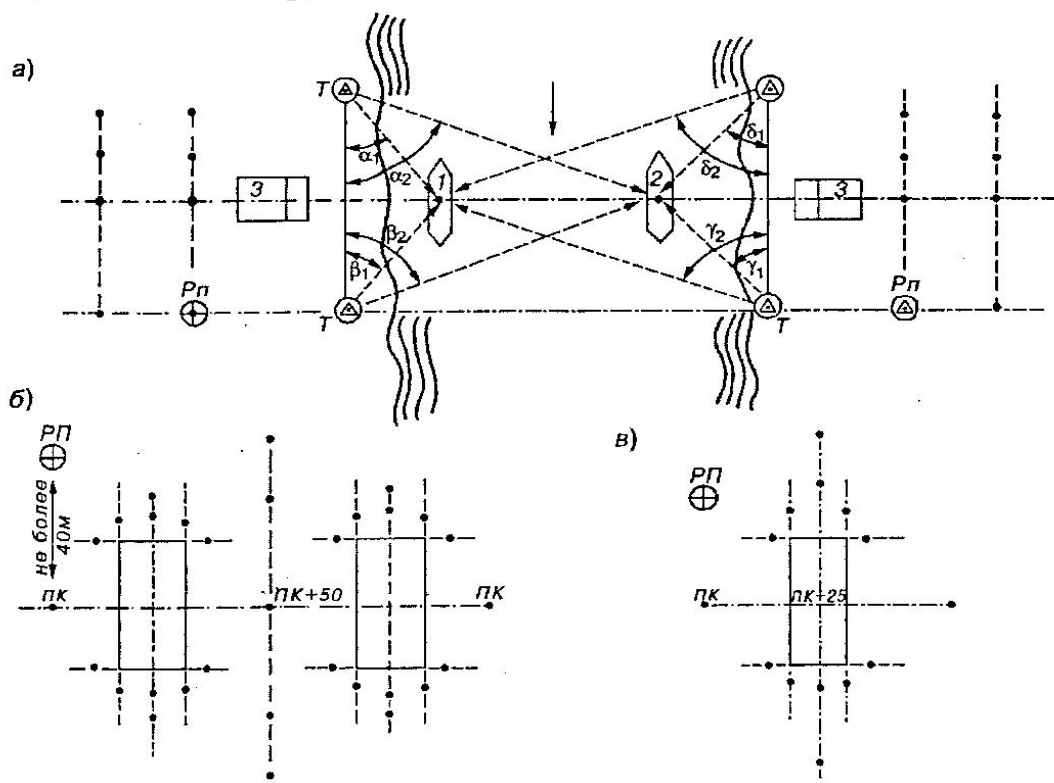


Рис. 21. Схемы разбивки и закрепления искусственных сооружений:

а) – среднего и большого мостов: 1, 2 – промежуточные опоры; 3 – устои;

б) – малого моста и котлованов под фундаментами;

в) – трубы и котлована под фундамент трубы.

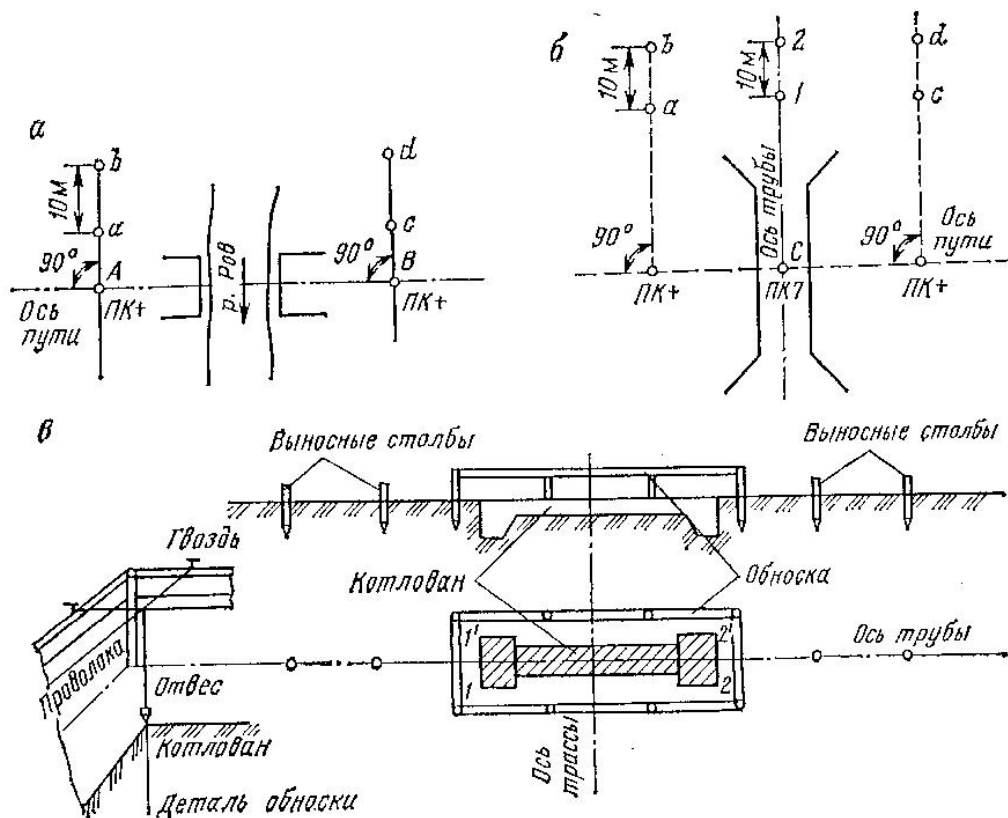


Рис. 22. Схемы разбивки и закрепления осей малых искусственных сооружений:
 а) – мального моста; б) – водопропускной трубы; в) – разбивка контуров котлована трубы.

Разбивка осей искусственных сооружений и границ котлованов. В подготовительный период строительства на основании разбивочных чертежей разбивку осей и границ фундаментов устоев мостов и труб выполняют таким образом: продольную ось моста закрепляют с указанием пикетажа на обоих берегах водотока двумя столбами *A* и *B*, закрепленными по обе стороны от земляного полотна кольями *a*, *b* и *c*, *d* за пределами котлована (рис. 22,а). Точкой *C* с указанием пикетажа закрепляют продольную ось трубы на трассе, а также двумя столбами 1, 2 за пределами котлована (рис. 22,б). Ось пути также закрепляют двумя столбами *a*, *b* и *c*, *d*, расположенными по обе стороны искусственного сооружения. Ось искусственного сооружения разбивают теодолитом. Для разбивки границ котлована водопропускной трубы по рабочим чертежам откладывают от оси трубы расстояния, определяющие контуры котлована, забивая колья в точках 1—1'; 2—2' и др. (рис. 22,в). На расстоянии не менее 1 м от границ котлована с внешней стороны забивают столбики, на которых укрепляют дощатую обноску. На обноске забивают гвозди, по которым натягивают проволоку, которая фиксирует размеры фундамента трубы и ее оголовков. Вместо дощатой обноски применяют инвентарную, состоящую из металлических труб. Положение осей на них фиксируется передвижной муфтой.

1.5. Сделайте выводы.

Практические занятия №11 и 12

Тема : Обработка журнала нивелирования поверхности. Составление плана земляных масс. бработка журнала нивелирования поверхности. Составление плана земляных масс.

Цель: выработать навыки обработки данных полевого материала нивелирования поверхности по квадратам, составления плана нивелируемой поверхности с горизонталями, вертикальной планировки и составление плана земляных масс.

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; 203 - 212.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Исходные данные принимать согласно своего варианту из таблицы № 11 и рисунка 24.

Данные занести в таблицу № 12 «Журнал нивелирования земной поверхности по квадратам». Высоты начальной и конечной точек взять по табл.11.

2. Обработать журнал нивелирования поверхности по квадратам и составить план местности с горизонталями.

Обработку журнала выполнять в следующей последовательности:

2.1. Вычислим 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. Вычислим 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: $h_{cp}=2324,5$, 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. Выполним 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. Выполним контроль по нивелирному ходу.

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

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

$$h_{np} = \sum h_{cp} = \sum h1 + \sum h2 + \sum h3$$

Невязка по ходу: $fh = h_{np} - hk;$

Допустимая невязка по ходу при техническом нивелировании определяется по формуле: $f_{h. доп} = \pm 10\sqrt{n}$, где n - число станций нивелирования.

Если $fh \leq f_{h. доп}$ 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. Вычислим увязанные превышения и запишем в графы 10 или 11 журнала.

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

Записать отметки высот в графу 13 журнала нивелирования трассы.

2.7. Вычислим 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 «с», определяется как:

$$H_{C_i} = ГП - c_i.$$

Вычисленные отметки высот промежуточных точек записать в графу 13.

2.8. Вычертим топографический план квадратов на миллиметровой бумаге формата А3 в масштабе 1:500 при длине стороны квадрата 20 м.

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

Построим горизонтали с высотой сечения рельефа $h_{сеч.} = 1,0 м$.

Рельеф местности изображают горизонталями. Построение горизонталей можно выполнить способом графической интерполяции с помощью палетки. Горизонтали обводят светло-коричневой тушью линиями толщиной 0,1 мм. В разрывах горизонталей пишут их высоту, обращая цифры вверх к вершине склона.

3. Произвести вертикальную планировку площадки при условии баланса земляных работ.

Исходными данными для вертикальной планировки являются результаты нивелирования площадки по квадратам, представленные топографическим планом.

3.1. Вычислим проектную высоту площадки по формуле:

$$H_{п} = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4) / 4n;$$

где ΣH_1 – сумма отметок высот точек, входящих в один квадрат;

ΣH_2 - сумма отметок высот точек, входящих в два квадрата;

ΣH_4 - сумма отметок высот точек, входящих в четыре квадрата;

n – число квадратов.

3.2. Вычислим рабочие отметки вершин квадратов по формуле: $p = H_{п} - H_3$;

где $H_{п}$ - проектная высота точки;

H_3 - высота земли в этой же точке.

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

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

Вычисления выполним в табличной форме:

№№ вершин квадратов	Проектная высота площадки, $H_{п}, м$	Высоты земли вершин квадратов, $H_3, м$	Рабочие отметки вершин квадратов, $p, м$

3.3. Строим картограмму земляных работ с рабочими отметками вершин квадратов. На картограмме земляных работ строим линию нулевых работ методом интерполяции или расчётом в зависимости от требуемой точности.

Определим расстояние «х» от плюсовой точки до нулевой на стороне квадрата расчётом: $x = p_1 \cdot d / (p_1 + p_2)$;

где p_1 - плюсовая рабочая отметка;

p_2 – минусовая рабочая отметка;

$d = 20\text{м}$ – горизонтальное проложение стороны квадрата с рабоч. отметками p_1 и p_2 .

Расчёт выполним в табличной форме:

Сторона квадрата	p_1	p_2	$p_1 + p_2$	$p_1 / (p_1 + p_2)$	x

В масштабе картограммы откладываем расстояние «х» от плюсовых точек и находим нулевые точки; соединив их, получаем линию нулевых работ.

Пример картограммы:

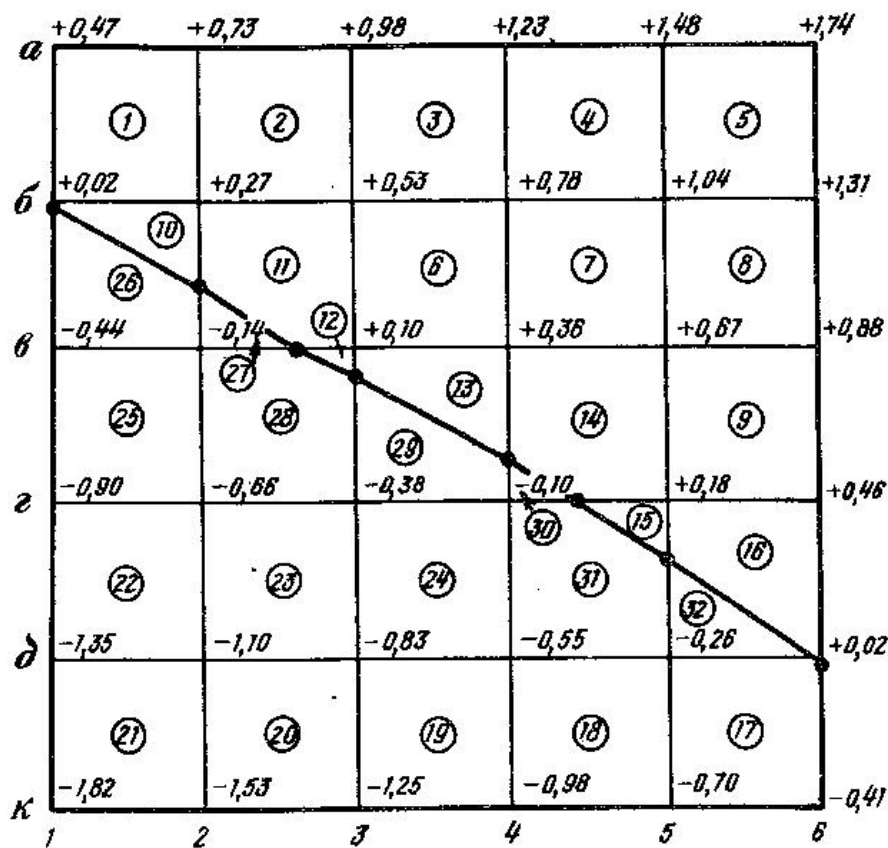


Рис. 23. Вертикальная планировка площадки

3.4. *Определим объёмы земляных работ планировки.* Для этого пронумеруем все полные квадраты и все фигуры, на которые разбились переходные квадраты линией нулевых работ. Объём земляных работ определяется по формуле:

$$V = S \cdot p_{cp} \text{ (м}^3\text{)}$$

где S – площадь основания призмы (площадь геометрической фигуры);
 p_{cp} – средняя высота призмы (средняя рабочая высота точек геометрической фигуры основания призмы).

Определение объёмов земляных работ производится в таблице по форме:

Выемка				Насыпь			
№ фигур	$p_{cp}, м$	$S, м^2$	$V, м^3$	№ фигур	$p_{cp}, м$	$S, м^2$	$V, м^3$
Итого: $V_B =$				Итого: $V_H =$			

Небаланс земляных масс допускается не более **2%** от общего объёма земляных работ: $\Delta V < \Delta V_{доп}$;

где ΔV – разность выемки и насыпи в $м^3$;

допустимый небаланс земляных работ: $\Delta V_{доп} = (V_B + V_H) \cdot 0.02 \text{ (м}^3\text{)}$.

Содержание отчёта

1. Заполненный журнал нивелирования вершин квадратов.
2. План квадратов с горизонталями сечением рельефа.
3. Картограмма земляных работ.
4. Таблица с объёмами земляных работ.
5. Вывод.

Таблица №11

Данные отметок высот точек

№№ вариантов	Высота точек, м		№№ вариантов	Высота точек, м	
	а5	д1		а5	д1
1	12,373	12.242	16	74,125	73.980
2	22,418	22.283	17	83,842	83.700
3	33,564	33.427	18	91,103	90.965
4	41,627	41.488	19	16,501	16.371
5	54,745	54.603	20	27,015	26.883
6	63,112	62.968	21	36,217	36.083
7	72,950	72.804	22	47,505	47.369
8	81,015	80.867	23	56,737	56.599
9	93.677	93.527	24	67,125	66.985
10	14,925	14.773	25	78,507	78.363
11	23,973	23.819	26	86,618	86.472
12	31,000	30.844	27	97,351	97.203
13	44.105	43.947	28	25,017	24.867
14	51,205	51.049	29	39,173	39.021
15	61.847	61.693	30	43,735	43.583

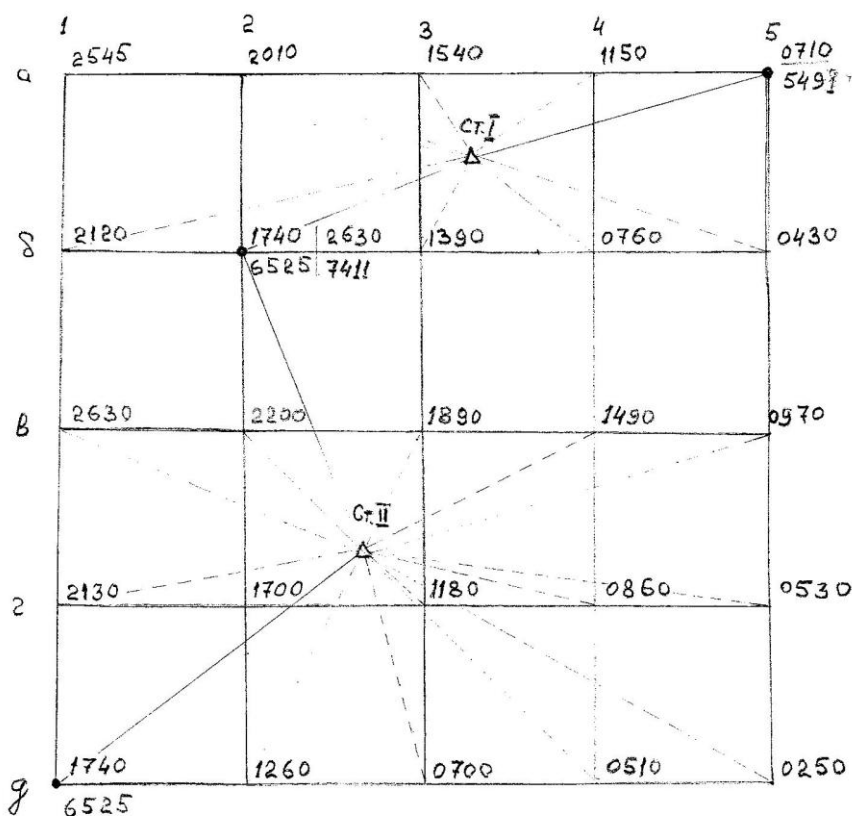


Рис.24. Схема нивелирования местности по квадратам

	63			1390								
	64			0760								
	65			0430								
	62		1740 6525									
Постраничный контроль		$\sum a =$	$\sum b =$		$+\sum h_{\text{выч}}$ = = =	$-\sum h_{\text{выч}}$ = = =	$+\sum h_{\text{ср}}$ = = =	$-\sum h_{\text{ср}} =$ = =				
		$\sum h_1 = (\sum a - \sum b)/2 =$ =			$\sum h_1 =$ $=(-\sum h_{\text{выч}} + \sum h_{\text{выч}})/2 =$ =		$\sum h_1 = -\sum h_{\text{ср}} + \sum h_{\text{ср}} =$ =					

	д4 д5 д1		1740 6525	0510 0250								
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 $h_k = H_{д1} - H_{а5} =$

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

Допустимая невязка $f_h \text{ доп.} = \pm 10\sqrt{n} =$

Условие допустимости невязки $f_h = < f_h \text{ доп.} =$

$+\sum h_{ув}$	$-\sum h_{ув}$
----------------	----------------

=

=

$h_{ув} = -\sum h_{ув}$

$+\sum h_{ув} =$

=

$h_{ув} = h_k =$

Практические занятия № 13

Тема 1.2. Геодезические работы при изысканиях, строительстве и эксплуатации железных дорог.

Цель: выработать навыки составления схем разбивки земляного полотна железной дороги.

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

Литература: В.И. Родионов «Геодезия» стр. 259 - 261.
Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 214 - 217.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Разбивка на местности границ земляного полотна.

Разбивка земляного полотна перед началом работ заключается в том, что необходимо найти на местности точку пересечения откоса насыпи или выемки с поверхностью земли (точки C_1 и C_2 , см. рис. 25 и 26) и поставить здесь откосник.

В практике встречаются в основном два случая разбивки земляного полотна:

- местность ровная или поперечный уклон местности менее 1:10;
- местность имеет однообразный уклон.

Уклоны в этих случаях задаются соотношением:

- $1 : m$ – для откосов выемки и насыпи ($1 : 1.5$);
- $1 : n$ – для поперечного уклона местности.

Здесь m и n – заложение откосов земляного полотна или поверхности земли.

1. По исходным данным (табл. 13) начертить в масштабе 1:100 разбивку насыпи и выемки на косогоре согласно рабочим отметкам и уклону местности методом ватерпасовки. Принять длину рейки 3 м, ширину основной площадки земляного полотна $b = 7.2$ м и ширину кювета поверху $k = 2,2$ м.

1.1. Для выполнения разбивки необходимо определить расстояния L_1 , и L_2 от оси трассы до точек C_1 и C_2 пересечения откосов земляного полотна с поверхностью земли. Как видно из рис. 25 расстояния $L_1 \neq L_2$. Для насыпи искомая величина в подгорную сторону будет больше, чем в нагорную, а для выемки – наоборот.

При высоте насыпи и глубине выемки до 6 м расстояния L_1 , и L_2 определяется по формулам:

$$L_B = [n / (n - m)] \cdot (0,5 \cdot B + m \cdot p);$$

$$L_M = [n / (n + m)] \cdot (0,5 \cdot B + m \cdot p);$$

где n — показатель уклона местности;
 m — показатель уклона откосов насыпи или выемки;
 b — ширина основной площадки земляного полотна для насыпи;
 p — высота насыпи или глубина выемки (м).
 При этом B определяется для насыпи: $B = b$ и для выемки: $B = b + 2k$;
 где k — ширина кювета поверху (2,2 м).

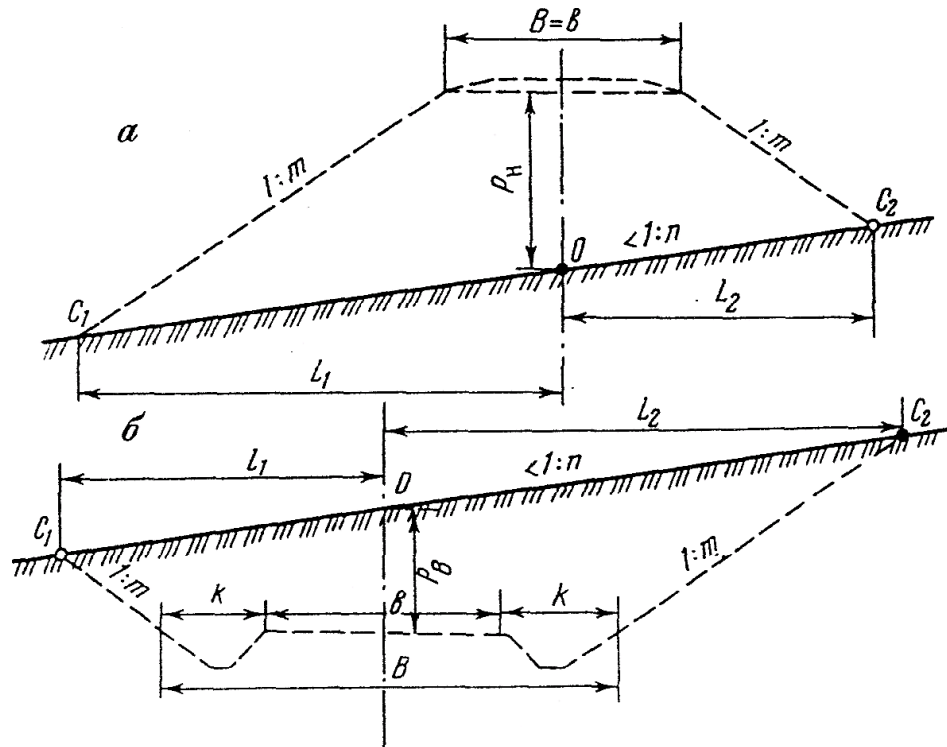


Рис. 25 Поперечный профиль земляного полотна при поперечном уклоне местности: a — насыпи; b — выемки.

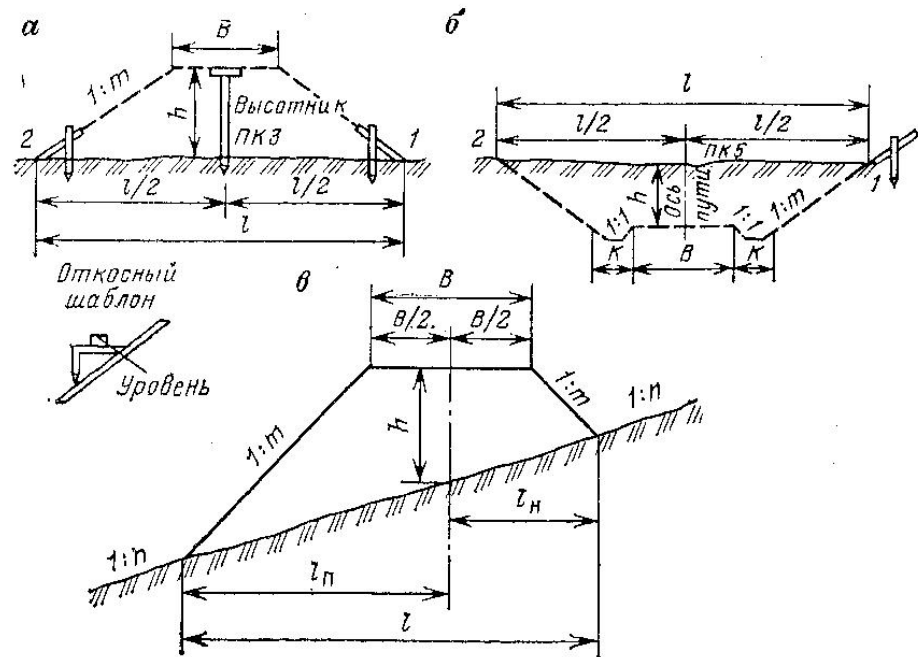


Рис.26. Схемы разбивки земляного полотна:

а – насыпи; б – выемки; в – насыпи на косогоре.

1.2. Наиболее простым способом разбивки земляного полотна в случае косогорности является способ ватерпасовки.

Для этого необходимо иметь рейку, уровень и отвес.

Так как разбивка будет производиться рейкой с уровнем длиной $l_p = 3 \text{ м}$, то определяют целое количество реек « q », которое уложится в размерах L_1 , и L_2 , и величину остатка « a »:

$$L_1 = q l_p + a; \text{ отсюда } L_1 / l_p = q \text{ и остаток «} a \text{»};$$

$$L_2 = q l_p + a; \text{ отсюда } L_2 / l_p = q \text{ и остаток «} a \text{»}$$

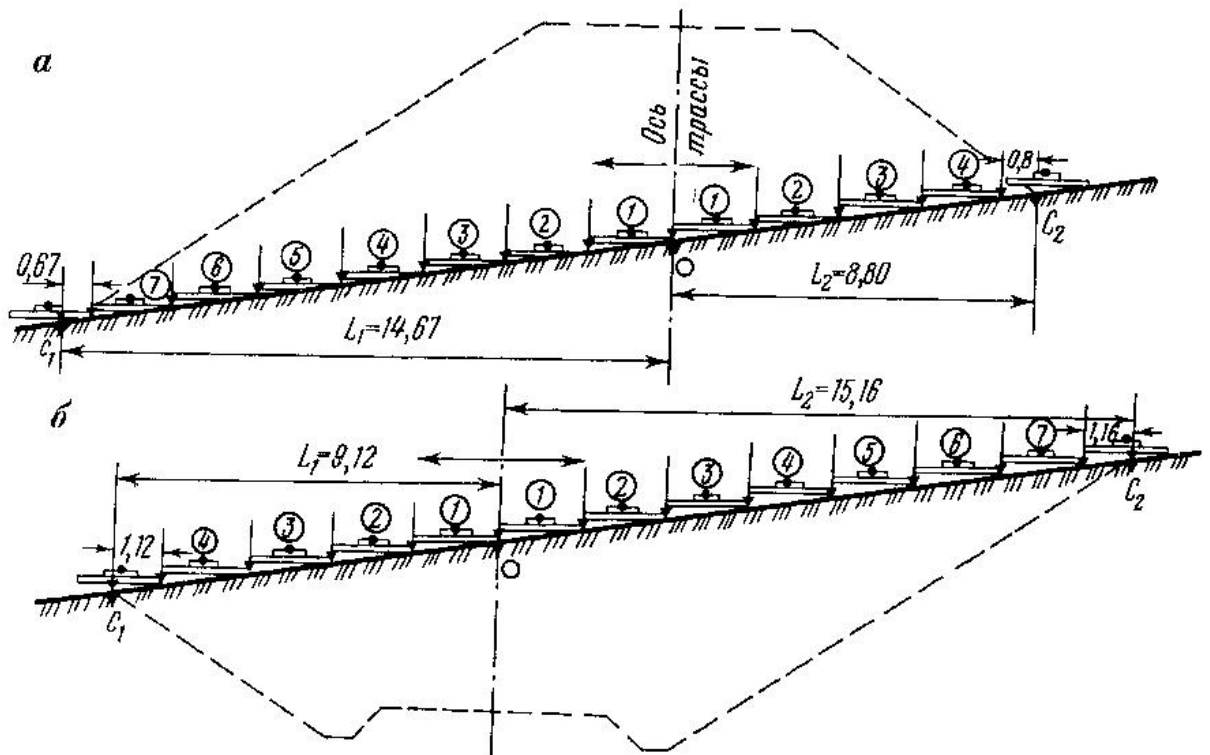


Рис. 27. Схемы разбивки земляного полотна на косогоре ватерпасовкой:
а) – насыпи; б) – выемки.

2. Пример.

Разбить на местности, имеющей поперечный уклон $1 : 6$, насыпь ($p_n = 5 \text{ м}$) и выемку ($p_v = 4 \text{ м}$). Уклоны откосов насыпи и выемки – $1 : 1.5$.

Ширина основной площадки земляного полотна $B = b = 7 \text{ м}$.

Ширина кювета поверху $k = 1.9 \text{ м}$.

Решение.

2.1. Вычислим отдельно два расстояния в нагорную и подгорную стороны (см. рис. 25).

При высоте насыпи до 6 м :

- большее расстояние определяется по формуле:

$$L_1 = L_6 = [n / (n - m)] \cdot (0,5 \cdot B + m \cdot p) = [6 / (6 - 1/5)] \cdot (0,5 \cdot 7 + 1,5 \cdot 5) = 14,67 \text{ м.}$$

- меньшее расстояние определяется по формуле:

$$L_2 = L_M = [n / (n + m)] \cdot (0,5 \cdot B + m \cdot p) = [6 / (6 + 1/5)] \cdot (0,5 \cdot 7 + 1,5 \cdot 5) = 8,80 \text{ м.}$$

При глубине выемки до 6 м и $B = b + 2k = 7 + 2 \cdot 1,9 = 10,80 \text{ м}$:

- большее расстояние определяется по формуле:

$$L_2 = L_6 = [n / (n - m)] \cdot (0,5 \cdot B + m \cdot p) = [6 / (6 - 1/5)] \cdot (0,5 \cdot 10,8 + 1,5 \cdot 4) = 15,16 \text{ м.}$$

- меньшее расстояние определяется по формуле:

$$L_1 = L_M = [n / (n + m)] \cdot (0,5 \cdot B + m \cdot p) = [6 / (6 + 1/5)] \cdot (0,5 \cdot 10,8 + 1,5 \cdot 4) = 9,12 \text{ м.}$$

2.2. Наиболее простым способом разбивки земляного полотна в случае косогорности является способ ватерпасовки. Для этого необходимо иметь рейку, уровень и отвес. Определим на местности точки C_1 и C_2 для нашего примера. Предположим, у нас рейка длиной $l_p = 2 \text{ м}$. Определим сначала, сколько раз необходимо отложить длину рейки и какой будет остаток.

Для насыпи $L_1/l_p = 14,67 / 2 = 7$ и остаток $0,67 \text{ м}$; $L_2/l_p = 8,80 / 2 = 4$ и остаток $0,80 \text{ м}$.

Для выемки $L_2/l_p = 15,67 / 2 = 7$ и остаток $1,67 \text{ м}$; $L_1/l_p = 9,12 / 2 = 4$ и остаток $1,12 \text{ м}$.

Далее производим разбивку насыпи и выемки. Схемы разбивки показаны на рисунке 27, а и б.

Содержание отчёта

6. Тема, цель, принадлежности, литература.
7. Исходные данные.
8. Вычисление расстояний L_1 , и L_2 от оси трассы до точек C_1 и C_2 пересечения откосов земляного полотна с поверхностью земли.
9. Схемы разбивки земляного полотна на косогоре ватерпасовкой.
10. Вывод.

Таблица 13

Высота насыпи и глубина выемок (м)

№ варианта	Рабочие высоты		Попереч- ные уклоны <i>1:n</i>	№ варианта	Рабочие высоты		Попереч- ные уклоны <i>1:n</i>
	насыпи p_n	выемки p_v			насыпи p_n	выемки p_v	
1	3,50	4,20	1:8	16	4,30	5,30	1:6
2	4,50	3,80	1:7	17	5,70	4,50	1:4
3	5,50	4,30	1:4	18	5,20	4,40	1:5
4	4,60	3,90	1:6	19	4,20	3,80	1:8
5	3,70	4,80	1:7	20	5,40	4,60	1:5
6	3,00	6,00	1:6	21	6,00	3,10	1:12
7	3,20	5,80	1:10	22	5,90	3,50	1:14
8	3,40	5,60	1:12	23	5,70	4,10	1:16
9	3,60	5,40	1:14	24	5,30	4,30	1:18
10	4,00	5,20	1:16	25	5,10	4,90	1:20
11	4,20	5,00	1:18	26	4,90	5,10	1:6
12	4,40	4,70	1:20	27	4,70	5,50	1:8
13	4,60	3,90	1:6	28	4,50	5,70	1:10
14	4,80	3,70	1:8	29	4,10	5,90	1:12
15	5,00	3,30	1:10	30	3,90	5,60	1:4

Практические занятия № 14 и 15

Тема: Построение продольного профиля существующего железнодорожного пути.

Цель: научиться строить и проектировать утрированный продольный и поперечный профили существующего железнодорожного пути.

Оборудование и принадлежности: индивидуальное задание, калькулятор, чертёжные инструменты, образцы работ, миллиметровая бумага формата А2.

Литература: В.И. Родионов «Геодезия» стр. 276 – 286;
Родионов В.И., Волков В.Н. «Задачник по геодезии» стр. 214 - 217.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Исходные данные принимать из таблиц **14**(СГР; НБС и З) и **15**(сетка утрированного продольного профиля).
2. Построить утрированный продольный профиль железнодорожного пути по существующим отметкам головок рельсов **СГР**, низа балластного слоя **НБС** и земли **З** (табл. 14 и 15) на миллиметровой бумаге формата А2.
Масштабы: горизонтальный Мг 1:2000; вертикальный Мв 1:100.
 - 2.1. Вычерчиваем сетку утрированного продольного профиля, наименование граф которой и размеры в миллиметрах приведены в таблице 15.
 - 2.2. В графе «Расстояния» вертикальными линиями отмечают пикетные и плюсовые точки. Расстояния указывают от заднего пикета до ближайшей плюсовой точки и до переднего пикета. При нескольких плюсах в пределах пикета указывают расстояния между ними, так чтобы сумма этих расстояний была равна длине пикета (100 м). Номера пикетов записывают под вертикальными пикетными линиями. Заполняются **чёрным цветом**.
 - 2.3. В сетке заполняем графу «Отметки земли» **чёрным цветом**, над соответствующими вертикальными линиями записывают округленные до сантиметров высоты пикетных и плюсовых точек, взятые из таблицы 14.
 - 2.4. В сетке заполняем графу «Отметки существующей головки рельса (СГР)» **чёрным цветом**, над соответствующими вертикальными линиями записывают округленные до сантиметров высоты пикетных и плюсовых точек, взятые из таблицы 14.

2.5. В сетке заполняем графу «Отметки низа балластного слоя (НБС)» **коричневым цветом**, над соответствующими вертикальными линиями записывают округленные до сантиметров высоты пикетных и плюсовых точек, взятые из таблицы 14.

2.6. В графу «Существующие уклоны» **чёрным цветом** заносят элементы профиля существующей головки рельса, снизу отрезка пишут протяженность элемента (100 м), а сверху – величину существующего уклона, определяемые по формуле: $i = (H^K_{СГР} + H^H_{СГР}) / d$;
где $H^K_{СГР}$ – высота точки в конце элемента; $H^H_{СГР}$ – высота точки в начале элемента; d – горизонтальное проложение элемента (100 м).

2.7. От верхней линии сетки профиля, как от условного горизонта, откладываем вертикальные линии (ординаты), равные в масштабе 1:100 высотам точек земли (З), низа балластного слоя (НБС), существующей головки рельса (СГР). Концы отложенных вертикальных отрезков, соответственно, соединяют прямыми линиями **чёрного и коричнево цветов**. Полученные ломаные линии - это профиль существующей железной дороги.

3. Запроектировать реконструкцию продольного профиля существующей железной дороги методом утрированного профиля, при условии, что верхнее строение пути характеризуется следующими данными:

- толщ. песчаной подушки – $h_{п.п.} = 0,20\text{ м}$;
- толщ. щебёночного слоя – $h_{щ.} = 0,25\text{ м}$;
- толщина шпалы – $h_{ш.} = 0,15\text{ м}$;
- высота рельса Р-65 с подкладкой – $h_{р.} = 0,20\text{ м}$.

Метод проектирования реконструкции продольного профиля называется *методом утрированного профиля*.

3.1. Определяем минимальную нормативную толщину верхнего строения пути:

$$h_{пр.} = h_{п.п.} + h_{щ.} + h_{ш.} + h_{р.} = 0,20 + 0,25 + 0,15 + 0,20 = 0,80\text{ м.}$$

3.2. Определяем расчётную высоту головки рельса (РГР):

$$\text{РГР} = \text{НБС} + h_{пр.}$$

и заполняем, **синим цветом**, графу «Отметки расчётной головки рельса (РГР)»

3.3. От верхней линии сетки профиля, как от условного горизонта, откладываем вертикальные линии (ординаты), равные в масштабе 1:100 расчётной высоте головки рельса (РГР). Концы отложенных вертикальных отрезков соединяем прямыми линиями **синего цвета**, получим профиль (РГР).

3.4. Выше расчётной высоты головки рельса (РГР) строим профиль проектной высоты головки рельса (ПГР) **красным цветом** так, чтобы уменьшить число элементов и проектных уклонов, а также, чтобы выправка

(δ) была в виде досыпки, определяя проектные высоты пикетных точек по формуле:

$$\text{ПГР} = Hn + (\pm i \cdot l);$$

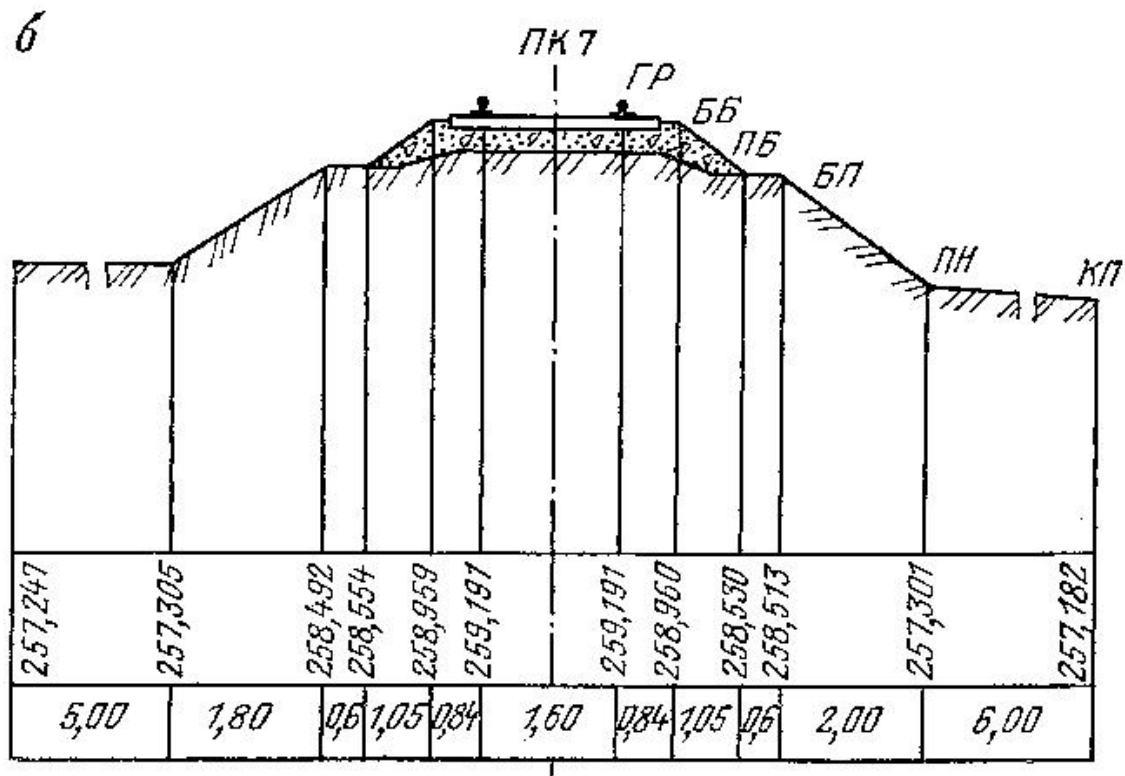
где Hn – проектная высота известной точки; i – проектный уклон элемента; l – горизонтальное проложение между точками.

3.5. Заполняем графы сетки профиля «Проектные отметки головки рельса (ПГР)» и «Проектные уклоны» красным цветом.

3.6. Вычисляем величину выправки на всех пикетных точках по формуле: $\pm \delta = \text{ПГР} - \text{СГР}$ и записываем полученные значения в графу сетки «Выправка» **красным цветом** «досыпка», **чёрным цветом** «срезка».

4. Построим поперечный профиль существующей железной дороги.

Пример оформления поперечного профиля



3. Сделать выводы.

Содержание отчета

1. Тема, цель, оснащение, литература.
2. Утрированный продольный профиль существующего железнодорожного пути.
3. Поперечный профиль.
4. Вывод.

Контрольные вопросы

1. С какой целью производят съемку плана и профиля существующего железнодорожного пути?
2. Какие работы входят в комплекс работ по съемке плана и профиля пути?
3. Какие точки подлежат съемке при нивелировании поперечного профиля железнодорожного пути?
4. Перечислите способы съемки существующих железнодорожных кривых?
5. Какой способ съемки существующих кривых находит наибольшее применение на практике? Чем это обусловлено?
6. Перечислите основные документы, по которым составляют продольные и поперечные профили.

Таблица 14

Отметки СГР, НБС, и земли

Пикеты	1			2			3			4			5		
	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З
0	28.23	27.73	26.10	48.65	48.17	51.00	64.31	63.82	66.20	78.56	78.06	80.30	86.84	86.30	89.20
1	27.98	27.48	26.70	48.31	47.83	50.50	64.05	63.57	65.80	77.69	77.19	79.90	86.51	86.00	89.20
2	27.70	27.20	27.20	47.95	47.47	50.10	63.85	63.37	64.30	76.96	76.50	79.10	86.11	85.65	88.40
3	27.22	26.70	27.50	47.78	47.25	49.20	63.68	63.21	62.10	76.38	75.90	78.70	85.65	87.15	87.80
4	26.71	26.25	28.30	47.71	47.23	48.10	63.51	63.05	59.50	75.88	75.40	78.20	85.19	84.70	86.70
5	25.95	25.42	28.50	47.72	47.20	46.30	63.53	63.06-	59.50-	75.31	74.80	77.80	84.76	84.25	85.00
6	25.51	25.03	28.40	47.64	47.14	44.50	63.52	63.07	59.50	74.96	74.50	77.20	84.73	84.23	83.50
7	24.94	24.44	27.60	47.62	47.10-	44.50-	63.55	63.09	60.80	74.72	74.25	76.60	84.76	84.28	82.00
8	24.32	23.80	26.30	47.63	47.05	44.50	63.61	63.10	61.50	74.52	74.00	75.40	84.77	84.27-	82.00-
9	23.70	23.23	25.10	47.61	47.10	45.70	63.98	63.50	62.70	74.51	74.05	73.60	84.75	84.26	82.00
10	23.34	22.84	24.00	47.72	47.25	46.60	64.37	63.90	64.50	74.58	74.11	72.90	85.07	84.61	83.20

Пикеты	6			7			8			9			10		
	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З
0	23.34	22.84	24.00	47.72	47.25	46.60	64.37	63.90	64.50	74.58	74.11	72.90	85.07	84.61	83.20
1	23.15	22.62	23.30	48.18	47.70	47.90	64.62	64.12	65.70	74.60	74.12	72.40	85.21	84.70	84.40
2	22.96	22.48	22.50	48.76	48.30	49.60	64.77	64.35	66.90	74.55	74.10	72.10	85.72	85.25	86.10
3	22.81	22.30	21.10	49.42	48.91	51.10	65.09	64.55	67.50	74.61	74.15	71.70	86.28	85.80	87.50
4	22.68	22.18	20.50	49.61	49.07	51.60	65.39	64.92	67.90	74.65	74.18	71.20	86.85	86.30	88.30
5	22.51	22.06	20.20	49.95	49.48	52.00	65.72	65.25	67.50	74.67	74.18-	71.20-	87.13	86.62	89.10
6	22.75	22.27	19.70	50.18	49.75	52.10	65.86	65.37	67.10	74.64	74.17	71.20	87.40	86.93	89.40
7	23.02	22.50	19.50	50.25	49.78	52.20	66.13	65.65	66.20	74.61	74.15	71.80	87.57	87.00	89.60
8	23.01	22.50	19.50	50.15	49.65	51.80	66.35	65.80	65.30	74.57	74.12	72.60	87.64	87.15	89.70
9	23.02	22.50	19.50	50.07	49.55	51.30	66.34	65.85	64.60	74.56	74.14	73.70	87.69	87.21	89.30
10	22.97	22.47	20.80	49.75	49.28	49.90	66.38	66.89	64.50	74.46	73.90	74.90	87.80	87.33	88.90

Пикеты	11			12			13			14			15		
	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З
0	22.97	22.47	20.80	49.75	49.28	49.90	66.38	66.89	64.50	74.46	73.90	74.90	87.80	87.33	88.90
1	22.95	22.44	22.30	49.41	48.95	48.80	66.40	65.95	64.70	74.75	74.26	76.10	87.95	87.51	88.40
2	23.40	22.95	23.50	49.07	48.55	47.70	65.95	65.47	64.80	75.20	74.75	76.90	87.81	87.30	87.80
3	23.88	23.35	25.10	48.45	47.90	46.50	65.40	64.90	65.10	75.51	75.04	77.50	87.61	87.12	86.70
4	24.30	23.82	26.40	47.82	47.35	45.90	65.05	65.60	65.20	76.20	75.72	78.30	87.42	86.93	85.80
5	24.95	24.53	27.00	47.20	46.75	45.40	64.15	63.68	64.80	76.88	76.39	79.10	86.75	86.28	85.10
6	25.55	25.12	27.80	46.55	46.10	44.70	63.35	62.87	64.20	77.45	76.97	78.80	86.02	85.55	84.30
7	26.10	25.62	28.50	46.02	45.55	44.20	62.60	62.15	64.10	77.97	77.48	78.50	85.35	84.90	83.70
8	26.75	26.27	28.90	45.45	44.97	43.90	61.85	61.38	63.60	78.47	78.00	77.10	84.67	84.21	82.90
9	27.35	26.87	27.50	44.82	44.35	43.50	61.10	60.65	63.30	79.02	78.58	76.30	84.00	83.54	81.20
10	27.90	27.40	26.70	44.25	43.79	43.00	60.45	60.00	62.80	79.49	79.00	75.90	83.36	82.90	80.70

Пикеты	16			17			18			19			20		
	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З
0	28.23	27.73	26.10	48.65	48.17	51.00	64.31	63.82	66.20	78.56	78.06	80.30	86.84	86.30	89.20
1	27.98	27.48	26.70	48.31	47.83	50.50	64.05	63.57	65.80	77.69	77.19	79.90	86.51	86.00	89.20
2	27.70	27.20	27.20	47.95	47.47	50.10	63.85	63.37	64.30	76.96	76.50	79.10	86.11	85.65	88.40
3	27.22	26.70	27.50	47.78	47.25	49.20	63.68	63.21	62.10	76.38	75.90	78.70	85.65	87.15	87.80
4	26.71	26.25	28.30	47.71	47.23	48.10	63.51	63.05	59.50	75.88	75.40	78.20	85.19	84.70	86.70
5	25.95	25.42	28.50	47.72	47.20	46.30	63.53	63.06	59.50	75.31	74.80	77.80	84.76	84.25	85.00
6	25.51	25.03	28.40	47.64	47.14	44.50	63.52	63.07	59.50	74.96	74.50	77.20	84.73	84.23	83.50
7	24.94	24.44	27.60	47.62	47.10	44.50	63.55	63.09	60.80	74.72	74.25	76.60	84.76	84.28	82.00
8	24.32	23.80	26.30	47.63	47.05	44.50	63.61	63.10	61.50	74.52	74.00	75.40	84.77	84.27	82.00
9	23.70	23.23	25.10	47.61	47.10	45.70	63.98	63.50	62.70	74.51	74.05	73.60	84.75	84.26	82.00
10	23.34	22.84	24.00	47.72	47.25	46.60	64.37	63.90	64.50	74.58	74.11	72.90	85.07	84.61	83.20

Пикеты	21			22			23			24			25		
	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З
0	23.34	22.84	24.00	47.72	47.25	46.60	64.37	63.90	64.50	74.58	74.11	72.90	85.07	84.61	83.20
1	23.15	22.62	23.30	48.18	47.70	47.90	64.62	64.12	65.70	74.60	74.12	72.40	85.21	84.70	84.40
2	22.96	22.48	22.50	48.76	48.30	49.60	64.77	64.35	66.90	74.55	74.10	72.10	85.72	85.25	86.10
3	22.81	22.30	21.10	49.42	48.91	51.10	65.09	64.55	67.50	74.61	74.15	71.70	86.28	85.80	87.50
4	22.68	22.18	20.50	49.61	49.07	51.60	65.39	64.92	67.90	74.65	74.18	71.20	86.85	86.30	88.30
5	22.51	22.06	20.20	49.95	49.48	52.00	65.72	65.25	67.50	74.67	74.18	71.20	87.13	86.62	89.10
6	22.75	22.27	19.70	50.18	49.75	52.10	65.86	65.37	67.10	74.64	74.17	71.20	87.40	86.93	89.40
7	23.02	22.50	19.50	50.25	49.78	52.20	66.13	65.65	66.20	74.61	74.15	71.80	87.57	87.00	89.60
8	23.01	22.50	19.50	50.15	49.65	51.80	66.35	65.80	65.30	74.57	74.12	72.60	87.64	87.15	89.70
9	23.02	22.50	19.50	50.07	49.55	51.30	66.34	65.85	64.60	74.56	74.14	73.70	87.69	87.21	89.30
10	22.97	22.47	20.80	49.75	49.28	49.90	66.38	66.89	64.50	74.46	73.90	74.90	87.80	87.33	88.90

Пикеты	26			27			28			29			30		
	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З	СГР	НБС	З
0	22.97	22.47	20.80	49.75	49.28	49.90	66.38	66.89	64.50	74.46	73.90	74.90	87.80	87.33	88.90
1	22.95	22.44	22.30	49.41	48.95	48.80	66.40	65.95	64.70	74.75	74.26	76.10	87.95	87.51	88.40
2	23.40	22.95	23.50	49.07	48.55	47.70	65.95	65.47	64.80	75.20	74.75	76.90	87.81	87.30	87.80
3	23.88	23.35	25.10	48.45	47.90	46.50	65.40	64.90	65.10	75.51	75.04	77.50	87.61	87.12	86.70
4	24.30	23.82	26.40	47.82	47.35	45.90	65.05	65.60	65.20	76.20	75.72	78.30	87.42	86.93	85.80
5	24.95	24.53	27.00	47.20	46.75	45.40	64.15	63.68	64.80	76.88	76.39	79.10	86.75	86.28	85.10
6	25.55	25.12	27.80	46.55	46.10	44.70	63.35	62.87	64.20	77.45	76.97	78.80	86.02	85.55	84.30
7	26.10	25.62	28.50	46.02	45.55	44.20	62.60	62.15	64.10	77.97	77.48	78.50	85.35	84.90	83.70
8	26.75	26.27	28.90	45.45	44.97	43.90	61.85	61.38	63.60	78.47	78.00	77.10	84.67	84.21	82.90
9	27.35	26.87	27.50	44.82	44.35	43.50	61.10	60.65	63.30	79.02	78.58	76.30	84.00	83.54	81.20
10	27.90	27.40	26.70	44.25	43.79	43.00	60.45	60.00	62.80	79.49	79.00	75.90	83.36	82.90	80.70

Таблица 15

Сетка утрированного продольного профиля

10	Выправка	Досыпка	Заполнение графы - <i>красным цветом</i>
	в см (δ)	Срезка	
15	Проектные отметки (ПГР)		Заполнение графы - <i>красным цветом</i>
10	Проектные уклоны		Заполнение графы - <i>красным цветом</i>
15	Отметки расчётной головки рельса (РГР)		Заполнение графы и линия профиля головки рельса – <i>синим цветом.</i>
15	Отметки низа балластного слоя (НБС)		Заполнение графы и линия профиля низа балластного слоя изображаются <i>коричневым цветом.</i>
15	Отметки существующей головки рельса (СГР)		Заполнение графы и линия профиля головки рельса – <i>чёрным цветом.</i>
10	Существующие уклоны		Заполнение графы - <i>чёрным цветом</i>
15	Отметки земли		Заполнение графы и линия профиля земли – <i>чёрным цветом.</i>
10	Расстояния		Заполнение графы - <i>чёрным цветом</i>
5	Пикетаж		
20	План существующего пути		
0	Километраж		

