

. Практическое задание №2. Обработка материалов измерений по трассе

2.1. Обработка журнала нивелирования трассы

Исходные данные для ее выполнения принимаются по табл. 3 в зависимости от первой буквы фамилии и последней цифры шифра зачетной книжки студента. Выполнение контрольной работы включает: обработку материалов нивелирования трассы; расчет пикетажного положения главных точек кривой; построение профилей (продольного и поперечного); проектирование по профилю.

Журнал технического нивелирования приведен в прил. 2, пример его заполнения - в табл.4. Нивелирование выполнялось способом геометрического нивелирования с применением двухсторонних трехметровых реек. Трасса в начале привязана к реперу Рп8, в конце - к реперу Рп9 (геодезические пункты с известными высотными отметками).

Обработка журнала нивелирования производится в следующем порядке.

1. На каждой станции вычисляются превышения между связующими точками по черной и красной сторонам реек:

$$h_q = Z_q - П_q; \quad (11)$$

$$h_k = Z_k - П_k, \quad (12)$$

где h_q и h_k – превышения, полученные по черной и красной сторонам реек соответственно; $Z_q, Z_k, П_q, П_k$ – соответственно задние и передние отсчеты по черным и красным сторонам реек.

2. Если расхождения между h_q и h_k не более 5 мм, что допускается при техническом нивелировании, из полученных величин h_q и h_k выводятся средние превышения h_{cp} :

$$h_{cp} = \frac{h_q + h_k}{2}. \quad (13)$$

Если в результате вычислений h_{cp} получится число, оканчивающееся на 0,5 мм, то его нужно округлить до целых миллиметров в сторону ближайшего четного числа. Например:

$$h_q = -702 \text{ мм}, \quad h_k = -703 \text{ мм}.$$

$$h_{cp} = \frac{-702 - 703}{2} = -702,5 \text{ мм}.$$

Среднее превышение округляется до -702 мм.

Исходные данные

Исходные данные	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Первые буквы фамилии А-Е									
Отметки реперов Рп 8	48,945	51,22	54,748	58,116	62,352	67,031	69,467	73,804	75,679	76,583
Рп 9	48,494	50,745	54,333	57,713	61,889	66,604	68,992	73,389	75,216	76,156
Угол поворота θ влево	9°11'	9°37'	9°53'	10°26'	10°42'	10°57'	11°03'	1°18'	1°34'	12°25'
Дирекционный угол α	17°40'	23°10'	34°55'	46°15'	52°30'	60°48'	71°25'	98°42'	103°12'	114°08'
	Первые буквы фамилии Ж-Л									
Отметки реперов Рп 8	79,148	83,783	84,605	88,236	90,461	92,927	97,514	101,852	105,360	115,079
Рп 9	78,697	83,308	84,202	87,785	90,028	92,524	97,111	101,425	104,897	114,664
Угол поворота θ влево	12°33'	12°51'	13°24'	13°30'	13°56'	14°12'	14°27'	14°45'	15°08'	15°19'
Дирекционный угол α	119°45'	123°17'	137°56'	144°35'	150°20'	158°06'	161°23'	162°58'	175°42'	196°12'
	Первые буквы фамилии М-Т									
Отметки реперов Рп 8	43,751	46,125	47,506	52,938	55,467	59,674	61,083	64,218	68,340	70,892
Рп 9	43,336	45,674	47,091	52,463	55,004	59,247	60,608	63,767	67,913	70,477
Угол поворота θ влево	9°24'	10°31'	11°58'	12°09'	13°13'	14°36'	15°20'	15°42'	16°05'	16°17'
Дирекционный угол α	200°23'	204°45'	209°14'	213°36'	216°59'	218°32'	225°28'	231°41'	236°07'	242°10'
	Первые буквы фамилии У-Я									
Отметки реперов Рп 8	72,681	77,452	81,094	82,169	85,718	89,270	93,825	96,347	98,503	107,936
Рп 9	72,278	76,977	80,643	81,742	85,303	88,807	93,422	95,872	98,052	107,533
Угол поворота θ влево	16°43'	17°18'	17°32'	17°55'	18°04'	18°29'	18°41'	19°16'	19°47'	19°50'
Дирекционный угол α	247°01'	253°52'	259°16'	286°24'	298°03'	301°49'	314°38'	315°05'	320°17'	332°50'

3. Не переходя на следующую страницу, необходимо выполнить проверку вычислений – постраничный контроль. Для этого в табл.4 необходимо найти:

ΣZ – сумму задних отсчетов (графа 3).

$\Sigma П$ – сумму передних отсчетов (графа 5).

$\Sigma h_{выч}$ – алгебраическую сумму вычисленных превышений (графа 6).

$\Sigma h_{ср}$ – алгебраическую сумму средних превышений (графа 7).

Если выполняется равенство

$$\frac{\Sigma Z - \Sigma П}{2} = \frac{\Sigma h_{выч}}{2} = \Sigma h_{ср}, \quad (14)$$

то вычисления по данной странице считаются выполненными правильно. Разница между значениями на 1–2 мм возможна из-за округлений дробных значений $h_{ср}$ до миллиметров. Пример вычислений приведен в табл. 4.

Аналогичные вычисления по каждой странице суммируются, и общие результаты записываются в конце журнала в соответствующих графах.

4. Для уравнивания нивелирного хода, проложенного между Рп8 и Рп9, необходимо определить невязку хода по формуле

$$f_h = \Sigma h_{ср} - (H_{Рп9} - H_{Рп8}), \quad (15)$$

где $\Sigma h_{ср}$ – алгебраическая сумма средних превышений всего нивелирного хода; $H_{Рп8}$ и $H_{Рп9}$ – отметки реперов.

Полученную невязку сравнивают с допустимой, которая при техническом нивелировании определяется по формуле

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

где L – количество километров в ходе.

Если $f_h < f_{h\text{доп}}$, то полученная невязка f_h считается допустимой и распределяется пропорционально количеству станций, т. е. поровну на все станции.

Поправка, вводимая в средние превышения, рассчитывается по формуле

$$v_h = \frac{-f_h}{n}, \quad (16)$$

где n – количество станций нивелирного хода.

Поправка подписывается над средним превышением в графе 7. Превышение исправленное рассчитывается

$$h_{испр} = h_{ср} + v_h. \quad (17)$$

Пример заполнения журнала технического нивелирования

Пример заполнения журнала технического нивелирования

Номер станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейке, мм				Превышения, мм			Горизонт инструмента ГИ, м	Отметки, м	Примечания
		задние	промежуточные	передние	вычисленные	средние	исправленные				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Рп 8	0866							93,417		
1	л. 44,50	5653									
	ПК0			1358	-492	-493	-492		92,925		
				6147	-494						
2	ПК0	0649							92,925		
		5436									
2	ПК1			1351	-702	-702	-701		92,224		
				6139	-703						
	ПК1	0729						92,953	92,224		
3		5516									
	+60		1164						91,789		
3	ПК2			2186	-1457	-1456	-1455		90,769		
				6971	-1455						
	ПК2	0315							90,769		
4		5102									
	ПК3			2724	-2409	-2409	-2408				
				7511	-2409				88,361		
Постраничный контроль		24266	34387		-5060		$H_{ПК3} - H_{Pn8} = -5.056$				
			-10121		-10121						
			-5060,5		-5060,5						

5. Отметки связующих точек вычисляются по формуле

$$H_{i+1} = H_i + h_{испр i},$$

где H_{i+1} – отметка последующей точки; H_i – отметка предыдущей точки; $h_{испр i}$ – превышение исправленное; $i = 1, 2, \dots, n$.

Вычисленные отметки связующих точек на каждой странице необходимо проконтролировать. При этом разность между отметками последней и первой связующих точек каждой страницы журнала должна равняться сумме средних превышений с учетом суммы поправок на данной странице. Пример вычислений приведен в табл.4:

$$\Sigma h_{cp} = -5060 \text{ мм}$$

$$\Sigma v_i = 4 \text{ мм}$$

$$H_{ПК3} - H_{Пн8} = -5,056 \text{ м.}$$

$$-5,060 + 0,004 = -5,056.$$

6. Чтобы определить отметки промежуточных точек на всех станциях, где есть такие точки, вычисляется горизонт инструмента (ГИ):

$$\text{ГИ} = H_i + Z_{qi}. \quad (18)$$

Отметка промежуточной точки находится как разность ГИ на данной станции и промежуточного отсчета на соответствующую точку.

Пример. $H_{ПК1} = 92,224 \text{ м}$, $Z_q = 729 \text{ мм}$.

$$\text{ГИ} = 92,224 + 0,729 = 92,953 \text{ м.}$$

$$H_{ПК1+60} = 92,953 - 1,164 = 91,789 \text{ м.}$$

Отметки точек поперечника Л10, Л25, П12, П20 рассчитываются как отметки промежуточных точек через ГИ.

2.2. Обработка пикетажного журнала

Общая длина участка трассы железной дороги составляет 1 км. Пикетажный журнал трассы от ПК0 до ПК10 показан на рис. 11.

По заданному углу поворота трассы θ , радиусу круговой кривой $R = 800 \text{ м}$ и длине переходной кривой $l = 60 \text{ м}$ вычисляют значения элементов железнодорожной кривой, а затем рассчитывают пикетажное положение главных точек кривой НК, СК и КК. Полученные величины заносят в таблицы прил. 3.

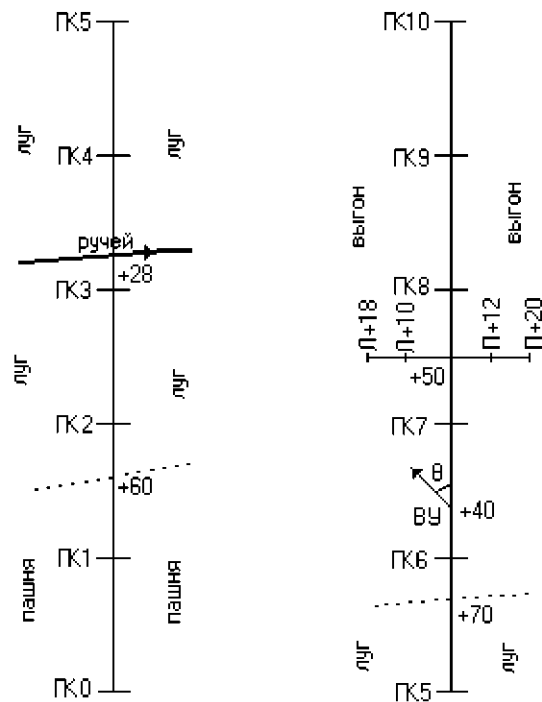


Рис. 11. Пикетажный журнал трассы

Элементы кривой рассчитывают по формулам:

$$T_c = T + T_p + m; \quad (19)$$

$$K_c = K + l; \quad (20)$$

$$D_c = D + D_p; \quad (21)$$

$$B_c = B + B_p, \quad (22)$$

где T_c – тангенс (расстояние от вершины угла поворота трассы до начала или конца переходной кривой); K_c – суммарная длина круговой и переходной кривых; D_c – суммарный домер для круговой и переходной кривых; B_c – суммарная биссектриса для круговой и переходной кривых.

Значения $T, T_p, m, K, D, D_p, B, B_p$ определяют по таблицам разбивки кривых на железных дорогах [3].

При отсутствии таблиц элементы кривых рассчитывают по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}; \quad (23)$$

$$K = \frac{\pi R \cdot \theta}{180^\circ}; \quad (24)$$

$$B = R \cdot \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right); \quad (25)$$

$$D = 2T - K; \quad (26)$$

$$m \approx \frac{l}{2} \cdot \left(1 - \frac{l^2}{120R^2} \right); \quad (27)$$

$$p \approx \frac{l^2}{24R} \cdot \left(1 - \frac{l^2}{112R^2} \right); \quad (28)$$

$$T_p = p \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}; \quad (29)$$

$$B_p = p \cdot \operatorname{sec} \frac{\theta}{2}; \quad (30)$$

$$D_p = 2T_p - 2 \cdot \left(\frac{l}{2} - m \right), \quad (31)$$

где θ – угол поворота трассы; R – радиус круговой кривой; l – длина переходной кривой; T – тангенс круговой кривой (расстояние от вершины угла поворота трассы до начала или конца круговой кривой); K – длина круговой кривой; B – биссектриса круговой кривой; l – домер круговой кривой; m – приращение тангенса при устройстве переходной кривой; p – величина сдвижки круговой кривой при устройстве переходной кривой; T_p , B_p , D_p – приращения соответственно тангенсов, биссектрисы и домера круговой кривой, вызванные сдвижкой p .

Схема к расчету элементов кривой показана на рис.12.

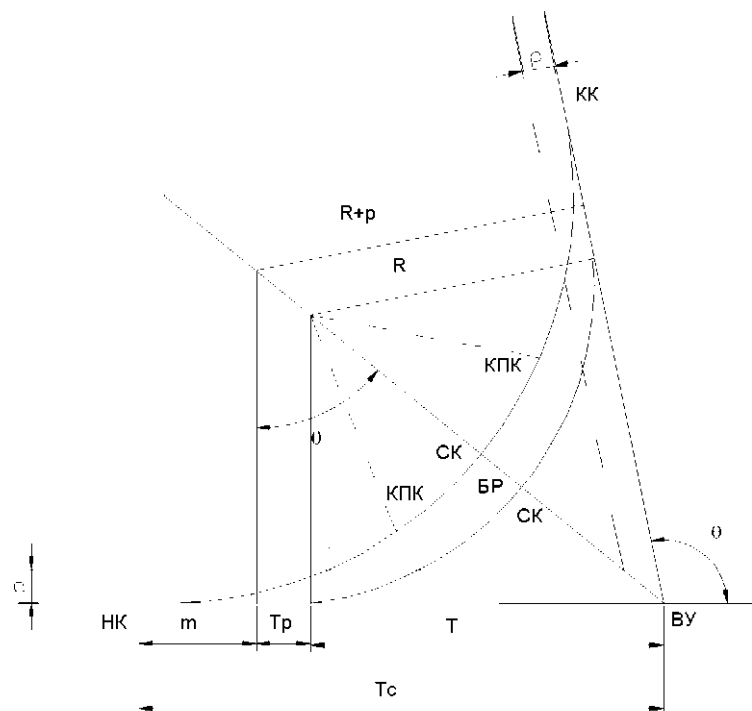


Рис. 12. Схема к расчету элементов кривой

Контролем правильности произведенных вычислений элементов кривой является следующее.

1. Разность между удвоенной суммой тангенса кривой и длиной кривой должна быть равна домеру, т. е.

$$2T_c - K_c = D_c. \quad (32)$$

2. Пикетажное значение главных точек кривой вычисляют по формулам:

$$ПК ВУ - T_c = ПК НК; \quad (33)$$

$$ПК НК + K_c = ПК КК; \quad (34)$$

$$ПК НК + \frac{1}{2} K_c = ПК СК. \quad (35)$$

Контроль:

$$ПК ВУ + T_c - D_c = ПК КК. \quad (36)$$

Пример вычисления элементов кривой и пикетажного положения главных точек кривой приведен ниже.

Исходные данные $R = 800$ м; $l = 60$ м;

Угол поворота трассы $\theta = 8^\circ 54'$.

Ведомость расчета кривой

Элементы кривой	
круговой	переходной
$T = 62.26$	$T_p = 0.01$
$K = 124.20$	$m = 30.00$
$D = 0.32$	$B_p = 0.19$
$B = 2.41$	

Суммарные элементы: T_c , K_c , D_c , B_c

T	62.26	K	124.20	D	0.32	B	2.41
$+T_p$	0.01	$+l$	60.00	$+D_p$	0.02	$+B_p$	0.19
$+m$	30.00	K_c	184.20	D_c	0.34	B_c	2.60
$+T_c$	92.27						

Контроль: $2T_c - K_c = D_c$

$$92,27 \cdot 2 - 184,20 = 0,34.$$

Пикетажное положение главных точек кривой

ВУ	ПК1+70,00
- T_c	0+92.27
НК	ПК0+77,73
+ K_c	1+84,20
КК	ПК2+61,93

Контроль:

ВУ	ПК1+70,00
+Тс	0+92,27
	ПК2+62,27
-Дс	0+0,34
КК	ПК2+61,93

НК	ПК0+77,73
+1/2 Кс	0+92,10
Ск	ПК1+69,83

2.3. Построение продольного профиля трассы

Продольный профиль трассы строится по данным журнала нивелирования и пикетажного журнала на миллиметровой бумаге размером 297х630 мм в масштабе 1:10 000 для горизонтальных расстояний и 1:200 - для вертикальных.

Построение профиля начинается с разметки сетки и вычерчивания колонки с указанием граф. На образце (рис.13) приведена сетка и размеры граф по высоте.

Затем заполняется графа **Расстояния**. Здесь строится шкала расстояний, где показывается вертикальными линиями положение целых пикетов и плюсовых точек. Ниже подписываются номера пикетов. Расстояния от пикетов до плюсовых точек выписываются вертикально.

В графу **Отметки поверхности земли** заносятся отметки точек из журнала нивелирования с округлением до сотых долей метра. Для построения профиля поверхности земли на всех пикетах и плюсовых точках через графу **Ординаты** и выше графы **Грунты** карандашом тонко проводят вертикальные линии.

На этих линиях в масштабе высот 1:200 (в 1 см - 2 м) откладывают отметки точек поверхности земли от графы **Грунты** как от условного горизонта. При выборе условного горизонта необходимо стремиться к тому, чтобы величины ординат находились в пределах от 4 до 12 см.

В настоящем примере за отметку условного горизонта целесообразно принять 40 м (рис. 13). Тогда первая ордината составит $51,50 - 40 = 11,50$ м, в масштабе - $11,50/2 = 5,75$ см.

Последовательно вычисляя величины ординат, точки поверхности земли наносят на профиль и соединяют их отрезками прямых.

Возле ординат вертикально подписывают ручей, номера, расположение и отметки реперов.

Продольный профиль трассы

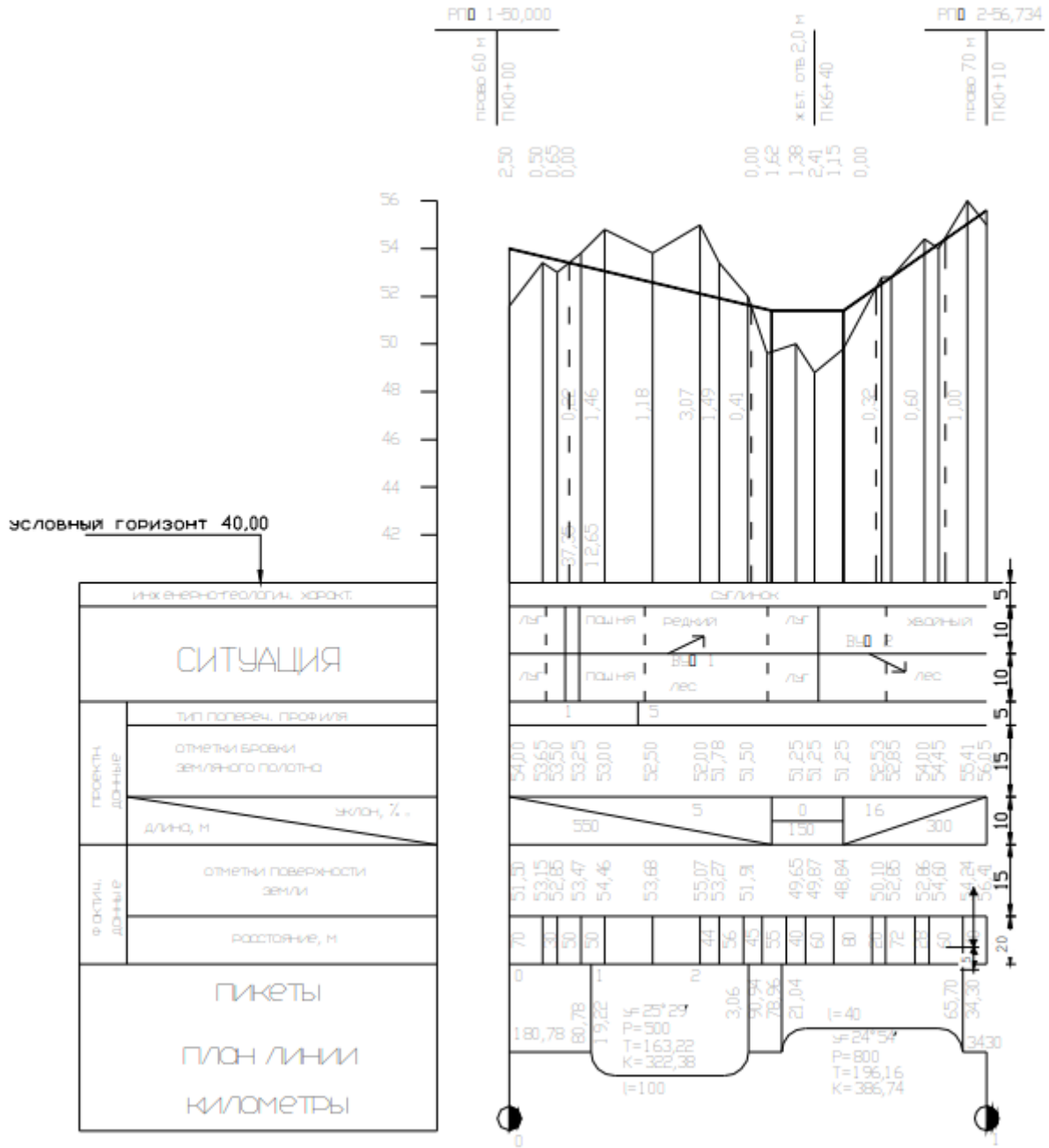


Рис. 13. Образец оформления продольного профиля

Пользуясь пикетажным журналом, заполняют графу **Ситуация**. Посередине графы проводят ось дороги (трассу), условно развернутую в прямую линию. Затем в эту графу переносят подробности из пикетажного журнала.

В графе **Грунты** приводятся данные по инженерной геологии. В задании условно принять суглинок.