

Лабораторная работа №11. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

ВВЕДЕНИЕ

Расчетно-графическая работа содержит некоторые вопросы трассирования линейных сооружений на примере автомобильной дороги.

Строительство дорог производится по утвержденным проектам, которые составляются на основании дорожно-экономических обследований и технических изысканий. После проведения экономических обследований и предварительных технических изысканий выполняют полевое трассирование дороги, в процессе которого измеряют линии и углы поворота, разбивают пикетаж, снимают ситуацию вдоль трассы, закрепляют углы поворота, устанавливают реперы и ведут пикетажный журнал (пикетажную книжку). По разбитому пикетажу в дальнейшем производят техническое нивелирование.

В рассматриваемом случае участок дороги нивелировался нивелиром НЗ с двухсторонними трехметровыми рейками в одном направлении. Отсчеты на промежуточные точки снимались только по черной стороне рейки.

Работа включает расчет элементов круговых кривых и подготовку данных для их детальной разбивки, обработку журнала нивелирования, построение профиля трассы, нанесение проектной линии, вычисление проектных и рабочих высот.

Условие задания, исходные данные, порядок выполнения работы и методические указания приведены ниже.

Задание

По данным пикетажной книжки и журнала технического нивелирования составить профиль трассы дороги и нанести проектную линию.

Исходные данные

1. Угол поворота и радиус кривой № 2, румб линии ПКО-ВУ № 1, высоты реперов № 1 и № 2 (выбираются из табл. 1 по указанию преподавателя).
2. Пикетажная книжка (прил. 1).

3. Журнал технического нивелирования (выдается каждому студенту).

Необходимые материалы

1. Таблицы для разбивки кривых.
2. Микрокалькуляторы.
3. Миллиметровка (40 × 90 см).
4. Тушь черная, красная, синяя.
5. Карандаш, чертежная ручка, рейсфедер, линейка.

Таблица 1. Исходные данные

Варианты	Кривая № 2		Румб линии ПК0-ВУ № 1	Высоты	
	Угол	Радиус		репера № 1	репера № 2
1	2	3	4	5	6
0	29°40'	300	СВ :27°19'	96,138	98,168
1	32 57'	200	СВ : 14 28	95,138	97,168
2	22 04	300	СВ : 32 17	96,254	98,299
3	38 18	200	СВ : 48 50	98,471	100,470
4	20 32	300	СЗ : 10 24	99,806	101,806
5	24 20	400	СЗ : 63 52	101,327	103,328
6	36 40	200	ЮВ : 28 14	102,280	104,322
7	28 16	200	ЮВ : 74 30	107,185	109,209
8	18 50	400	ЮЗ : 18 43	110,292	112,302
9	10 40	500	ЮЗ : 36 14	113,470	115,476
10	14 56	500	ЮЗ : 49 50	115,542	117,585
11	19 28	400	СЗ : 82 12	118,291	120,319
12	22 10	300	СЗ : 19 41	121,472	123,505
13	20 15	300	СВ : 60 04	124,567	126,603
14	25 11	300	СВ : 70 08	125,876	127,885
15	24 17	400	ЮВ : 62 21	127,402	129,410
16	39 50	200	ЮВ : 15 10	131,234	133,238
17	42 13	100	ЮЗ : 35 11	133,908	135,919
18	13 28	400	ЮЗ : 20 05	138,431	140,456
19	19 12	300	ЮВ : 14 15	142,613	144,638
20	23 35	200	СЗ : 50 13	142,970	144,997
21	27 40	200	СЗ : 53 40	146,619	148,630
22	20 18	300	СВ : 42 40	139,132	141,136
23	35 19	200	СВ : 68 18	151,473	153,479
24	46 31	100	СЗ : 85 14	154,978	156,984
25	43 18	100	СЗ : 37 50	155,220	157,256
26	41 17	100	СВ : 24 30	161,318	163,317
27	25 30	200	СВ : 52 17	172,507	174,500

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
28	20 14	300	ЮВ : 34 10	183,319	185,343
29	32 40	200	СЗ : 63 40	187,211	189,200
30	18 38	100	СЗ : 72 13	193,756	195,770
31	3 57	200	СВ : 14 28	95,138	97,168
32	22 04	300	СВ : 32 17	96,254	98,299
33	38 18	200	СВ : 48 50	98,471	100,470
34	20 32	300	СЗ : 10 24	99,806	101,806
35	24 20	400	СЗ : 63 52	101,327	103,328
36	36 40	200	ЮВ : 28 14	102,280	104,322
37	28 16	200	ЮВ : 74 30	107,185	109,209
38	18 50	400	ЮЗ : 18 43	110,292	112,302
39	10 40	500	ЮЗ : 36 14	113,470	115,476
40	14 56	500	ЮЗ : 49 50	115,542	117,585
41	19 28	400	СЗ : 82 12	118,291	120,319
42	22 10	300	СЗ : 19 41	121,472	123,505
43	20 15	300	СВ : 60 04	124,567	126,603
44	25 11	300	СВ : 70 08	125,876	127,885
45	24 17	400	ЮВ : 62 21	127,402	129,410
46	39 50	200	ЮВ : 15 10	131,234	133,238
47	42 13	100	ЮЗ : 35 11	133,908	135,919
48	13 28	400	ЮЗ : 20 05	138,431	140,456
49	19 12	300	ЮВ : 14 15	142,613	144,638
50	23 35	200	СЗ : 50 13	142,970	144,997
51	27 40	200	СЗ : 53 40	146,619	148,630
52	20 18	300	СВ : 42 40	139,132	141,136
53	35 19	200	СВ : 68 18	151,473	153,479
54	46 31	100	СЗ : 85 14	154,978	156,984
55	43 18	100	СЗ : 37 50	155,220	157,256
56	43 50	150	ЮВ : 50 30	107,190	109,209
57	30 18	200	ЮВ : 12 50	110,292	112,302
58	32 45	200	СВ : 27 19	111,470	113,470
59	35 30	200	СВ : 30 30	116,542	118,585
60	36 24	200	ЮЗ : 53 16	118,200	120,210
61	31 33	250	ЮЗ : 82 21	120,472	122,505
62	32 00	250	ЮЗ : 85 36	124,467	126,503
63	33 14	250	СЗ : 71 19	127,876	129,885
64	34 19	250	СЗ : 65 16	127,002	129,010
65	35 20	250	СЗ : 54 16	134,234	136,238
66	36 10	250	СЗ : 40 41	132,008	134,019
67	20 18	350	СЗ : 31 27	140,431	142,456
68	22 31	350	СЗ : 19 36	142,610	144,630
69	23 50	350	СЗ : 10 05	141,970	143,997
70	24 05	400	СВ : 5 17	146,019	148,030

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
71	23 28	400	СВ : 42 06	140,132	142,136
72	22 08	400	ЮВ : 20 31	153,473	155,479
73	21 37	400	ЮВ : 31 11	155,978	157,984
74	17 14	500	ЮЗ : 25 12	154,200	156,236
75	18 00	500	ЮЗ : 33 13	160,318	162,317
76	18 43	500	ЮЗ : 70 18	172,500	174,500
77	25 10	300	ЮЗ : 80 33	181,319	183,343
78	28 55	300	СЗ : 60 20	186,211	188,200
79	29 12	300	СЗ : 50 31	194,756	196,770
80	36 40	200	СЗ : 26 04	121,476	123,505
81	31 57	200	СВ : 24 28	95,138	97,121
82	32 04	300	СВ : 62 17	96,254	98,204
83	36 18	200	СВ : 28 50	98,471	100,399
84	30 32	300	СВ : 40 24	99,806	101,782
85	25 20	400	СЗ : 33 52	101,327	103,305
86	38 40	200	ЮВ : 18 14	102,280	104,249
87	26 16	200	ЮВ : 75 30	107,185	109,115
88	17 50	400	ЮЗ : 28 43	110,292	112,224
89	11 40	500	ЮЗ : 56 14	113,470	115,411
90	13 56	500	ЮЗ : 39 50	115,542	117,517
91	18 28	400	СЗ : 82 12	118,291	120,275
92	22 10	300	СЗ : 29 41	121,472	123,426
93	20 15	300	СВ : 69 04	124,567	126,515
94	20 15	300	СВ : 69 04	124,567	126,515
95	27 11	300	СВ : 70 08	125,876	127,815
96	26 17	400	ЮВ : 62 21	127,402	129,347
97	38 50	200	ЮВ : 16 10	131,234	133,220
98	43 13	100	ЮЗ : 36 11	133,908	135,860
99	15 28	400	ЮЗ : 22 05	138,431	140,408
100	17 12	300	ЮВ : 24 15	142,613	144,555
101	24 35	200	СЗ : 50 13	142,970	144,941
102	26 40	200	СЗ : 58 40	146,619	148,560
103	21 18	300	СВ : 43 40	139,132	141,117
104	36 19	200	СВ : 65 18	151,473	153,439
105	46 31	100	СЗ : 85 24	154,978	156,917
106	45 18	100	СЗ : 38 50	155,220	157,190
107	44 17	100	СВ : 26 30	161,318	163,253
108	26 30	200	СВ : 53 17	172,507	174,481
109	22 14	300	ЮВ : 37 10	183,319	185,257
110	33 40	200	СЗ : 68 40	187,211	189,179
111	17 38	400	СЗ : 72 13	193,756	195,705

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать основные элементы кривой № 2;
2. Обработать журнал технического нивелирования;
3. Построить профиль трассы дороги в масштабах:
горизонтальный – 1:2000,
вертикальный – 1:200,
поперечников – 1:1000 (горизонтальный и вертикальный);
4. Нанести проектную линию, соблюдая следующие условия:
 - а) максимальный уклон проектной линии – 5 % (50 тысячных),
 - б) высота проектной линии на пикете 0 равна фактической высоте,
 - в) высота настила моста через реку Проню должна быть на 2–3 м выше горизонта высоких вод,
 - г) мост и подходы к нему следует запроектировать горизонтальной площадкой,
 - д) объем земляных работ должен быть минимальным и сбалансированным;
5. Вычислить проектные и рабочие высоты;
6. Определить расстояние до точек нулевых работ и их высоты;
7. Оформить профиль тушью;
8. Подготовить данные для детальной разбивки круговой кривой № 2.

1. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КРУГОВОЙ КРИВОЙ

При разбивке пикетажа в каждый угол поворота трассы производят вставку круговой кривой. Чтобы отыскать на местности начало кривой НК, середину СК и конец КК (рис. 1), по измеренному углу поворота φ и назначенному радиусу кривой R при помощи специальных таблиц [3] или на микрокалькуляторе по формулам (1–4) определяют ее элементы: тангенс T , кривую K , биссектрису B и домер D .

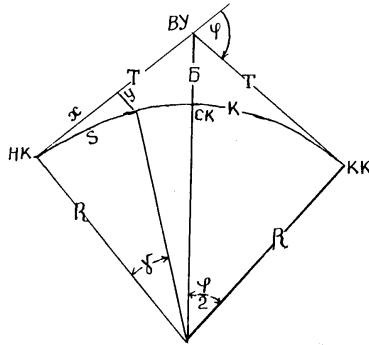


Рис. 1. Элементы кривой

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}; \quad (1)$$

$$K = R \frac{\pi \varphi}{180^\circ}; \quad (2)$$

$$B = R \left(\sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right); \quad (3)$$

$$Д = 2T - K. \quad (4)$$

Затем подсчитывают пикетажное наименование главных точек кривой:

$$HK = BU - T. \quad KK = HK + K.$$

Здесь BU – пикетажное обозначение вершины угла.

Контроль:

$$KK = BU + TT - Д.$$

При разбивке пикетажа пикеты, оказавшиеся на тангенсах (точка P' на рис. 1), выносятся на кривую (точка P) методом прямоугольных координат. Координаты (X – расстояние от начала или конца кривой по направлению к вершине угла и Y – перпендикуляр, восстановленный с линии тангенса из полученной точки в сторону кривой) выбираются из таблиц [3] или вычисляются по следующим формулам:

$$X = R \sin \gamma \quad (5)$$

$$Y = 2R \sin^2 \frac{\gamma}{2}. \quad (6)$$

Величина угла γ , в свою очередь, определяется по формуле

$$\gamma = 180^\circ \frac{S}{\pi R} = \frac{S}{K} \varphi, \quad (7)$$

где S – расстояние от начала или конца кривой до пикета.

Все указанные расчеты следует произвести в пикетажной книжке аналогично тому, как это сделано в прил. 1.

2. ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Обработку журнала выполнить в указанной ниже последовательности по образцу прил. 3.

1. Вычислить разности высот нулей красной и черной сторон реек. Они не должны отличаться от эталонных более чем на 5 мм (эталонные разности для обеих реек равны 4784 мм).

2. Вычислить превышения связующих точек по черной и красной сторонам реек и сравнить их между собой (расхождение не должно превышать 5 мм).

3. Вычислить средние превышения (без округления).

4. Выполнить постраничный контроль, для чего найти на каждой странице сумму всех задних отсчетов $\sum Z$, сумму передних отсчетов $\sum П$, сумму превышений $\sum h$ и сумму средних превышений $\sum h_{\text{ср}}$. При правильных вычислениях должно быть выполнено следующее тождество:

$$\sum Z - \sum П = \sum h = 2 \sum h_{\text{ср}}.$$

5. Выполнить постраничный контроль по ходу.

6. Определить невязку в превышениях хода по формуле

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_k - H_n), \quad (8)$$

где $\sum h_{\text{ср}}$ – сумма средних превышений;

H_n – высота начального репера 1;

H_k – высота конечного репера 2.

7. Вычислить предельную невязку по формуле

$$f_{h \text{ доп}} = 50 \sqrt{L}, \text{ км}. \quad (9)$$

8. Уравнять превышения между связующими точками, распределив поровну на все превышения. При этом исправленные превышения необходимо получить в целых миллиметрах.

Контроль:

$$\sum V = f_h; \quad \sum h_{\text{исп.}} = \sum h_{\text{теор.}} = H_{\text{к}} - H_{\text{н}}.$$

9. По заданной высоте репера 1 вычислить высоты связующих точек. В результате вычислений должны получить точно высоту репера 2.

10. Вычислить горизонт прибора ГП для тех станций, с которых нивелировались промежуточные точки, по формуле

$$\text{ГП} = H + a, \quad (10)$$

где H – высота связующей точки;

a – отсчет по рейке на эту точку черной стороне рейки.

Для контроля горизонт прибора вычисляется дважды с использованием задней и передней связующих точек. За окончательное значение принимается среднее.

Например, на станции 2 получим:

$$\text{ГП}_1 = 87,550 + 1,924 = 89,474 \text{ м,}$$

$$\text{ГП}_2 = 87,738 + 1,738 = 89,476 \text{ м,}$$

$$\text{ГП}_{\text{ср}} = 89,475 \text{ м.}$$

11. Вычислить высоты промежуточных точек по правилу: высота точки равна горизонту прибора минус отсчет по рейке на промежуточной точке.

3. ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО И ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЕЙ ТРАССЫ

Построение профиля рекомендуется выполнять в приведенной ниже последовательности.

1. Построить профильную сетку. Расстояние между линиями сетки в сантиметрах показано на рис. 2 цифрами в кружочках. Рядом указан цвет линий.

2. В заданном горизонтальном масштабе отложить все пикеты и плюсовые точки и заполнить графу расстояний. В ней записываются расстояния между соседними точками. Если между пикетами нет плюсовых точек, то расстояние 100 м не пишется.

3. Из журнала нивелирования выписать в графу фактических высот высоты всех пикетов и плюсовых точек с округлением до сантиметров.

4. Выбрать условный горизонт, кратный двум метрам с таким расчетом, чтобы между ним и самой низкой точкой профиля осталось 5–10 см.

5. В заданном вертикальном масштабе отложить от линии условного горизонта высоты точек и намеченные на ординатах точки соединить ломаной линией. Для построения дна реки отложить ее глубину в нужном месте от горизонта меженных вод (ГМВ).

6. По данным пикетажной книжки заполнить графу «План прямых и кривых».

Точки начала и конца кривых наносятся по пикетажному значению. Около них записываются расстояния от ближайших пикетов. При повороте трассы вправо кривая условно показывается дугой вверх, при повороте влево – вниз. Длины прямых вставок определяются как разность пикетажных значений начала последующей кривой и конца предшествующей.

Контроль: суммы длин прямых и кривых должны равняться длине всей трассы. Румбы прямых вычисляются по румбу исходной линии и углам поворота. В этой же графе записываются элементы кривых.

7. Построить поперечный профиль, расположив его выше продольного профиля соответствующим пикетом.

8. Построить план трассы, руководствуясь пикетажной книжкой и таблицами условных знаков [2].

9. Оформить чертежи тушью.

4. НАНЕСЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ

В соответствии с принятыми условиями проектирования при нанесении проектной линии можно придерживаться следующего порядка:

1. Записать в строку проектных отметок напротив пикета 0 проектную высоту, равную фактической.

2. Наметить предварительно в карандаше проектную линию, соблюдая заданные условия (рекомендуется пользоваться прозрачной линейкой).

3. Установить уклон первого участка проектной линии по формуле

$$i = \frac{H_k - H_n}{S}, \quad (11)$$

где H_k – высота конечной точки проектной линии, определяемая графически;

H_n – высота начальной точки, записанная в строке проектных высот;
 S – расстояние между крайними точками проектной линии.

Если при этом уклон проектной линии выразится не в целых тысячных, его следует округлить до ближайшего целого и заново вычислить высоту конца проектной линии по формуле

$$H_k = H_n + i \cdot S, \quad (12)$$

где i – уклон округленный до целых тысячных.

Приняв высоту этой точки за исходную, можно аналогичным образом установить уклоны следующих участков.

4. По вычисленным высотам точек, в которых проектная линия меняет уклон, нанести окончательное положение проектной линии и заполнить строку уклонов (в числителе – уклон в тысячных, в знаменателе – длина линии).

5. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ И РАБОЧИХ ВЫСОТ

Вычисление проектных высот производится по формуле

$$H_n = H_{n-1} + i \cdot S, \quad (13)$$

которая читается так: проектная высота точки равна проектной высоте предыдущей точки плюс произведение уклона проектной линии на расстояние между этими точками.

Например, проектная высота на пикете $0 + 60$ (см. рис. 2) $86,7 = 87,55 - 0,014 \cdot 60$; на ПК1 $85,15 = 86,71 - 0,014 \cdot 40$ и т. д. Знак минус перед уклоном обозначает понижение. Если вычисления правильны, то в конце проектной линии должны получить то же значение проектной высоты, которое было записано раньше (83, 35).

При нулевом уклоне проектной линии высота записывается только в начале и в конце ее.

Рабочие высоты определяются как разность проектной и фактической высот и выражают высоту насыпи или глубину выемки. Выписываются они на профиль, красной тушью снизу проектной линии при выемке и сверху при насыпи.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ ДО ТОЧЕК НУЛЕВЫХ РАБОТ И ИХ ВЫСОТ

Расстояние до точки нулевых работ от ближайшего пикета вычисляется по формуле

$$x = \frac{r_1}{r_1 + r_2} \cdot S, \quad (14)$$

где r_1 – рабочая высота на пикете, от которого определяется расстояние до точки нулевых работ;

r_2 – рабочая высота на пикете, расположенном по другую сторону от точки нулевых работ;

S – расстояние между точками с рабочими высотами r_1 и r_2 .

Контрольные вычисления производятся по формуле

$$S - x = \frac{r_2}{r_1 + r_2} \cdot S. \quad (15)$$

Для точки нулевых работ между пикетами 1 и 2 (рис. 2) имеем:

$$r_1 = 1,59; \quad r_2 = 1,14; \quad S = 100;$$

$$x = \frac{1,59}{1,59 + 1,14} \cdot 100 = 58,2; \quad S - x = \frac{1,14}{1,59 + 1,14} \cdot 100 = 41,8;$$

Высоты точек нулевых работ (синие) вычисляются по формуле

$$H_c = H_n + i \cdot S. \quad (16)$$

где H_n – проектная высота точки, от которой определено расстояние x до точки нулевых работ;

i – уклон проектной линии.

Для указанной выше точки нулевых работ высота получена следующим образом:

$$85,15 - 0,014 \cdot 58,2 = 85,34; \quad 84,75 + 0,014 \cdot 41,8 = 85,34 \text{ (контроль).}$$

7. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ТУШЬЮ

Оформление профиля в туши целесообразно начать до нанесения проектной линии.

Кроме отмеченных на рис. 2 линий красным цветом показываются рабочие высоты, уклон и длина проектной линии, проектные высоты и все записи в строке «Прямые и кривые». Синим цветом обозначаются точки нулевых работ, их высоты, расстояния от точки нулевых работ до ближайших пикетов, вертикальные отрезки от точек нулевых работ до основания профиля, горизонты высоких и межевых вод и их высоты.

Площади сечений насыпей закрашиваются красным (светлым тоном), выемок – желтым и реки – синим цветом акварельными красками. Все остальное показывается черным цветом.

В правом нижнем углу чертежа размещается штамп, пример оформления которого приведен ниже.

БГСХА	Кафедра геодезии и фотограмметрии	2014
Расчетно-графическая работа		Геометрическое нивелирование трассы
Масштабы		Горизонтальный 1:2000 Вертикальный 1:200 Поперечный профиль 1:1000
Составил		Студент 1 курса 1 группы Специальность землеустройство Петров П.П.
Проверил		

8. ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА КРУГОВОЙ КРИВОЙ

При строительстве дороги производят детальную разбивку кривых. Для этого на круговых кривых кроме точек, обозначающих начало, середину и конец их, закрепляют еще ряд точек на равном расстоянии друг от друга. Густота точек зависит от радиуса кривой и выбирается с расчетом, чтобы дуги практически можно было принять за прямые.

В настоящем задании необходимо подготовить данные для детальной разбивки круговой кривой № 2 способом прямоугольных координат с закреплением точек через 10 м.

Положение точек на кривой будет определяться прямоугольными координатами X и Y , которые вычисляются так же, как и при выносе пикетов на кривую по формулам (7), (5) и (6). Первая закрепляемая точка будет располагаться на расстоянии 10 м от начала кривой, вторая – на расстоянии 20 м, последняя – не далее 10 м от середины кривой, которая уже была закреплена. В нашем случае ($\varphi = 32^\circ 12'$, $R = 100$ м, $K = 112,40$ м) для $S = 10$ м по формуле (7) получим $\gamma = 2,865^\circ$, для $S = 20$ м величину γ следует удвоить, для $S = 30$ м – утроить и т. д.

Результаты расчетов следует представить в таблице, образец которой дан в прил. 4, и проконтролировать с помощью таблиц [3]. По этим же данным производится детальная разбивка кривой от ее конца к середине.

Для лучшего выяснения способа по вычисленным координатам точек необходимо построить кривую на листе чертежной бумаги в масштабе 1:1000. Построить угол $180^\circ - \varphi$; отложить от вершины угла значения тангенсов T , обозначив начало и конец кривой; от точек НК и КК (рис.1) отложить в направлении ВУ значения абсцисс точек 1, 2,...; восстановить перпендикуляры и отложить ординаты; соединить полученные точки линией, которая и обозначает положение кривой. При правильных расчетах и построении должны получить дугу окружности с радиусом R .

Материалы, подлежащие сдаче, перечислены ниже.

1. Краткий отчет, включающий условия задания, рабочие формулы и расчёты по ним.
2. Пикетажная книжка с результатами расчета круговых кривых.
3. Обработанный журнал технического нивелирования.
4. Оформленный в туши профиль трассы.
5. Ведомость координат и чертеж детальной разбивки кривой № 2.

9. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие работы выполняются при разбивке трассы?
2. Для чего необходимо знать биссектрису и домер?
3. Как выносятся пикеты на кривую?
4. Какие точки называются связующими и какие промежуточными?
5. Какие точки называются иксовыми и каково их значение?
6. Что называется горизонтом прибора и как его вычисляют?
7. Каков контроль нивелирования на станции?
8. Как выполняется постраничный контроль?
9. Объяснить значение терминов «фактическая высота», «проектная высота», «рабочая высота», «синяя высота».
10. В каких единицах обычно выражают уклон проектной линии?
11. Какие способы детальной разбивки кривой вы знаете?
12. Какие точки кривой называются главными?
13. Какие типы нивелиров и реек применяются при техническом нивелировании?
14. В каких случаях и для чего производится качание реек?
15. Какие преимущества нивелирования «из середины» перед нивелированием «вперед»?

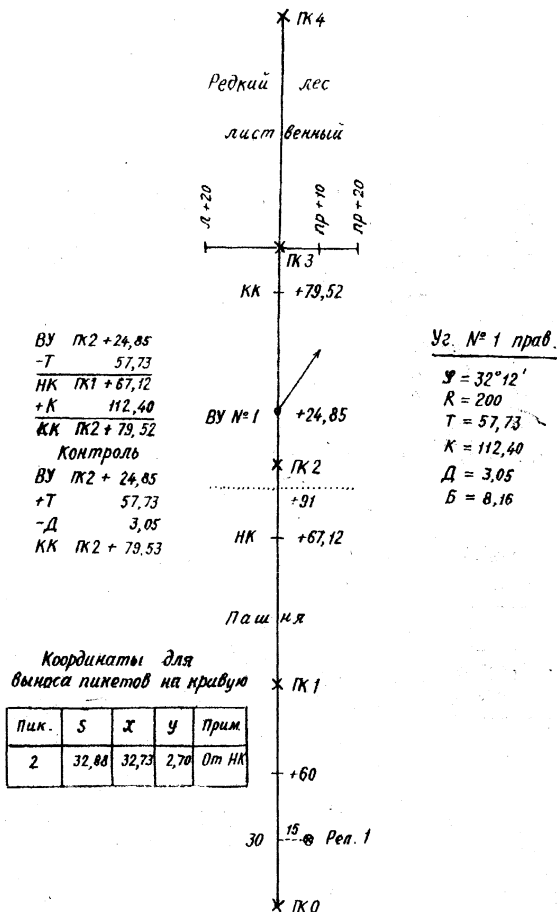
ЛИТЕРАТУРА

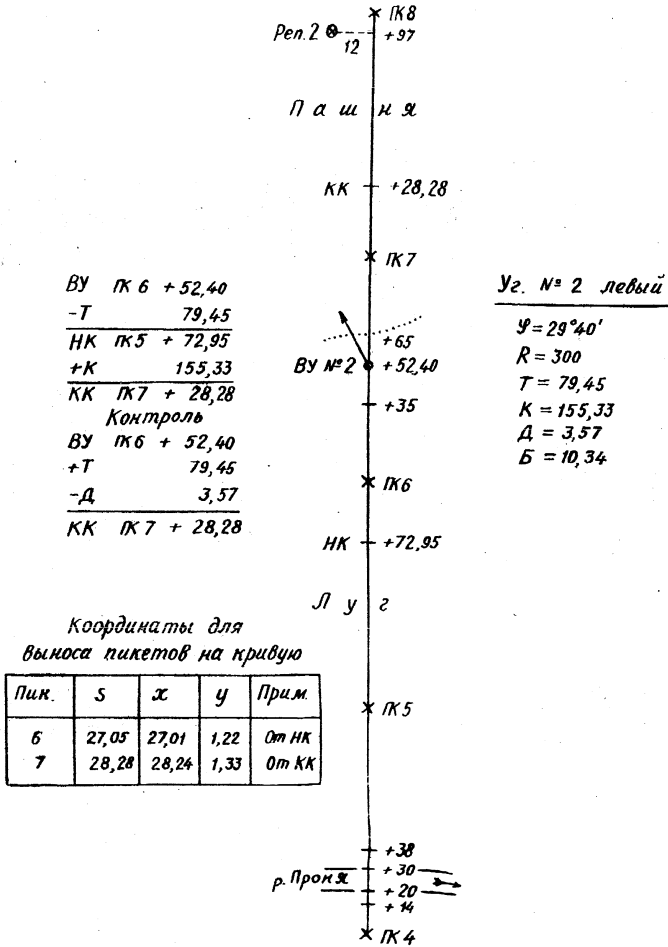
1. Маслов, А. В. Геодезия / А. В. Маслов, А. В. Гордеев, Ю. Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
2. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. – М.: Недра, 1989. – 296 с.
3. Г а н ь ш и н, В. Н. Таблицы для разбивки круговых кривых и переходных кривых. В. Г. Ганьшин, Л. С. Хренов. – М.: Недра, 1985. – 430 с.
4. П о м е л о в, С. И. Геометрическое нивелирование трассы: метод. указания по выполнению расчетно-графической работы / С. И. Помелов, З. И. Юзефович, О. В. Кравченко. – Горки: БГСХА, 2008. – 24 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Пикетажный журнал





Прямоугольные координаты детальной разбивки круговой кривой № 1

$$\varphi = 32^{\circ}12' \quad R = 200 \text{ м} \quad K = 112,40$$

№ точки	Расстояние от НК или КК $S, \text{ м}$	Угол γ	Координаты, м	
			X	Y
1	10	2,865°	10,00	0,25
2	20	5,730°	19,97	1,00
3	30	8,594°	29,89	2,25
4	40	11,459°	39,73	3,99
5	50	14,324°	49,48	6,22

Журнал технического нивелирования трассы дороги

Дата _____

Наблюдатель _____

№ станции	№ Пикета	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, м	Средние превышения, мм	Поправки, мм	Исправленные превышения, мм	Горизонт прибора, м	Высоты, м	Примечание
		задние	передние	промежуточные							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Реп.1	1622	1206		+416					87,132	
1	пк0	6406	5988		+418	+417	+1	+418		87,550	
		4784	4782								
	пк0	1924	1738		+186				89,474	87,550	
2	пк1	6708	6521		+187	+186,5	+1,5	+188	89,476	87,738	
	пк0+60	4784	4783	0842					ср.89,475	88,633	
	пк1	0657	2836		-2179					87,738	
3	х1	4542	7618		-2176	-2177,5	+1,5	-2176			
		4785	4782								
	х1	0525	2473		-1948						
5	пк2	5308	7258		-1950	-1949	+1	-1948		83,614	
		4783	4785								
	пк2	1214	1673		-459					83,614	
5	пк3	5996	6459		-463	-461	+1	-460		83,154	
		4782	4786								
	пк3	0837	2003		-1166				83,991	83,154	
	пк4	5621	6789		-1168	-1167	+2	-1165	83,992	81,989	
6	пк3,п+10	4784	4686	2510					ср.83,992	81,482	
	пк3,п+20			1311						82,681	
	пк3,п+20			0352						83,640	
Постраничный контроль		42260	52562		-10302	-5151	+8	-5143			

Дата _____

Наблюдатель _____

Окончание прил.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	пк4	0971	0412		+559				82,960	81,989	
	пк5	5755	5198		+557	+558	+1	+559	82,960	82,548	
7	пк4+14	4784	4786	1615					ср.82,960	81,345	ГВВ
	+20			2941						80,019	ГМВ
	+30			2942						80,018	Гл.реки на
	+38			1246						81,714	к4+26 0,85
	пк5	1832	1165		+667					82,548	
8	пк6	6614	5947		+667	+667	+1	+668		83,216	
		4782	4782								
	пк6	2416	0342		+2074				85,632	83,216	
9	х2	7203	5125		+2078	+2076	+1	+2077	85,635	85,293	
	пк6+35	4787	4783	2003					ср.85,634	83,631	
	х2	2814	0437		+2377						
10	пк7	7598	5219		+2379	+2378	+2	+2380		87,673	
		4784	4782								
	пк7	2470	0080		+2390					87,673	
11	пк8	7253	4865		+2388	+2389	+1	+2390		90,063	
		4783	4785							90,063	
	пк8	1230	2186		-956					90,063	
	Реп.2	6014	6972		-958	+957	+1	-956		89,107	
Постраничный контроль		52170	37948		+14222	+7111	+7	+7118	$\sum h_{теор.} = +1975 \text{ мм}$ $f_h = +1960 - 1975 = -15 \text{ мм}$ $f = 50 \cdot \sqrt{L} = 50 \cdot \sqrt{0,8} = 45 \text{ мм}$ доп		