

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра строительных технологий, геотехники и экономики
строительства

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
строительных технологий, геотехники
и экономики строительства
«30» августа_ 2017 г.,
протокол №1
Заведующий кафедрой
Н.С.Соколов_
«30» августа 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

«ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ»

Направление подготовки 08.03.01 – «Строительство»

Квалификация (степень) выпускника – «Бакалавр»

Направленность (профиль) Автомобильные дороги

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.03.01 – «Строительство».

СОСТАВИТЕЛИ:

Старший преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства _____ Г.М.Смирнова

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол №1.

Декан факультета _____ А.Н. Плотников

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Расчетно-графическая работа выполняется в соответствии с типовой программой курса инженерной геодезии для высших учебных заведений по строительным специальностям.

Работа выполняется студентами по индивидуальным заданиям (исходным данным), определяемым в соответствии с их шифром (вариантом)..

Для качественного выполнения расчетно-графической работы студенты должны заниматься по учебной литературе: учебник «Инженерная геодезия» [1] и учебное пособие «Практикум по инженерной геодезии» [2], а также посещать лекции и практические занятия.

Отчет по расчетно-графической работе оформляется в отдельной тетради. Записи следует вести аккуратно, числовые данные записывать чертежным шрифтом.

Выполненная работа сдается преподавателю на проверку. После проверки работы студент исправляет ошибки, указанные преподавателем, и повторно сдает работу для проверки. При отсутствии замечаний по результатам собеседования с преподавателем работа зачитывается.

2. ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научится выполнять обработку результатов технического нивелирования трассы , выполнять проектирование продольного и поперечного профилей местности и дороги.

3.СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЕ:

Для проектирования профиля дороги по намеченной трассе проложен ход технического нивелирования между исходными реперами 1 и 2 .

Нивелирование выполнялось нивелиром 2Н-10 Л с использованием двухсторонних реек РН-3 способом « из середины». При работе двухсторонними рейками разности отсчётов по разным сторонам рейки должны быть одинаковы; расхождения разностей не должны превышать 3мм. Нивелирование выполнялось двумя нивелирами. При этом первым нивелиром нивелируют все точки трассы, а вторым –лишь связующие точки . Расхождения между превышениями соседних связующих точек по данным двух нивелировщиков не должны превышать ± 10 мм.

Расстояние между пикетами -100м. На точке трассы ПК2+40 разбит поперечный профиль длиной по 20 метров влево и вправо от оси трассы.

Трасса имеет 2 угла поворота в точках ВУ1 ВУ2; направление трассы после поворота показано стрелками .

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ :

-отметки исходных реперов Рп 7и Рп 8;

- отсчёты по черной и красной сторонам передней рейки (станция 9) и задней рейки (станция 10);
- пикетажное обозначение конца трассы;
- Пикетажные обозначения углов поворота трассы ВУ1 и ВУ2, значения углов поворота трассы $\varphi_1 \text{ и } \varphi_2$, радиусы кривых $R_1 \text{ и } R_2$; (приложение 1)
- Пикетажный журнал

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ:

- 4.1 обработка пикетажного журнала;
- 4.2 обработка полевых журналов нивелирования трассы (1 нивелир и 2 нивелира), составление ведомости увязки превышений двойного нивелирного хода;
- 4.3 элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках;
- 4.4 расчёт данных для выноса пикетов на кривые;
- 4.5 расчёт длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков трассы и составление плана трассы;
- 4.6 построение продольного и поперечного профилей трассы.

4.1 обработка пикетажного журнала

Пикетажный журнал обрабатывается в следующем порядке:

-Пикетажный журнал (рис. 1) перечерчивается на миллиметровую бумагу.

-По радиусу R_1 и R_2 значениям углов поворота определяются элементы круговой кривой,

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

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

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

$$D = 2T - K, \quad (4)$$

где T - тангенс круговой кривой; K - кривая; B - биссектриса; D - домер; R - радиус круговой кривой; φ - значение угла поворота трассы.

В строительной практике обычно элементы кривой определяют по специальным таблицам («Таблицы для разбивки круговых кривых» [5]). Элементы второй кривой записывают в пикетажном журнале слева от трассы против вершины второго угла.

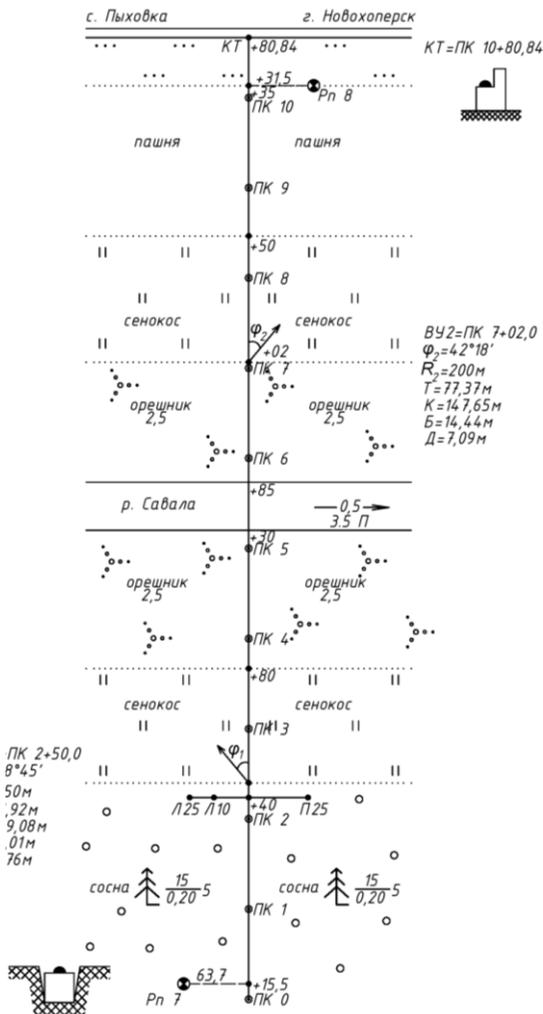


Рис. Пикетажный журнал

4.2 Обработка полевых журналов нивелирования трассы(1 нивелир и 2 нивелир) и составление ведомости увязки превышений двойного нивелирного хода.

Целью нивелирования является получение отметок пикетов и плюсовых точек трассы. Обработка полевых данных ведется в Журнале нивелирования» (таблица). Перед началом вычислений в полевой журнал выписывают недостающие данные в соответствии с номером варианта задания: отметки исходных реперов $Pn7$ и $Pn8$, отсчёты по рейкам на станции 9 и 10, и пикетажное обозначение конца трассы.

•• Обработка проводится в следующем порядке:

В журнал нивелирования заносятся полевые данные (графы 1 – 5 – номера станций, номера нивелируемых точек, отсчеты по рейке). В графу 9 журнала заносятся значения исходных отметок реперов 7 и 8. Вычисляются превышения h на каждой станции по формуле

$$h = a - b \quad (5)$$

где a - отсчет по задней рейке; b - отсчет по передней рейке. Вычисленные превышения записывают в графу 6. Превышения вычисляют два раза - по черным и по красным отсчетам. При разнице между ними не более 5 мм вычисляют среднее превышение h_{cp} и записывают его в графу 7.

Производится постраничный контроль по формуле

$$\frac{\sum \zeta - \sum i}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h \quad (6)$$

где $\sum \zeta$ - сумма отсчетов по задним рейкам; $\sum i$ - сумма отсчетов по передним рейкам; $\sum h$ выч - сумма вычисленных превышений;

$\sum h_{cp}$ - сумма средних превышений.

Таблица № 1 Журнал нивелирования трассы (первый нивелир)

№ станции	№ пикетов	Отсчёты по рейке ,мм			Превышения ,мм		ГИ,м	Н ^{абс} ,м
		Задний (а)	Передний (б)	Пром-й (с)	hч hкр	h _{cp}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Rp 7	0346 <u>5033</u> 4687	2778 <u>7467</u> 4689		- 2432 - 2434	+2 -2433	131,528	131,182
	ПК0						131,529	128,751
2	ПК0	1861 <u>6550</u> 4689	1159 <u>5846</u> 4687		+ 0702 + 0704	+2 + 0703	130,612	128,751
	ПК1						130,615	129,456
Постраничный контроль		13790 - 3460	17250		- 3460	-1730		

3	ПК1 X1	0219 <u>4906</u> 4687	2986 <u>7673</u> 4687		- 2767 - 2767	+2 - 2767	129,675 129,677	129,456 126,691
4	X1 ПК2	0074 <u>4762</u> 4688	2958 <u>7645</u> 4687		- 2884 - 2883	+2 -2883 ⁵	126,765 126,766	126,691 123,808
5	ПК2 ПК2+40 П+25 Л+10 Л+25 ПК 3	0348 <u>5035</u> 4687	1135 <u>5820</u> 4685	1666 0135 2690 0870	- 0787 - 0785	+2 - 0786	124,157 124,160	123,809 122,491 124,022 121,467 123,287 123,025
6	ПК3 ПК4	0113 <u>4799</u> 4686	0732 <u>5419</u> 4687		- 0619 - 0620	+2 - 0619 ⁵	123,138 123,139	123,025 122,407
7	ПК4 X2	0728 <u>5413</u> 4685	2859 <u>7546</u> 4687		- 2131 - 2133	+2 - 2132	123,135 123,136	122,407 120,277
8	X2 ПК5	0050 <u>4735</u> 4685	1090 <u>5776</u> 4686		- 1040 - 1041	+2 - 1040 ⁵	120,327 120,329	120,277 119,238
Постраничный контроль		31182 <u>51579</u> - 20457			- 23917	- 11958 ⁵		

9	Пк5 Пк5+30 ПК5+85 ПК6	1501 <u>6188</u> 4687			+ 0444		120,739	119,238
			1057 <u>5742</u> 4687	2877 2881		+2 + 0445		117,862
					+ 0446		120,742	117,858
								119,685
10	ПК6 ПК7	2249 <u>6934</u> 4687	0247 <u>4932</u> 4687		+ 2002 + 2002	+2 + 2002	121,934	119,685
							121,936	121,689
11	ПК7 ПК8	2734 <u>7421</u> 4687	1927 <u>6612</u> 4687		+ 0807 + 0809	+2 + 0808	124,423	121,689
							124,426	122,499
12	ПК8 ПК8+50 ПК9	1892 <u>6576</u> 4687	0432 <u>5117</u> 4687	2510	+ 1459 + 1459	+2 + 1459	124,391	122,499
							124,392	123,960
13	ПК9 ПК10	2330 <u>7016</u> 4687	1619 <u>6303</u> 4687		+ 0711 + 0713	+2 + 0712	126,29	123,960
							126,293	124,674
14	Пк10 ПК11	1591 <u>6278</u> 4687	0695 <u>5382</u> 4687		+ 0896 + 0894	+2 + 0895	126,265	124,674
							126,266	125,571
15	ПК10+35 ПК10+80,84 Рп8	1317 <u>6001</u> 4687	0790 <u>5476</u> 4687	2601	+ 0527 + 0525	+2 + 0526	126,888	125,571
							126,889	124,287
								126,099
Постраничный контроль:		104997 <u>- 115120</u> - 10223			- 10223	- 5112		

Таблица № 1 Журнал нивелирования трассы (второй нивелир)

№ станции станций	№ пикетов	Отсчёты по рейке, мм			Превышения, мм	
		Задний (а)	Передний (в)	Промежй (с)	hч hкр	hсп
1	2	3	4	5	6	7
1	Rp 7	0346 <u>5033</u> 4687			- 2433	- 2432
	ПК0		2778 <u>7467</u> 4689		- 2434	
2	ПК0	1861 <u>6550</u> 4689	1159 <u>5846</u> 4689		+ 0702	+ 0701
	ПК1				+ 0704	
3	ПК1	0219 <u>4906</u> 4689	2986 <u>7673</u> 4689		- 2767	- 2768
	X1				- 2767	
4	X1	0074 <u>4762</u> 4689	2958 <u>7645</u> 4689		- 2884	- 2882
	ПК2				- 2883	
5	ПК2	0348 <u>5035</u> 4689			- 0787	- 0785
	ПК 3		1135 <u>5821</u> 4689		- 0786	
6	ПК3	0113 <u>4799</u> 4689			- 0619	- 0618
	ПК4		0732 <u>5419</u> 4689		- 0620	
Постраничный контроль:						

7	ПК4 X2	0728 <u>5413</u> 4689	2859 <u>7546</u> 4689		- 2131 - 2133	- 2133
8	X2 ПК5	0050 <u>4735</u> 4689	1090 <u>5776</u> 4689		- 1040 - 1041	- 1040
9	ПК5 ПК6	1503 <u>6188</u> 4689	1057 <u>5742</u> 4689		+ 0446 + 0446	+ 0446
10	ПК6 ПК7	2249 <u>6934</u> 4689	0247 <u>4932</u> 4689		+ 2002 + 2002	+ 2002
11	ПК7 ПК8	2734 <u>7421</u> 4689	1927 <u>6612</u> 4689		+ 0807 + 0809	+ 0808
12	ПК8 ПК9	1891 <u>6574</u> 4689	0432 <u>5117</u> 4689		1459 + 1457	+ 1458
13	ПК9 ПК10	2330 <u>7016</u> 4689	1619 <u>6303</u> 4689		+ 0711 + 0713	+ 0712
14	ПК10 ПК11	1591 <u>6278</u> 4689	0695 <u>5382</u> 4689		+ 0869 + 0896	+ 0896
Постраничный контроль:						

15	ПК10+35 Рп8	1317 <u>6001</u> 4689	0788 <u>5476</u> 4689		+ 0529 + 0525	+ 0527
Постраничный контроль:		$\frac{104999 - 115219}{2} =$ $\frac{-10220}{2} = -5110$			- 10220	- 5110

Ведомость увязки превышений двойного нивелирного хода

№ пикето в	Средние превышения, мм		Расхож дения, мм	Средние превышения мм
	1 нивелир	2 Нивелир		
Рп7				
Пк 0	-2433	-2432	+ 1	-2433 (+ 2мм)
Пк 1	+ 0703	+ 0701	+ 2	+ 0703 (+ 2мм)
Пк 2	- 5651	- 5650	- 3	- 5651 (+ 3мм)
Пк 3	- 0786	- 0785	+ 1	- 0784 (+ 2мм)
Пк 4	-0620	- 0618	- 2	-0620 (+ 2мм)
Пк 5	- 3172	- 3169	+ 3	-3172 (+ 3мм)
Пк 6	+ 0445	+ 0446	- 1	+ 0445 (+ 2мм)
Пк 7	+ 2002	+ 2002	0	+ 2002 (+ 2мм)
Пк 8	+ 0808	+ 0808	0	+ 0808 (0мм)
Пк 9	+ 1459	+ 1458	+ 1	+ 1459 (+ 2мм)
Пк10	+ 0712	+ 0712	0	+ 0712 (+2мм)
Пк 11	+ 0895	+ 0896	-1	+ 0895 (+2мм)
Рп8	+ 0526	+ 0527	- 1	+ 0526 (+ 2мм)

Невязка (f_h) определяется как алгебраическая сумма всех средних превышений (первый нивелир), минус теоретическая сумма

$$f_h = \sum h_{\text{нв}} - \sum h_{\text{о.д.д}} \quad (7)$$

$$\sum h_{\text{о} \ddot{\alpha} \delta} = \dot{I}_{\text{е} \dot{\alpha} \dot{\delta}} - \dot{I}_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}}$$

$$\sum h_{\text{о} \ddot{\alpha} \delta} = \dot{I}_{\text{е} \dot{\alpha} \dot{\delta}} - \dot{I}_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}} = 126.09 - 131.18 = -5.083 \text{ м}$$

$$f_h = \sum h_{\text{н} \dot{\delta}} - \sum h_{\text{о} \ddot{\alpha} \delta} = -511 - (-5083) = -29 \text{ мм}$$

$$\ddot{\alpha} \dot{i} f_h = \pm 20 \dot{i} \sqrt{2 \cdot L} = \pm 20 \text{ мм} \sqrt{2 \cdot 1080.84} = \pm 929 \text{ мм}$$

Сравнивается полученная и допустимая невязки.

Если $f_h \leq \ddot{\alpha} \dot{i} f_h$ то невязку распределяют с обратным знаком поровну на все превышения хода.

Поправка в каждое превышении

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n} \text{ где } n \text{ - число станций в ходе.}$$

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n} = \frac{29}{15} \approx 2 \text{ мм}$$

Поправки вычисляются с округлением до мм и подписываются красной тушью над значениями средних превышений; при этом сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком

$$\text{т.е. } \sum \delta_h = -\sum f_h$$

Вычисляют исправленные (увязанные) превышения

$$h_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}} = h_i + \delta_h$$

$$\text{Контроль: } \sum h_{\text{е} \dot{\alpha} \dot{\delta}} = \sum h_{\text{о} \ddot{\alpha} \delta} = \dot{I}_{\text{е} \dot{\alpha} \dot{\delta}} - \dot{I}_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}} \quad (11)$$

по исправленным превышениям вычисляют отметки связующих точек

$$\dot{I}_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}} = \dot{I}_{\text{е} \dot{\alpha} \dot{\delta}} + h_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}}$$

$$H_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}} = \dot{I}_{\text{і} \dot{\alpha} \dot{\delta}} + h_{\text{е} \dot{\alpha} \dot{\delta}}$$

Контролем правильности вычисления отметок связующих точек является получение известной отметки конечной точки хода.

На станциях 3, 4 и 6 имеются промежуточные точки.

На эти точки снимались отсчеты только по одной черной стороне рейки.

• Отметки промежуточных точек обычно определяются через горизонт инструмента (ГИ). Горизонт инструмента на каждой из указанных станций определяется по два раза по отсчетам на заднюю и переднюю связующие точки станции:

$$\tilde{E}_{\dot{\alpha}} = \dot{I}_{\dot{\alpha}} + \dot{\alpha}_{\dot{\alpha}}^{\dot{\alpha}}, \quad (12)$$

и

$$\tilde{E}_{\dot{\delta}} = \dot{I}_{\dot{\delta}} + \dot{\alpha}_{\dot{\delta}}^{\dot{\delta}} \quad (12')$$

где $H_{зд}$ - отметка задней связующей точки; $a_{ч.зд}$ - черный отсчет на заднюю связующую точку; $H_{пер}$ - (отметка передней связующей точки; $a_{ч.пер}$ - черный отсчет на переднюю связующую точку.

Расхождение двумя вычисленными $ГИ$ на одной станции допускается не более ± 5 мм. Если это условие выполняется, то среднее значение из них записывается в графу 8 журнала.

•Вычисляются отметки промежуточных точек на станциях:

$$H_{пр i} = ГИ - c \quad (13)$$

где $ГИ$ - горизонт инструмента на данной станции; c_i - черный отсчет на промежуточной точке.

К вычислению отметок промежуточных точек необходимо относиться с особым вниманием, т.к. проверить правильность вычислений каким-либо другим контрольным вычислением невозможно.

4.3 Расчёт элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках. Элементами кривой являются угол поворота трассы (ϕ), радиус кривой (R), длина кривой (K), тангенс (T), биссектриса (B), домер (D). Разбивка криво на местности состоит в определении по элементам кривой планового положения трёх главных точек: начала кривой (НК), середины кривой(СК), конца кривой (КК).

С учётом заданных исходных данных (см. пикетажный журнал-приложение 3) работа выполняется в следующем порядке.

Кривая 1: $ВУ1=ПК2+50,0$; $\phi = 38^{\circ}45'$ $R = 250m$

•вычисляют элементы кривой:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\phi}{2} = 250 \cdot 0.35166 = 87.92 \text{ м}$$

$$K = \frac{\phi}{180} \pi R = \frac{38.5}{180} 3.1416 \cdot 250 = 169,08 \text{ м};$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R = 2R \frac{\sin^2\left(\frac{\phi}{4}\right)}{\cos \frac{\phi}{2}} = 2 \cdot 250 \frac{0.16827^2}{0.94337} = 15.01 \approx 250$$

$$\ddot{A} = 2\dot{O} - \hat{E} = 2 \cdot 87,92 - 169,08 = 6,76 \text{ м}$$

• Производят расчёт пикетажного обозначения главных точек кривой
пикетажное обозначение НК и КК:

$ВУ \dots ПК2+50,0$

$-T \dots \dots \dots 87,92$

$НК \dots ПК1+62,08$

$+K \dots \dots 1+69,08$

$КК \dots ПК3+31,16$

Контроль

$ВУ \dots ПК2+50,0$

$+T \dots \dots \dots 87,92$

$ПК3+37,92$

$-D \dots \dots \dots 06,76$

$КК \dots ПК3+31,16$

пикетажное обозначение СК:

НК.....ПК1+62,08 +0,5 К.....84,54	контроль	КК.....ПК3+31,16 -0,5 К.....84,54
СК.....ПК2+46,62		СК.....ПК 2+46,62

Кривая 2: ВУ 2= ПК 7+02,0 ; $\varphi = 42 \text{ } 18$; $R = 200 \text{ м}$

•• Элементы кривой

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 200 \cdot 0.38687 = 77.37 \text{ м}$$

$$K = \frac{\phi}{180} \pi R = \frac{42.3}{180} \cdot 3.1416 \cdot 200 = 147.65 \text{ м}$$

$$\hat{A} = \sqrt{\hat{O}^2} + R^2 - R = 2R \frac{\sin^2 \frac{\varphi}{4}}{\cos \frac{\varphi}{2}} = 2 \cdot 200 \cdot \frac{0.18352^2}{0.93264} = 14.44 \text{ м}$$

$$\hat{A} = 2\hat{O} - \hat{E} = 2 \cdot 77,37 - 147,65 = 7,09 \text{ м}$$

Полученные значения элементов кривой записывают в пикетажный журнал(см.приложение 3)

•Пикетажное обозначение главных точек кривой

пикетажное обозначение НК и КК:

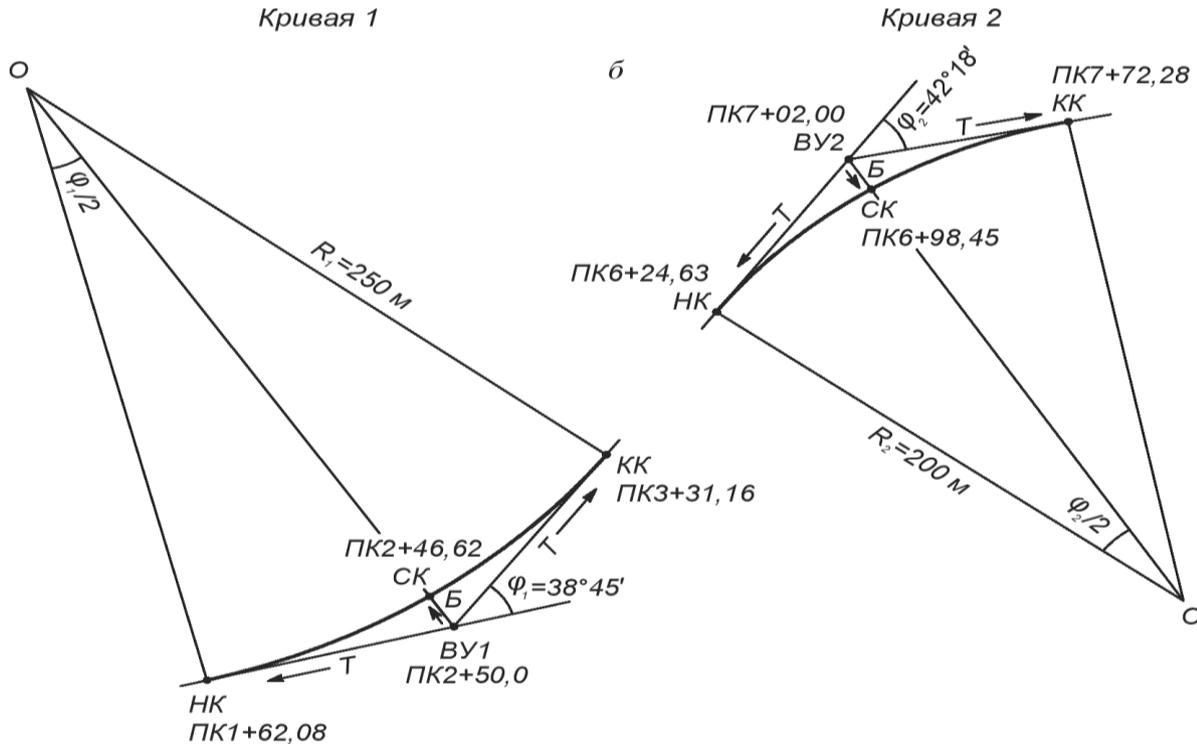
ВУ.....ПК7+02,00 -Т.....77,37	Контроль	ВУ.....ПК7+02,00 +Т.....77,37
НК.....ПК6+24,63 +К.....1+47,65		ПК7+79,37 -Д.....07,09
КК.....ПК6+98,5		КК.....ПК6+98,46

пикетажное обозначение СК:

НК.....ПК6+24,63 +0,5 К.....73,82	контроль	КК.....ПК7+72,28 -0,5 К.....73,82
СК.....ПК6+98,45		СК.....ПК6+98,45

По расчётным данным строят планы кривых масштабе 1:2000, на котором показывают элементы кривых и пикетажное назначение главных точек .

1:2000



4.4 Расчёт данных для выноса пикетов на кривую

Вынос пикетов на кривую производится в процессе разбивки пикетажа способом прямоугольных координат. При этом начало координат условно располагают в точках НК или КК, за оси абсцисс (x) принимают направление тангенсов, а за оси ординат (y) – направления по радиусам из точек НК или КК к центру кривой O.

Координаты пикетов находят по формулам :

$$X = R \cdot \sin \xi ; Y = 2R \cdot \sin^2 \frac{\xi}{2} ; \xi$$

где ξ – центральный угол, стягивающий дугу l , равную расстоянию от НК или КК до пикета на кривой.

$$\xi = \frac{180}{\pi R} l ;$$

Рассмотрим расчёт для кривой 1;

Так как НК = ПК 1+62,08 и КК = ПК 3+31,16, то на криволинейном участке будут находиться ПК2 и ПК3; вынос пикета ПК2 удобно выполнить от НК, а ПК3 – от КК.

• Находят длины дуг l_2 и l_3 для пикетов

$$l_2 = \overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} 2 - \overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} = \overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} 2 - (\overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} 1 + 62,08) = 37,92 \text{ м}$$

$$l_3 = \hat{E} \hat{E} - \overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} 3 = (\overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} 3 + 31,16) - \overset{\curvearrowright}{I} \hat{E} 3 = 31,15 \text{ м}$$

• вычисляем центральные углы :

$$\xi = \frac{180}{3,1416 \cdot 250} 37,92 = 8^\circ 41'$$

$$\xi = \frac{180^\circ}{3,1416 \cdot 250} \cdot 31,16 = 7^\circ 08'$$

• Определяем координаты ПК 2 в системе координат с началом в точке НК:

$$X_1 = 250 \cdot 0,151099 = 37,77 \text{ м}$$

$$Y_1 = 2 \cdot 250 \cdot (0,07575 \cdot 0,07575) = 2,87 \text{ м}$$

• Определяем координаты ПК 3 в системе координат с началом в точке КК:

$$X_2 = 200 \cdot 0,124317 = 31,08 \text{ м}$$

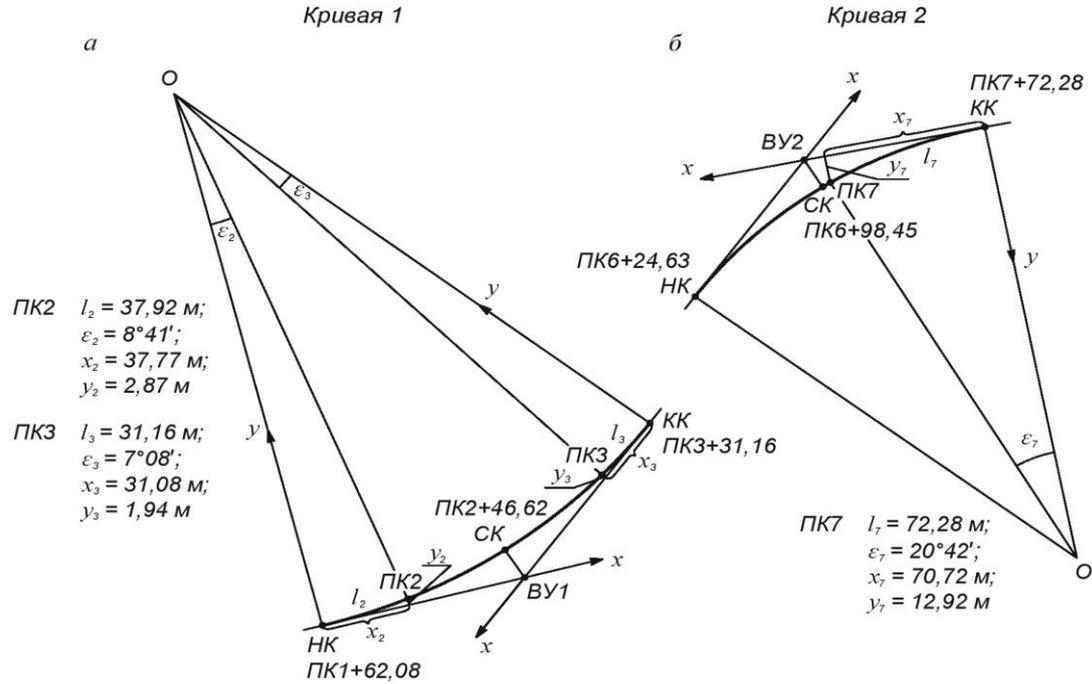
$$Y_2 = 2 \cdot 200 \cdot (0,062279 \cdot 0,062279) = 1,94 \text{ м};$$

Аналогичным образом находим данные для выноса ПК7

$$l_7 = 72,28 \text{ м}; \xi = 20^\circ 42'; X_7 = 70,72 \text{ м}; O_7 = 12,92 \text{ м}$$

• По вычисленным координатам пикеты наносят на планы кривых.

Рис. Вынос пикетов на кривую



4.5 Расчёт длин и дирекционных углов прямолинейных участков

Для выполнения расчётов необходимо заполнить ведомость прямых и кривых, в которую выписывают основные точки трассы и их пикетажное назначение, направления и углы поворотов трассы в точках Ву1 Ву 2 и рассчитанные элементы кривых

Составляют схему расположения прямых кривых(приложение 4)

Как видно из схемы, трасса имеет три прямолинейных участка:

1- от начала трассы НТ(ПК0)до точки НК1(ПК1+62,08)

2- от КК1 (ПК3+31,16) до НК2 (ПК6+24,63)

3- от КК2(ПК7+72,28)до конца трассы(ПК10+80,84).

В этом случае длины прямолинейных участков определяются как разность пикетажных обозначений последующей предыдущей точек участка:

$$L1=НК1-НТ=((ПК1+62,08)-ПК0)=162,08м$$

$$L2=НК2-КК1= (ПК6+24,63)- (ПК3+31,16)=293,47 м$$

$$L3=КТ-КК2=(ПК10+80,84).- (ПК7+72,28)= 308,56 м;$$

Расстояние между вершинами углов поворота трассы определяют таким образом:

$$S1= ВУ1-НТ=(ПК2+50,00)-ПК0=250,00м$$

$$S2=T1+ L2+T2=87,92+293,47+ 7,37 = 458,76м$$

$$S3=T2+ L3=77,37+308,56=385,93м$$

Контроль:

$$L = \sum L + \sum K = \sum S - \sum Д =$$

$$\sum 2T - \sum K = \sum (2T-K) = \sum Д$$

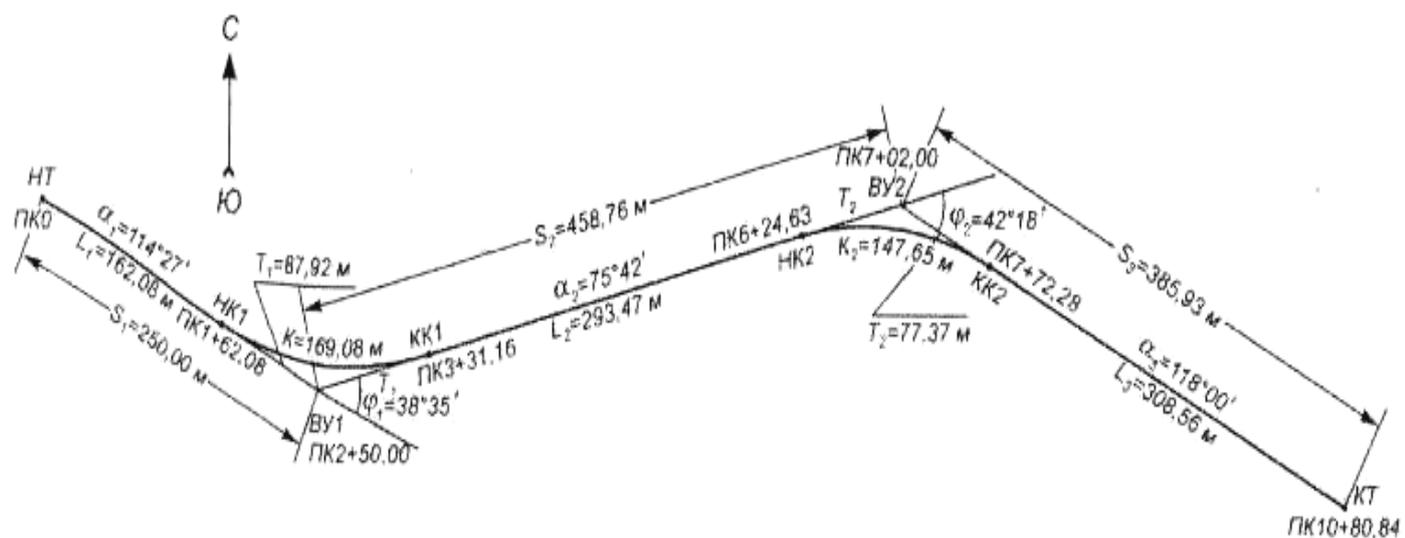


Рис. Схема расположения прямых и кривых

Ведомость прямых и кривых

№	Пикетные обозначения	Углы поворота	кривые					Длины прямолнейных участков		Направления прямолнейных участков	
		правый(+) левый (-)	Элементы кривых, м					Прямолинейных участков	Между ВУ	Дирекц-й угол	румб
			радиус R	тангенс T	кривая K	Б	домер Д				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
НТ	ПК0							162,08	250	114 27	ЮВ:65 33
НК1	ПК1+62,08										
ВУ1	ПК2+50,00	-38 45	250	87,93	169,08	15,01	6,76				
КК1	ПК3+31,16							293,47	458,76	75 42	СВ:75 42
НК2	ПК6+24,63										
ВУ2	ПК7+02,00	+42 18	200	77,37	147,65	14,44	7,09				
КК2	ПК7+72,28								385,93	118 00	ЮВ:62 00

КТ	ПК10+80,84							308,56			
				$\sum =$	$\sum =$		$\sum =$	$\sum =$	$\sum =$		
				165,30	316,73		13,85	764,11	1094,69		

Контроль: 1) $\alpha_{\hat{a}_i} - \alpha_{i\hat{a}_z} = \varphi_n - \varphi_{n-1} = 3^\circ 33'$

$\alpha_1 = 114^\circ 27'$; $\alpha_2 = \alpha_1 - \varphi_1 = 114^\circ 27' - 38^\circ 45'$

$\alpha_3 = \alpha_2 + \varphi_2 = 75^\circ 42' + 42^\circ 18' = 118^\circ 00'$

2) $\sum 2T - \sum K = \sum (2T - K) = 165,30 \cdot 2 - 316,73 = 13,85M$

3) $\sum P + \sum K = \sum S - \sum D = 764,11 + 316,73 - 1094,69 - 13,85 = 1080,84M$

4.6 Построение продольного и поперечного профилей трассы .

Профилем местности называют уменьшенное изображение сечения земной поверхности вертикальной плоскостью по заданному направлению

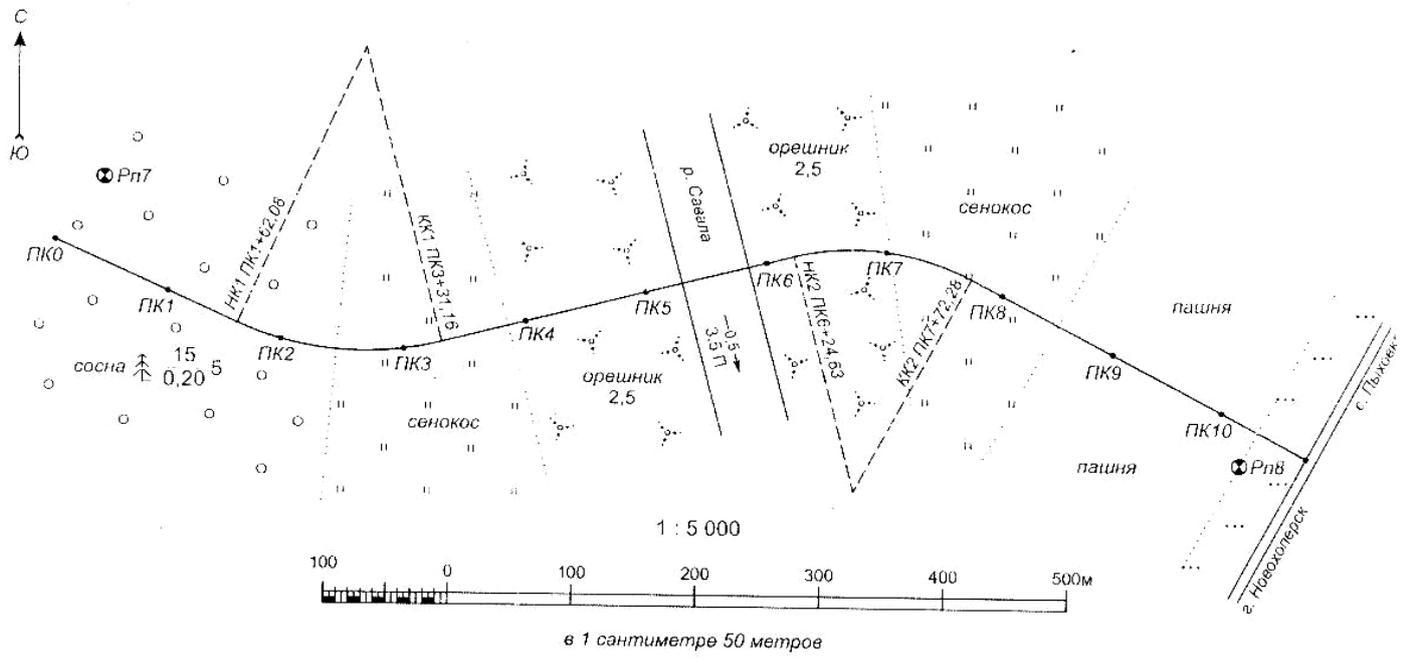


Рис. План трассы проектируемой автодороги

Для построения профилей трасы исходными материалами являются журнал технического нивелирования, ведомость превышений и высот, пикетажный журнал.

Построение продольного профиля выполняют на миллиметровой бумаге ;

Горизонтальный масштаб М1:5000

Вертикальный М1:500(в 10 раз крупнее);

Поперечный профиль составляют в едином масштабе 1:500 (горизонтальный и вертикальный)

Построения ведут в следующем порядке :

В нижней части листа миллиметровой бумаги вычерчивается сетка профиля - разграфка для занесения данных. Сетка содержит следующие горизонтальные графы с высотой, мм:

1) план трассы	20мм;
2)уклоны (в тысячных)	10мм;
3) проектные отметки	1мм;
4) фактические отметки	15мм;
5)фактические уклоны	10мм
6) расстояния	10мм;
7)пикеты, план прямых и кривых	30мм.

Верхняя линия сетки профиля называется «линией условного горизонта.»

. Она чертится по утолщенной (дециметровой) горизонтальной линии миллиметровой бумаги и начальная точка этой линии должна совпадать с одной из дециметровых вертикальных линий. Длина сетки

зависит от длины трассы и масштаба построений. В нашем случае длина трассы в натуре составляет 1000 м (10 пикетов). Следовательно, при горизонтальных построениях в масштабе М1:5000 длина профильной сетки будет составлять 50 см.

По данным пикетажного журнала заполняется графа «Расстояния». В этой графе отмечаются пикеты и плюсовые точки в виде вертикальных отрезков (перегородок). Сначала указывают положение пикетов и под нижней линией графы, называемой линией пикетажа, подписывают их номера. Далее в этой графе указывают положения плюсовых точек, при этом в промежутке между перегородками подписывают горизонтальные расстояния между соседними плюсовыми точками, их пикетажные значения не подписывают. Сумма длин отрезков в пределах каждого пикета должна составлять 100 м. Если между соседними пикетами плюсовые точки отсутствуют, то расстояние 100м (длина пикета) не подписывается (рис. 4).

Заполняется графа «Фактические отметки», выписывая в нее из графы 9 журнала геометрического нивелирования отметки пикетов и плюсовых точек. При этом отметки точек записываются с округлением до двух знаков после запятой, т.е. с точностью до сантиметров.

Строится продольный профиль по фактическим отметкам земной поверхности (черная линия профиля). Для этого в начале сетки строят вертикальную шкалу согласно масштабу М1:500. Чтобы на рисунке линия профиля отступала от профильной сетки на небольшое расстояние (4-6 см), вычисляют соответствующую отметку условного горизонта (верхней линии сетки профиля). Принято, чтобы отметка условного горизонта выражалась четным числом. Поэтому для ее вычисления из минимальной отметки профиля вычитают 10 и округляют полученное число до ближайшего четного числа.

Отметку условного горизонта подписывают в начале линии. Вертикальную линейку оцифровывают через каждые 5 м.

В каждой отмеченной точке профиля (пикеты и плюсовые точки) строят вертикальные линии длиной около 10-12 см, начиная от условного горизонта. На этих линиях в соответствии с вертикальным масштабом М 1:500 откладывают фактические отметки пикетов и плюсовых точек. Отрезками соединяют соседние полученные точки. Таким образом вычерчивается линия профиля по фактическим отметкам.

По данным пикетажного журнала заполняется графа «План трассы» Посередине графы проводят ось трассы, условно развернутую в прямую линию. В соответствии с горизонтальным масштабом М1:5000

строят план полосы местности, прилегающей к трассе. Для этого используются данные съемки ситуации местности, приведенные в пикетажном журнале и на плане трассы В место изображения условных знаков угодий допускается подписывать их названия. Короткими стрелками показываются направления основных скатов местности.

Заполняется графа «План прямых и кривых». По середине графы проводят ось трассы в выпрямленном виде. На линии пикетажа по рассчитанным пикетажным значениям отмечают НК и КК обеих кривых. В этих точках строят перегородки до линии оси трассы. Вдоль прочерченных перегородок подписывают расстояния до ближайших задних и передних пикетов. Кривые условно обозначают скобками, обращенными выпуклостью в сторону выгиба кривых. Под каждой кривой подписывают значения шести ее элементов: значения угла поворота, радиуса круговой кривой, длины тангенса, кривой, биссектрисы, домера. Над серединой каждой прямой вставки записывают ее длину, а под ней - ее направление (румб). В начале трассы вычерчивается знак километрового столба - круг диаметром 5мм, закрашенный наполовину черным цветом. Знак километрового столба наносят, отступив от линии оси трассы на 2 мм вниз.

Строят проектный профиль трассы. Проектную линию выбирают с учетом минимума земляных работ по выемке и насыпке грунта. При этом проектный уклон каждого участка не должен превышать заданной величины ($i \leq 0.030$).

Рассчитывают проектный уклон каждого участка трассы по формуле

$$i = \frac{h}{d} = \frac{(H_{\hat{e}}^{i\delta} - \hat{I}_i^{i\delta})}{d}, \text{ где } h = (H_{\hat{e}}^{i\delta} - H_i^{i\delta}) - \text{превышение}$$

концов проектной линии; d - горизонтальная длина этой линии.

Рассчитанные значения уклонов участков трассы округляют до 0,001 и считают их проектными .

Вычисляют проектные отметки точек трассы по формуле

$$H_i = H_{i-1} + id, \quad (6.1) \text{ где}$$

H_{i-1} - отметка высоты предыдущей точки; i - проектный уклон; d - горизонтальное расстояние между точками

Например: $H_{ПК1np} = H_{ПК0np} + (-0,012)100 = 126,70 \text{ м}$

$$H_{ПК2np} = H_{ПК1np} + (-0,012) 200 = 125,50 \text{ м}$$

$$H_{ПК2+40np} = H_{ПК1np} + (-0,012) \cdot 240 = 125,20 \text{ м}$$

Вычисляют рабочие отметки точек трассы как разность проектной и фактической отметок соответствующей точки, т.е.

$$h_{i \text{ раб}} = H_{i \text{ пр}} - H_i ;$$

Например: $h_{нк0 \text{ раб}} = 127,90 - 128,75 = -0,85 \text{ м}$

$$h_{нк1 \text{ раб}} = 126,70 - 129,46 = -2,76 \text{ м}$$

$$h_{нк2 \text{ раб}} = 125,50 - 123,81 = 1,69 \text{ м и т.д.}$$

Рабочие отметки показывают высоту насыпи(+) или выемки(-) грунта в данной точке. Значения рабочих отметок подписывают красной тушью под проектной линией если грунт необходимо срезать, или над проектной линией если грунт необходимо насыпать. Определяют отметки точек нулевых работ, т.е. точек пересечения профиля с проектной линией. В этих точках не требуется производить земляные работы, так как рабочие отметки в них равны нулю(0). Сначала определяют расстояние до точек нулевых работ от ближайшей точки пикетажа с точностью до 0,01 м по формуле:

$$X = \frac{h_1^{\delta \Delta \Delta}}{h_1^{\delta \Delta \Delta} + h_2^{\delta \Delta \Delta}} \cdot d_1$$

где $h_1^{\delta \Delta \Delta}, h_2^{\delta \Delta \Delta}$ - рабочие отметки точек пикетажа, между которыми располагается искомая точка нулевых работ; d_1 - горизонтальное расстояние между этими точками. Отметка точки нулевых работ определяется по формуле:

$$H_{i \text{ Д}} = I_{i \Delta \Delta}^{\delta \Delta} + i_{i \Delta \Delta} \cdot \delta \quad \text{Где } H_{i \Delta \Delta}^{\delta \Delta} - \text{ проектная отметка начальной точки пикета, предшествующей точке нулевых работ.}$$

Пример: между ПК1 и ПК2 расположена 1 точка нулевых работ

$$X = \frac{2.76}{2.76 + 1.69} \cdot 100 = 62.0 \text{ м}$$

$$H_{i \hat{E}1+62.0} = H_{i \hat{E}1}^{i\delta} + (-0,012) \cdot 62,0 = 126,70 + (-0,012) \cdot 62,0 = 125,96 \text{ м}$$

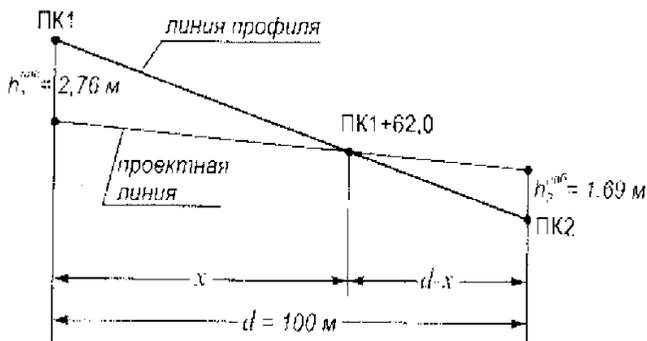


Рис. Схема к определению расстояния до точки нулевых работ

Поперечный профиль строится вдоль поперечника, проведенного через

ПК2 +40(см.приложение 1,2,3). Поперечник имеет длину 40 м - по 20м в каждую сторону от оси трассы. Точки поперечника при нивелировании наблюдались со станции 5 как промежуточные.

Поперечный профиль располагается правее продольного. Оба его масштаба - и горизонтальный, и вертикальный принимаются одинаковыми: М1:500. Сетка продольного профиля вычерчивается на продолжении сетки продольного профиля с сохранением уровня линии условного горизонта. На поперечном профиле проектирование не производится и поэтому сетка профиля содержит только три графы - «Фактические отметки» и «Расстояния», «проектные отметки». Горизонтальные расстояния в поперечнике указываются от оси трассы. На поперечном профиле их следует откладывать вправо и влево от вертикального отрезка, обозначающего в графе «Расстояния» положение ГЖ2. Запись «ПК2» наносится симметрично относительно этого отрезка под нижней линией графы «Расстояния». В эту графу записываются расстояния между соседними точками поперечного профиля.

В графу «Фактические отметки» вписываются взятые из таблицы отметки точек поперечника с округлением значений до сантиметров.

По фактическим отметкам строится линия поперечного профиля аналогично построению продольного профиля.

В графу «проектные отметки» вписываются взятые из таблицы проектные отметки точек поперечника с округлением значений до сантиметров. Проектные отметки всех очек поперечного профиля принимают одинаковыми.

Над поперечным профилем надписывается его название «Поперечный профиль на ПК2+40», под сеткой профиля - его масштабы.

Требования к оформлению профилей:

- все надписи выполняются чертежным шрифтом;
- графические построения аккуратно выполняются карандашом в тонких линиях;

- красным цветом оформляются проектная линия, рабочие отметки (кроме нулевых), ось дороги в графе «План трассы», все линии и надписи в графе «Уклоны», разделительная линия между графами «Уклоны» и «Проектные отметки», надписи проектных отметок, все линии и надписи в графе «План прямых и кривых» (кроме номеров пикетов и знака километрового столба);

- синим цветом оформляются перпендикуляры из точек нулевых работ на линию условного горизонта, нулевые рабочие отметки, отметки точек нулевых работ, горизонтальные расстояния x и y , линия пикетажа (разделительная линия между графами «Расстояния» и «План прямых и кривых»).

Все остальные надписи и построения оформляют черным цветом.

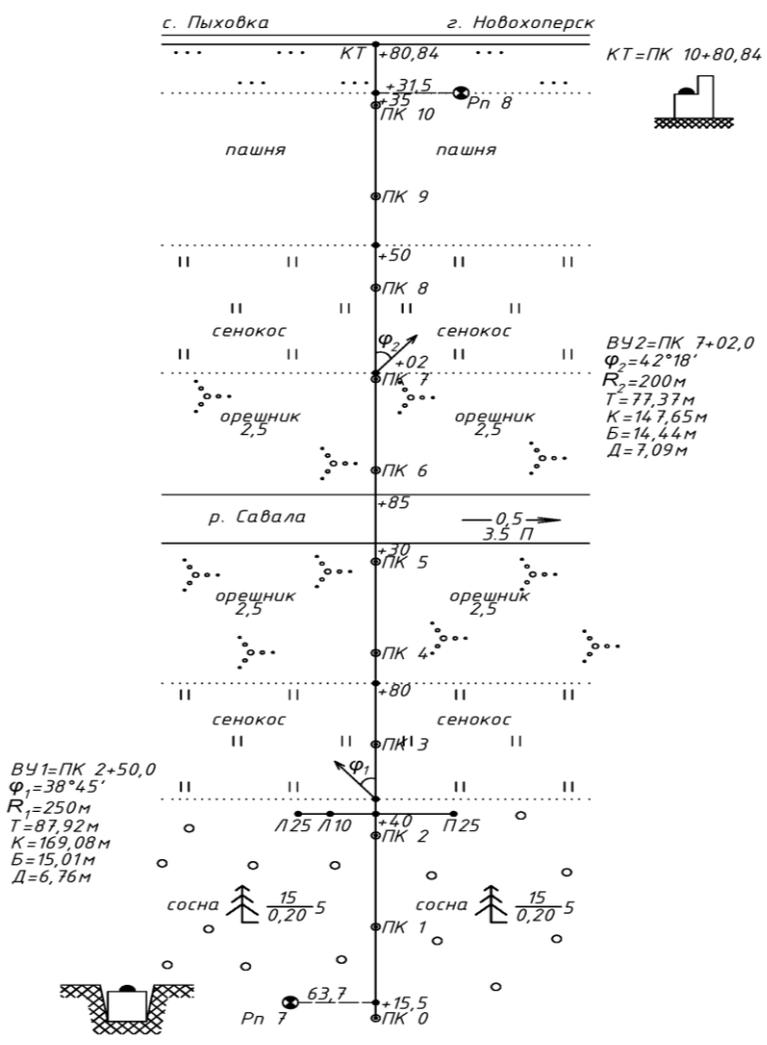
Насыпи (участки, где красная линия проходит выше черной) штрихуются точками, а выемки - наклонными линиями.

На проверку представляются:

- пикетажный журнал;
 - журнал геометрического нивелирования (1 нивелир, 2 нивелир);
 - ведомость превышений и высот ;
 - расчёт элементов закруглений со схемами;
 - расчёт данных для выноса пикетов на кривую со схемами;
 - ведомость прямых и кривых
 - Схему расположения прямых и кривых;
 - План трассы проектируемой автодороги;
 - продольный профиль трассы с проектной линией;
 - поперечный профиль трассы;
- все выполненные расчёты, сопровождаемые необходимыми схемами.

Приложение 1. Исходные данные

Вариант	Нрп 7	Нрп 8	ст.9 вч	ст 9 вкр	ст 10 ач	ст 10 акр	КГ=ПК10+ :	ВУ1=ПК2+	ВУ2=ПК7+	φ 1	φ2	α1
1	74.291	69.212	1497	6182	2676	7361	93.17	24.20	20.68	39° 46'	41° 34'	91° 42'
2	84.193	79.114	0957	5642	2136	6821	54.30	27.69	76.87	39°42 '	44°58 '	125°33 '
3	74.024	68.943	1378	6063	2557	7242	85.92	35.61	28.11	38°3'	41°44 '	108°43 '
4	45.055	39.975	1079	5764	2258	6943	66.63	20.22	76.00	33°36 '	43°53 '	109°34'
5	107.502	102.42	1279	5964	2458	7143	89.09	25.20	15.80	38°52 '	41° 42 '	106° 55'
6	21.183	16.114	1043	5728	2222	6907	85.94	23.05	54.41	37° 48'	45° 34 '	109° 47'
7	86.107	81.038	1213	5898	2392	7077	85.75	12.66	10.55	31° 44'	41° 55'	115° 56'
8	83,096	78,015	1150	5835	2329	7014	63,79	36,79	79,40	32°58 '	42° 36 '	106° 35'
9	134,452	129,38	1467	6152	2646	7331	63,87	39,56	17,96	32° 54'	49° 51'	124° 35'
10	94,554	89,483	1371	6056	2550	7235	92,43	3,95	54,84	32° 41'	45° 36'	114° 31'
11	140,481	135,41	1398	6083	2577	7262	61,34	9,31	22,34	37°55 '	42° 58'	117° 53'
12	42,647	37,578	1350	6035	2529	7214	87,90	8,88	11,44	33° 47'	42°39 '	108°48 '
13	55,399	50,318	1236	5921	2415	7100	75,98	7,24	66,78	36° 42'	43° 47'	115° 34'
14	67,683	62,603	1004	5689	2183	6868	61,94	37,84	41,66	35°58 '	47° 52 '	96° 54'
15	43,652	38,584	1483	6168	2662	7347	65,55	20,52	13,09	37° 57'	46° 45'	97° 32'
16	63,305	58,226	1119	5804	2298	6983	75,97	18,95	56,71	37° 43 '	45° 54'	127° 56'
17	33,051	27,970	1112	5797	2291	6976	82,69	18,21	21,86	32° 42'	41° 53'	118° 54'
18	26,410	21,342	0955	5640	2134	6819	61,40	22,20	26,54	35° 51'	48° 50'	123° 45'
19	114,625	109,55	1169	5854	2348	7033	94,99	31,23	72,41	35° 49'	45° 43'	111° 58'
20	107,202	102,13	1243	5928	2422	7107	89,49	19,46	59,84	39° 32'	45° 50 '	125° 52'
21	42,686	37,615	1170	5855	2349	7034	74,97	32,41	42,82	31° 57'	45° 43'	123° 44'
22	79,144	74,076	1187	5872	2366	7051	56,49	4,48	4,06	39° 41'	44° 32'	91° 30'
23	84,867	79,796	1506	6191	2685	7370	90,04	16,43	29,92	35° 38'	44° 56'	122° 54'
24	128,979	123,90	1461	6146	2640	7325	88,51	32,88	5,42	38° 38'	41° 35'	95° 35'
25	22,034	16,965	1037	5722	2216	6901	77,57	39,83	29,27	39° 39'	47° 54'	110° 50'



Приложение 2 Рис. Пикетажный журнал

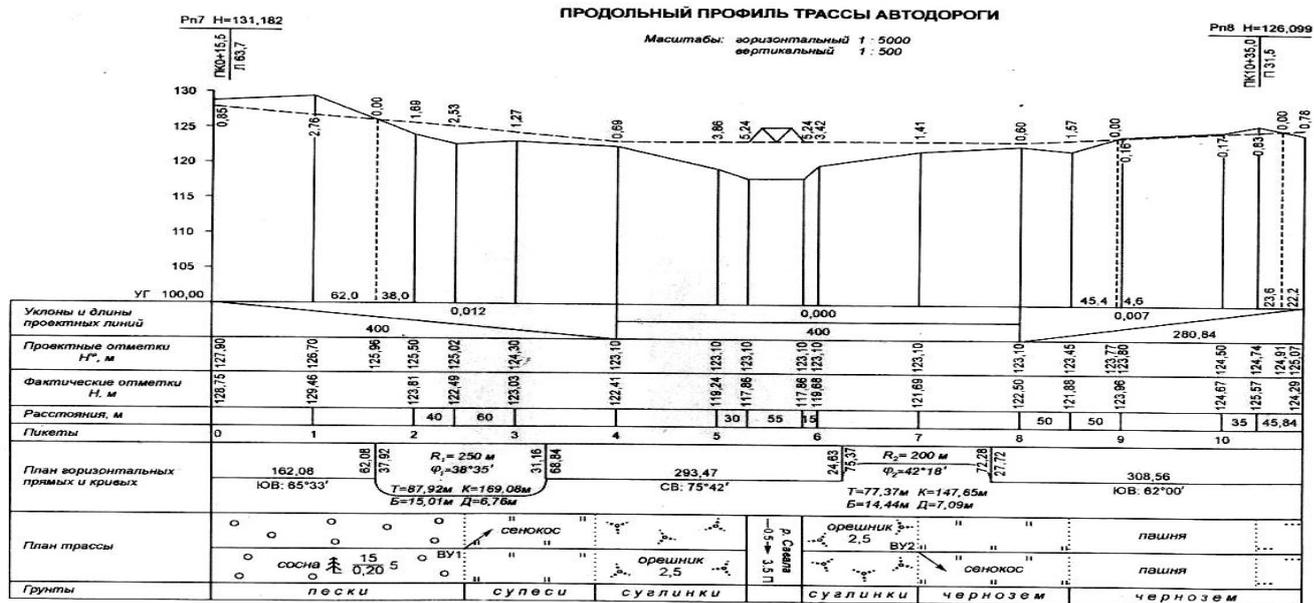
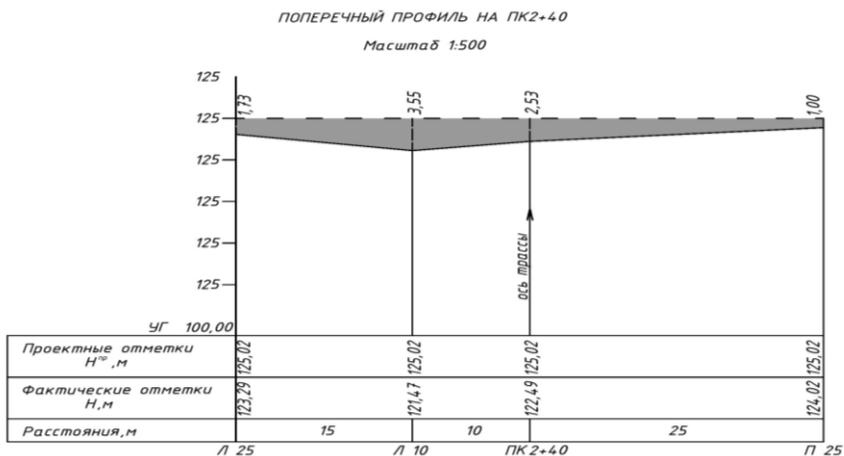


Рис. Продольный профиль трассы

Приложение 3.



Приложение 4 Рис. Поперечный профиль

Оглавление

Общие указания.....	3
1.Обработка пикетажного журнала.....	5
2.Обработка журнала геометрического нивелирования.....	8
3 Увязка средних превышений при работе двумя нивелирами	
4. Расчёт элементов закруглений и разбивка кривых в главных <u>точках</u> .	
5. Расчёт данных для выноса пикетов на кривую	
6. Построение продольного и поперечного профилей трассы	
7.Заключительная часть.....	19
8.Список рекомендуемой литературы.....	20
9.приложения:	
-исходные данные;	
-пикетажный журнал;	
-продольный профиль;	
-поперечный профиль	