

УДК 528.48
ББК 38.115,38.2,38.621

Составление продольного профиля участка трассы автомобильной дороги -
Красноярск: ИГУиРЭ, 2008. 10 с.

Составили: Владимир Арсеньевич Капустин,
Владимир Николаевич Хлебодаров

Печатается по решению редакционно-издательского совета института

© Институт градостроительства, управления и региональной экономики, 2008

Редактор В.Р.Наумова

Подписано в печать 26.09.08. Формат 60x84/16. Бумага тип. N 1. Офсетная
печать. Усл. печ. л. 10 Уч. изд. л. 10
Тираж 200 экз. Заказ №

Отпечатано на ризографе ИГУиРЭ
660041, Красноярск, пр.Свободный, 82

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Контрольная работа №2 составлена с учетом требований современных нормативных документов, но с упрощениями для учебных целей.

Работу следует выполнять после проработки главы "Геометрическое нивелирование" из любого учебника по инженерной геодезии. Пикетажный журнал и журнал технического нивелирования аккуратно переписать в ученическую тетрадь. Обработать журнал технического нивелирования. Вычислить элементы круговой кривой, пикетажные значения начала и конца, координаты для выноса пикетов на кривую. На листе миллиметровой бумаги по вычисленным отметкам точек построить продольный профиль. Поперечные профили на пикетах 17 и 19 построить по отметкам этих пикетов и отметкам промежуточных точек.

Нанести на продольный профиль проектную линию. Вычислить рабочие отметки и отметки точек нулевых работ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Пикетажный журнал (прил. 1). Румб начального направления, СВ : $48^{\circ} 50,0'$ одинаков для всех студентов. Величина угла поворота θ° для каждого студента индивидуальна: к $50^{\circ}20,0'$ прибавляется столько градусов, сколько букв в фамилии студента, например:

$$\text{для Ивановой} \quad \theta^{\circ} = 50^{\circ}20,0' + 7^{\circ} = 57^{\circ}20,0'$$

2. Журнал геометрического нивелирования (Прил. 2). Записанные в нем значения отсчетов по нивелирным рейкам и вычисленные по ним значения превышений являются общими для всех студентов. В журнал записывают отметки реперов №6 и №7 (в гр. "Отметки"), между которыми на местности был проложен нивелирный ход. Отметка репера №6 (Рп. 6) задается в соответствии с шифром студента: количество целых метров выражается трехзначным числом, в котором количество сотен метров равно единице, а количество десятков и единиц метров устанавливается по двум последним цифрам шифра студента. В дробной части отметки (дм, см, мм) ставятся те же цифры, что в целой, например:

$$\text{для Ивановой} \quad \text{шифр } 85241 - H = 141,141 \text{ м}$$

Отметка репера №7 (Рп. 7) для всех вариантов берется на 5,463м больше отметки репера №6 (Рп. 6).

ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Порядок вычисления отметок точек в журнале (прил. 2) таков:

1. Вычислить значения разностей "нулей" реек. Для этого из отсчетов по красным сторонам реек (вторая строка записи для каждой станции) вычесть отсчеты по черным сторонам (первая строка записи). Результаты записать в третью строку записи для каждой станции. Расхождения разностей "нулей" для задней и передней реек не должны превышать 5 мм. В прил.2 пример результатов вычислений для станций 1 и 2 записан курсивом (шрифт с наклоном).

2. Вычислить значения превышений между связующими точками по черной и красной сторонам реек как разность отсчетов для задней и передней реек. Разность значений превышений на станции не должна быть более 5 мм. 3. Вычислить значение среднего превышения на каждой станции (результат округляют до 1 мм).

4. Произвести постраничный контроль, для чего на каждой странице найти сумму значений отсчетов по задней рейке (Σ_3), сумму значений отсчетов по передней рейке (Σ_n), сумму значений вычисленных превышений (Σh_p) и сумму значений средних превышений (Σh_{cp}). Должны выполняться равенства

$$(\Sigma_3 - \Sigma_n)/2 = \Sigma h/2 = \Sigma h_{cp} \text{ или } (\Sigma_3 - \Sigma_n) = \Sigma h = 2\Sigma h_{cp}$$

5. Подсчитать сумму значений средних превышений между реперами и вычислить величину невязки в ходе:

$$f_h = \Sigma h_{cp} - (H_{кон} - H_{нач}),$$

где $H_{кон}$ и $H_{нач}$ отметки конечного и начального реперов.

6. Вычислить величину допустимой невязки по формуле

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

где $L(км)$ – длина хода в километрах.

7. Если $f_h \leq f_{h(доп.)}$, то невязку f_h распределяют с обратным знаком поровну (с округлением до миллиметров) между значениями всех средних превышений. Поправки, округленные до миллиметра, подписывают над значениями средних превышений. Поправки всегда имеют знак, обратный знаку невязки. Сумма значений поправок должна равняться величине невязки, взятой с обратным знаком

8. Найти значения отметок связующих точек $H_{i+1} = H_i + h_{i+1}$. Правильность вычисления проверить совпадением отметок конечного репера, вычисленной и исходной.

9. Вычислить горизонты прибора (ГП) для станций, на которых нивелировались промежуточные точки, по формуле

$$ГП = H_i + a,$$

где H_i – отметка связующей точки; a – отсчет по черной стороне рейки на этой же точке.

10. Вычислить отметки промежуточных точек:

$$H_i = ГП - b_i,$$

где b_i – отсчет по черной стороне рейки на промежуточной точке.

ОБРАБОТКА ПИКЕТАЖНОГО ЖУРНАЛА

1. По радиусу кривой $R = 100$ м и величине угла поворота трассы θ° (см. "Исходные данные") найти главные элементы круговой кривой: T – тангенс круговой кривой; K – длину круговой кривой; B – биссектрису круговой кривой; D – домер. Их значения можно выбрать из специальных таблиц для разбивки круговых кривых или вычислить на микрокалькуляторе по формулам

$$T = \text{tg}(\theta^\circ/2)R; \quad K = (\theta^\circ/\rho^\circ)R; \\ D = 2T - K; \quad B = (1/\cos(\theta^\circ/2) - 1)R,$$

где $\rho^\circ = 180^\circ/\pi \approx 57,3^\circ$ (количество градусов в одном радиане).

Расчеты произвести с точностью до сантиметров.

2. Определить пикетажные значения точек начала и конца кривой.

Пример записи:

ВУ № 1 = ПК 18 + 30,00	ВУ № 1 = ПК 18 + 30,00
- Т = 52,27	+ Т = 52,27
НК = ПК 17 + 77,73	ПК 18 + 82,27
+ К = 1 + 03,50	- Д = 1,04
КК = ПК 18 + 81,23	КК = ПК 18 + 81,23

В тех случаях, когда пикеты оказываются на участке между началом и концом кривой, их выносят на нее методом прямоугольных координат. Началом системы координат считают точку начала (или конца) кривой, направлением оси абсцисс – направление на вершину угла, а направлением оси ординат – направление на центр кривой:

$$X = R \sin\varphi; \quad Y = R(1 - \cos\varphi),$$

где $\varphi = (\lambda - \rho^\circ)/R$ (λ – расстояние от точки начала кривой до пикета если пикет расположен до вершины угла или от пикета до конца кривой, если пикет расположен за вершиной угла).

В приведенном выше примере

$$\lambda = \text{ПК18} - (\text{ПК17} + 77,73) = 22,27\text{м},$$

$$\text{т.е. } \lambda = 1800,00 - 1777,77 = 22,27\text{м}.$$

3. По румбу первоначального направления и углу поворота трассы вычислить румб следующего направления участка трассы.

Для этого румб первоначального направления перевести в дирекционный угол и вычислить дирекционный угол следующего направления по правилу: к дирекционному углу предыдущего направления прибавляется угол поворота трассы, если трасса поворачивает вправо, или вычитается, если трасса поворачивает влево.

Полученное значение дирекционного угла перевести в румб, который записать в графе профиля "Прямые и кривые".

ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Профиль трассы построить на миллиметровой бумаге по данным пикетажного журнала и значениям отметок точек, вычисленным в журнале нивелирования (прил. 2). Масштабы построения: горизонтальный 1:2000, вертикальный 1:200. Сетка профиля и размеры её граф даны в прил. 3.

Графы сетки заполнить в следующем порядке: сначала фактические данные, затем проектные.

1. В гр. "Расстояния" в горизонтальном масштабе вертикальной линией отметить положения пикетов и ниже подписать их номера; если между пикетами имеются плюсовые точки, показать их таким же образом и указать расстояние между ними. Суммарное расстояние между пикетами должно быть равно 100 м.

2. В гр. "Отметка земли" внести из журнала нивелирования отметки пикетов и плюсовых точек, округляя их до сантиметра.

3. Гр. "Элементы плана и километры" заполнить по данным пикетажного журнала. Начало и конец кривой нанести по их пикетажным значениям. Ниже изображения кривой записать значения угла поворота θ° и радиуса R . Над прямыми вставками подписать их длину, а под ними – значения румбов.

Построение продольного профиля трассы выполнить по фактическим отметкам земли. Для этого от верхней линии сетки (линии условного горизонта) провести перпендикуляры, которые должны проходить через пикеты. На перпендикулярах в вертикальном масштабе (1:200) отложить значения превышений, равные разности отметок соответствующих точек и линии условного горизонта, отметку которого принять кратной 10м (с таким расчетом, чтобы точка профиля с наименьшей отметкой отстояла бы от неё не менее чем на 4см). Полученные на перпендикулярах точки соединить прямыми линиями.

Проектную линию на профиле провести при условии соблюдения приблизительного баланса земляных работ, т.е. так, чтобы суммы площадей фигур, образующих насыпи и выемки, были бы примерно равны.

Проектная линия может быть проведена с одним и с несколькими уклонами или быть горизонтальной. В данной работе проектная линия не должна быть горизонтальной. Отметки начальной и конечной точек проектной линии получить графически с профиля, учитывая вертикальный масштаб.

4. В гр. "Тип поперечного профиля" указать тип 3 (от ПК 15 до ПК 19) и тип 2 (от ПК 19 до ПК 23).

5. В гр. "Уклоны" диагональю показать направление уклона. Затем над линией подписать величину его в тысячных долях, под ней – длину горизонтального проложения линии указанного уклона. Уклон (i) равен отношению превышения к горизонтальному проложению:

$$i = h/d,$$

где h – разность проектных отметок начальной и конечной точек линий, d – горизонтальное проложение между этими точками.

Вычисленный уклон округлить до $0,001 = 1/1000$ (промилле) и вычислить уточненную отметку конечной точки:

$$H_{\text{кон.}} = H_{\text{нач.}} + id.$$

Уточненную отметку записать в графу "Проектные отметки".

Для вычисления проектных отметок ($H_{\text{пр}}$) всех остальных точек определить величину $h = id$, где d – расстояние между пикетами:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n-1,n},$$

т.е. превышение прибавлять к отметке точки, от которой было взято расстояние. При правильных вычислениях проектная отметка конечной точки должна получиться равной вычисленной ранее уточненной отметке.

Определить рабочие отметки ($H_p = H_{гр.} - H_{ф.}$) и подписать их над проектной линией (для насыпей) и под ней (для выемок).

По формулам

$$d_1 = \left(\frac{|H_1|}{|H_1| + |H_2|} \right) d; \quad d_2 = \left(\frac{|H_2|}{|H_1| + |H_2|} \right) d$$

найти расстояния от пикетов до точек нулевых работ. Здесь H_1 и H_2 - рабочие отметки задней и передней точек профиля (пикетных или плюсовых), между которыми расположена точка нулевых работ; d_1 и d_2 - расстояние от этих точек до точки нулевых работ, а d - расстояние между этими точками.

В результате должно соблюдаться равенство $d_1 + d_2 = d$.

Из точек нулевых работ на линию условного горизонта опустить перпендикуляры и полученные значения расстояний подписать над линией условного горизонта.

Отметку точки нулевых работ вычислить так же, как и проектные отметки (т.е. по расстоянию и уклону), и подписать вдоль перпендикуляра.

ПОСТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Поперечные профили (рис.) расположить на листе миллиметровой бумаги справа от продольного профиля. Их можно составить на отдельном листе, а затем подклеить к листу продольного профиля.

Горизонтальный и вертикальный масштабы поперечных профилей 1:200. Сетки поперечных профилей (ПК 17, ПК 19) составить из двух граф: "Отметка" и "Расстояние". Вычертить сетки и с учетом масштаба отложить длины поперечных профилей, отметить ось трассы. От оси влево и вправо отложить обозначенные в пикетажном журнале отрезки до характерных точек рельефа на поперечном профиле и выписать из журнала их отметки. Дальнейшее построение произвести в том же порядке, что и на продольном профиле. Проектирование на поперечных профилях делать не надо. Под чертежом указать масштабы его построения.

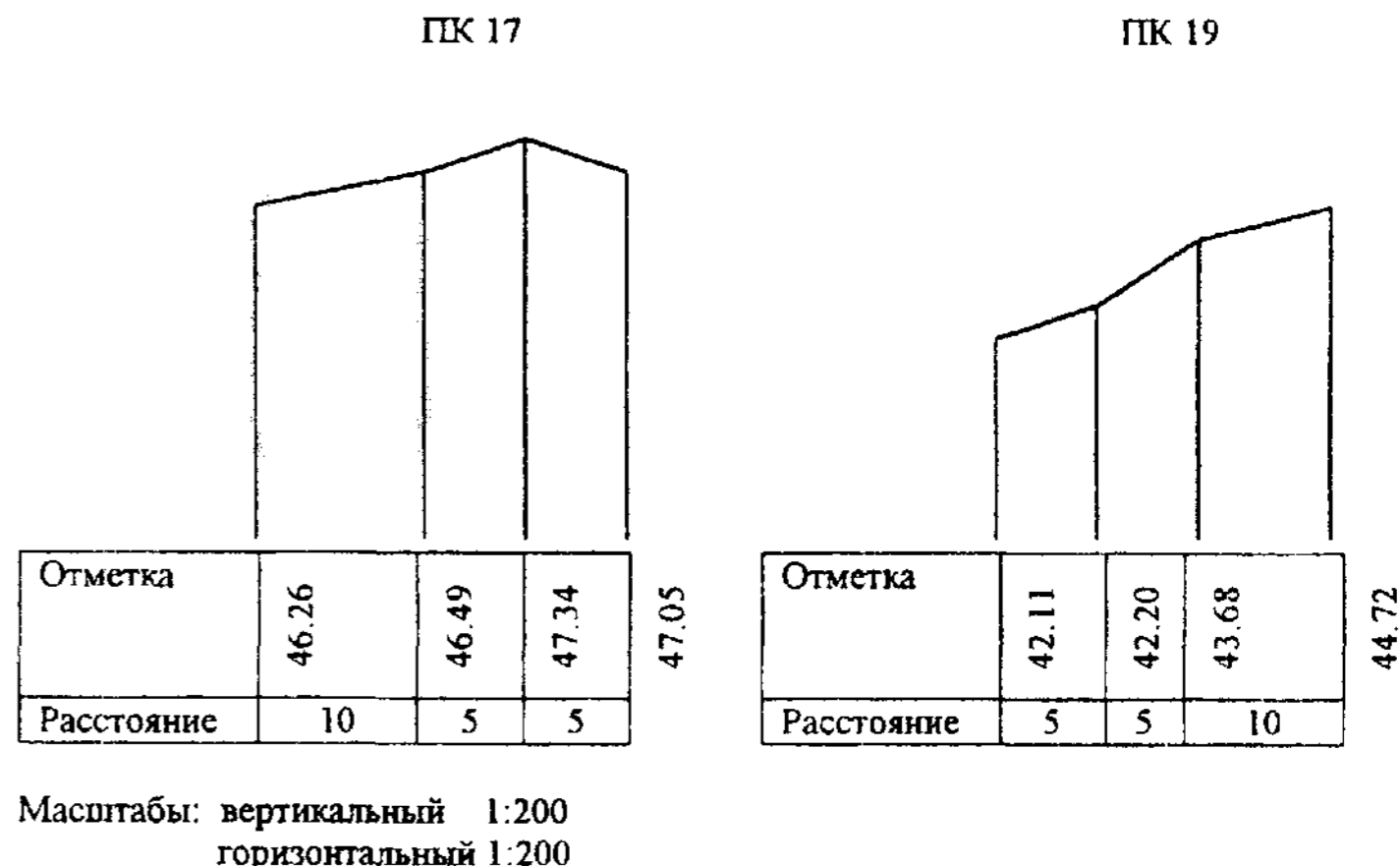


Рис. Поперечные профили

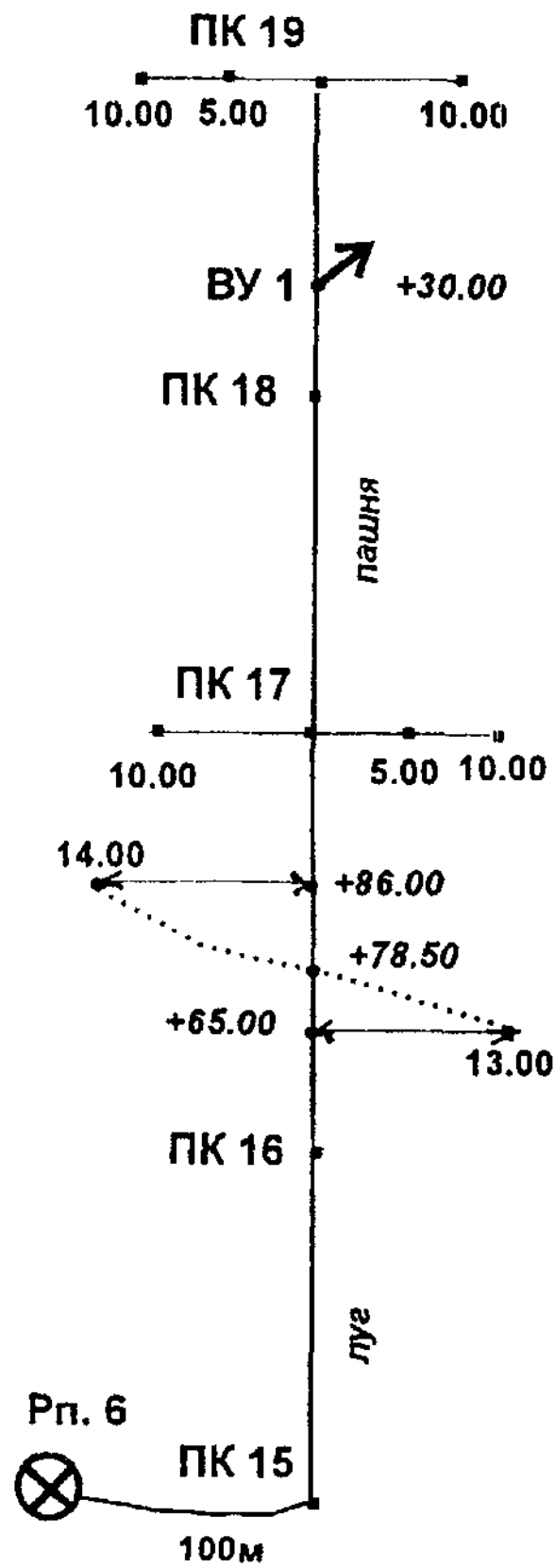
ОФОРМЛЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ

Все построения и надписи аккуратно выполнить тушью тонкими линиями. Красной тушью оформить проектную линию и все рабочие отметки, ось дороги в элементах плана, все линии и цифры в гр. "Проектные данные". Синей тушью показать перпендикуляры из точек нулевых работ на линию условного горизонта, отметки точек нулевых работ, горизонтальные расстояния d_1 и d_2 . Все остальные линии, надписи и цифры выполнить черной тушью. Насыпи окрасить желтым цветом, выемки - красным.

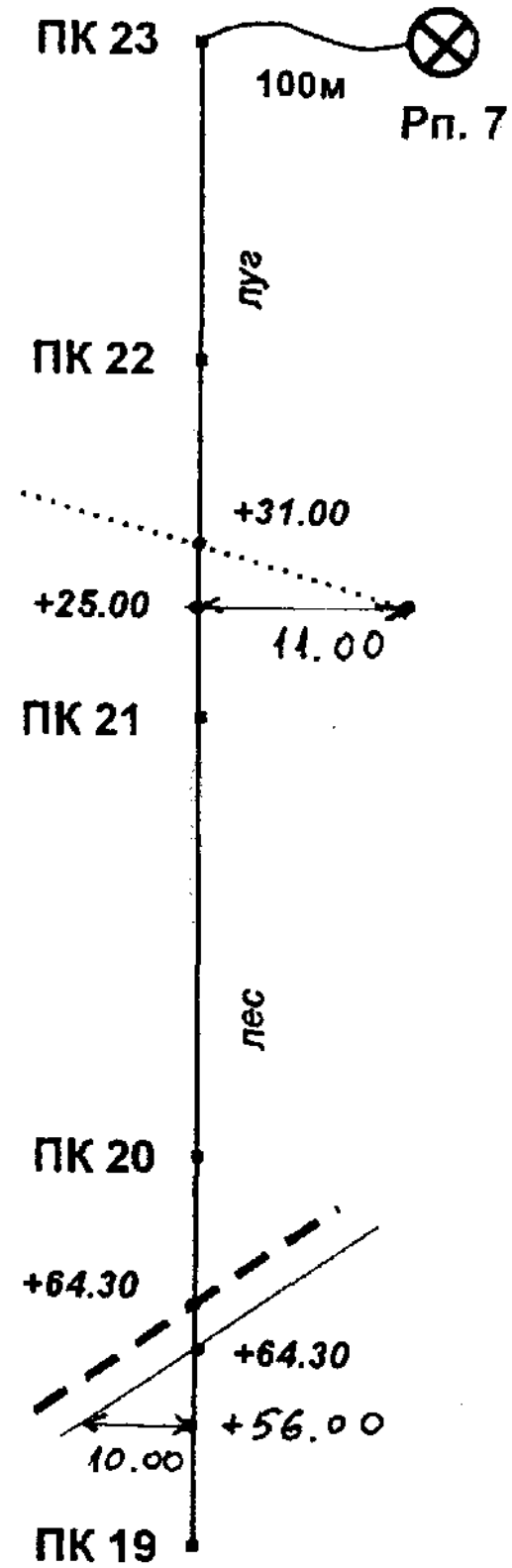
К сдаче необходимо подготовить следующие документы:

- 1) пикетажный журнал;
- 2) журнал нивелирования трассы;
- 3) продольный и поперечные профили

Пикетажный журнал



Приложение 1



Вычисление невязки нивелирного хода

Σh (практ.)	=
Σh (теор.)	=
f_h	=
$f_{h(доп.)} = 50 \text{ мм} \sqrt{L_{км}}$	=

Пикетажные значения точек начала и конца кривой

ВУ №1	=
T	=
НК	=
K	=
КК	=
Контроль	
ВУ №1	=
T	=
D	=
КК	=

Элементы круговой кривой

R =	$\Theta^\circ =$
T = R tg($\Theta^\circ / 2$)	=
K = R ($\Theta^\circ / \rho^\circ$)	=
B = R / cos($\Theta^\circ / 2$) - R	=
D = 2T - K	=
где $\rho^\circ = 180^\circ / \pi = 57.3$	

Угол для разбивки середины кривой

$\alpha = (180^\circ - \Theta^\circ) / 2 =$

Координаты для выноса пикета на кривую

$\phi = (\lambda \rho^\circ) / R =$	
$x = R \sin \phi =$	
$y = R (1 - \cos \phi) =$	
где λ - расстояние от НК до пикета (или от пикета до КК если разбивка от КК)	

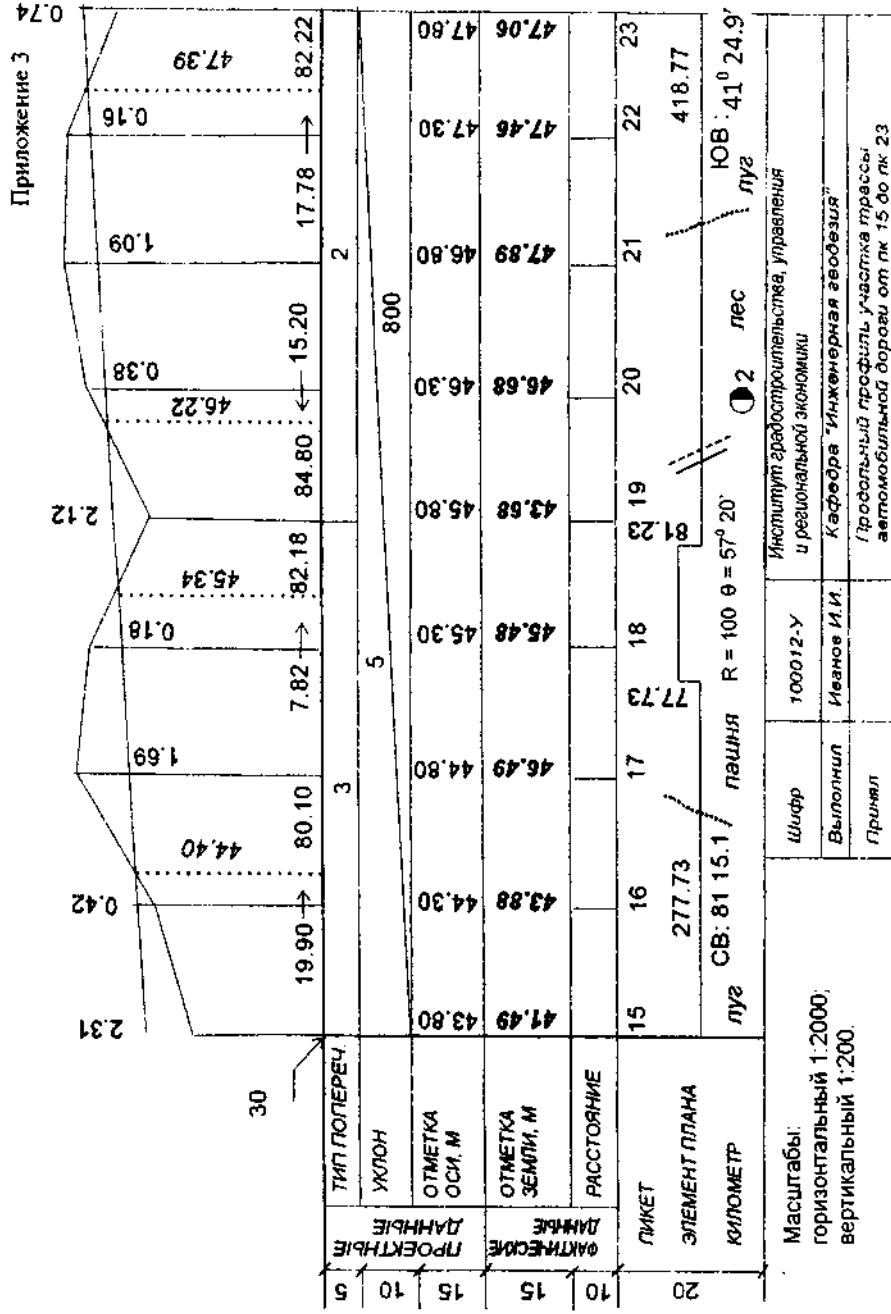
№ станции	№ точки	Отсчеты по рейке мм			Превышения, м		Горизонт инструмента м	Отметка м
		задние	передние	промежуточные	вычисленные	средние		
		хххх	хххх	хххх	х.ххх	х.ххх		
1	Рп.6	2057	1445		+0.612	+0.614		
	ПК15	6744	6128		+0.616			
		4687	4683					
2	ПК15	2803	0401		+2.402	+2.400		
	ПК16	7486	5088		+2.398			
		4683	4687					
3	ПК16	2915	0305					
	ПК17	7600	4988					
4	ПК17	1249	2257					
	ПК18	5935	6941					
	ПК17 л10			1533				
	ПК17 п5			0400				
	ПК17 п10			0692				
5	ПК18	0678	2486					
	ПК19	5364	7170					
Постранич. контроль		Σз	Σп	$\frac{\Sigma z - \Sigma p}{2}$	$\frac{\Sigma h}{2}$	Σh _{ср.}		

№ станции	№ точки	Отсчеты по рейке мм			Превышения, м		Горизонт инструмента м	Отметка м
		задние	передние	промежуточные	вычисленные	средние		
		хххх	хххх	хххх	х.ххх	х.ххх		
6	ПК19	1353	0325					
	X1	6040	5008					
	ПК19 л10			2918				
	ПК19 л5			2835				
	ПК19 п10			0315				
7	X1	2649	0677					
	ПК20	7333	5363					
8	ПК20	1249	2257					
	ПК21	5935	6941					
9	ПК21	1078	1506					
	ПК22	5765	6190					
10	ПК22	2486	0678					
	ПК23	7170	5364					
11	ПК23	1719	2447					
	Рп.7	6404	7131					
Постранич. контроль		Σз	Σп	$\frac{\Sigma z - \Sigma p}{2}$	$\frac{\Sigma h}{2}$	Σh _{ср.}		

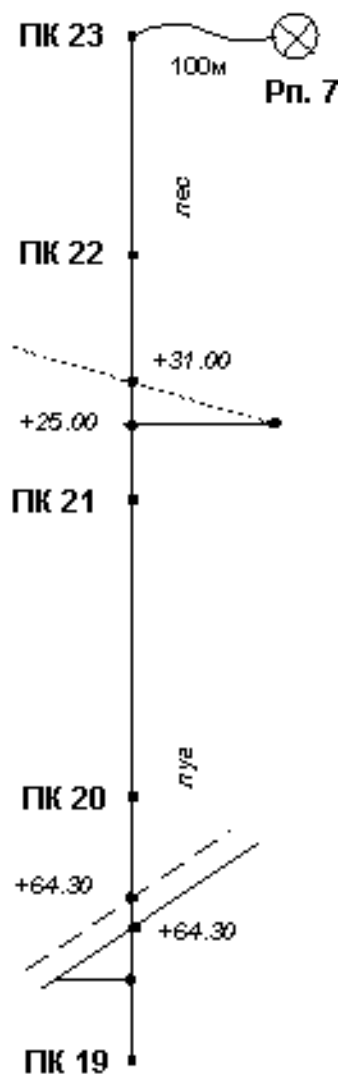
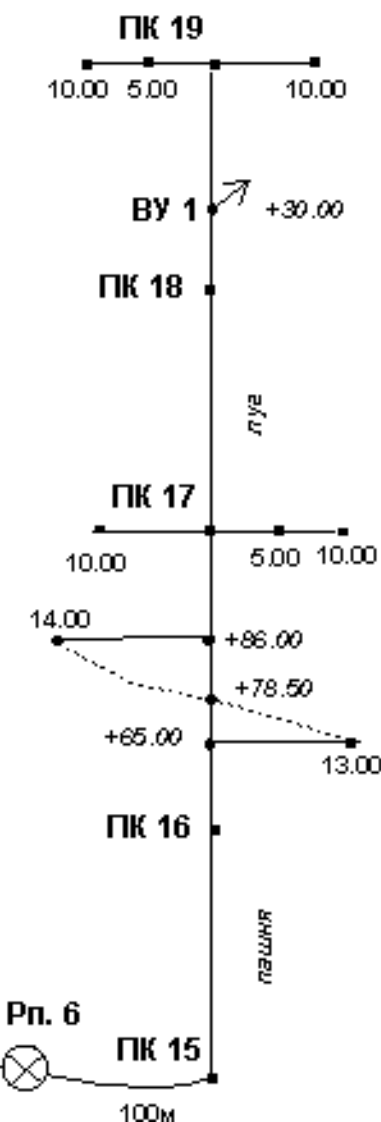
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 21.1701-97. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – 30 с.
2. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. – М.: Высш. шк., 2002. – 463 с.

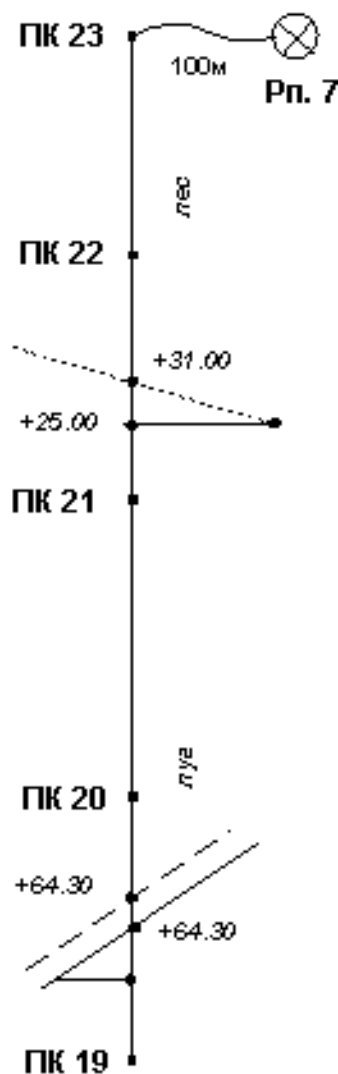
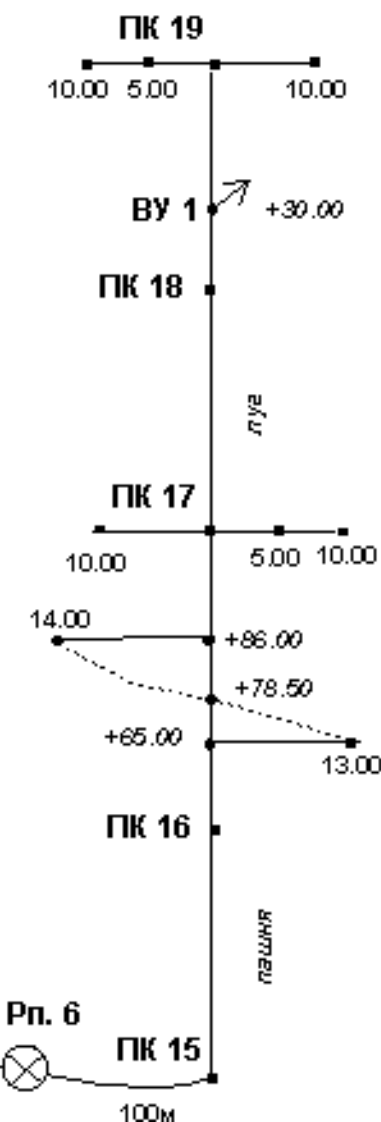
Замечание. Для исключения совпадений с вариантом студента исходные данные в прил. 3 приняты иные, чем на стр.3,



Пикетажный журнал



Пикетажный журнал



Вычисление невязки нивелирного
хода

$$\sum h(\text{практическая}) = \boxed{}$$

$$\sum h(\text{теор.}) = H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}} = \boxed{}$$

$$fh = \boxed{}$$

$$fh(\text{доп}) = 50 \text{ мм} \sqrt{L_{\text{км}}} = \boxed{}$$

Элементы круговой кривой

$$R = \boxed{} \quad \theta^\circ = \boxed{}$$

$$T = R \operatorname{tg}(\theta^\circ/2) = \boxed{}$$

$$K = R(\theta^\circ/\rho^\circ) = \boxed{}$$

$$B = R(\sec(\theta^\circ/2) - 1) = \boxed{}$$

$$D = 2T - K = \boxed{}$$

$$\text{где } \rho^\circ = 180^\circ/\pi \approx 57,3^\circ$$

Угол для разбивки
середины кривой

$$\alpha = (180^\circ - \theta)/2 = \boxed{}$$

Пикетажные значения точек
начала и конца кривой

$$\text{ВУ № 1} = \boxed{}$$

$$\text{Т} = \boxed{}$$

$$\text{НК} = \boxed{}$$

$$\text{К} = \boxed{}$$

$$\text{КК} = \boxed{}$$

Контроль

$$\text{ВУ № 1} = \boxed{}$$

$$\text{Т} = \boxed{}$$

$$\text{НК} = \boxed{}$$

$$\text{К} = \boxed{}$$

$$\text{КК} = \boxed{}$$

$$\text{Д} = \boxed{}$$

$$\text{КК} = \boxed{}$$

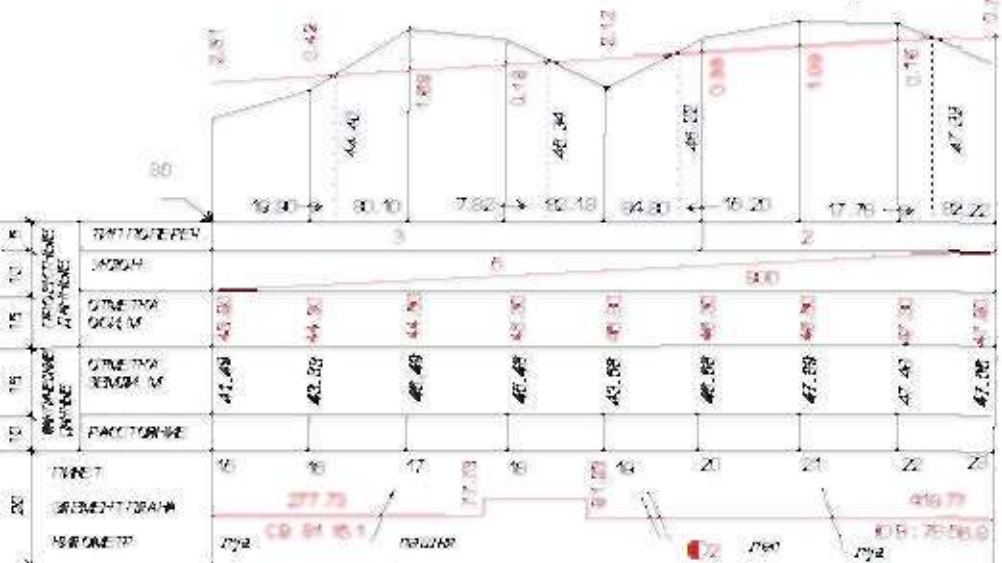
Координаты для выноса
пикета на кривую

$$\varphi^\circ = (\lambda \rho^\circ)/R = \boxed{}$$

$$x = R \sin \varphi = \boxed{}$$

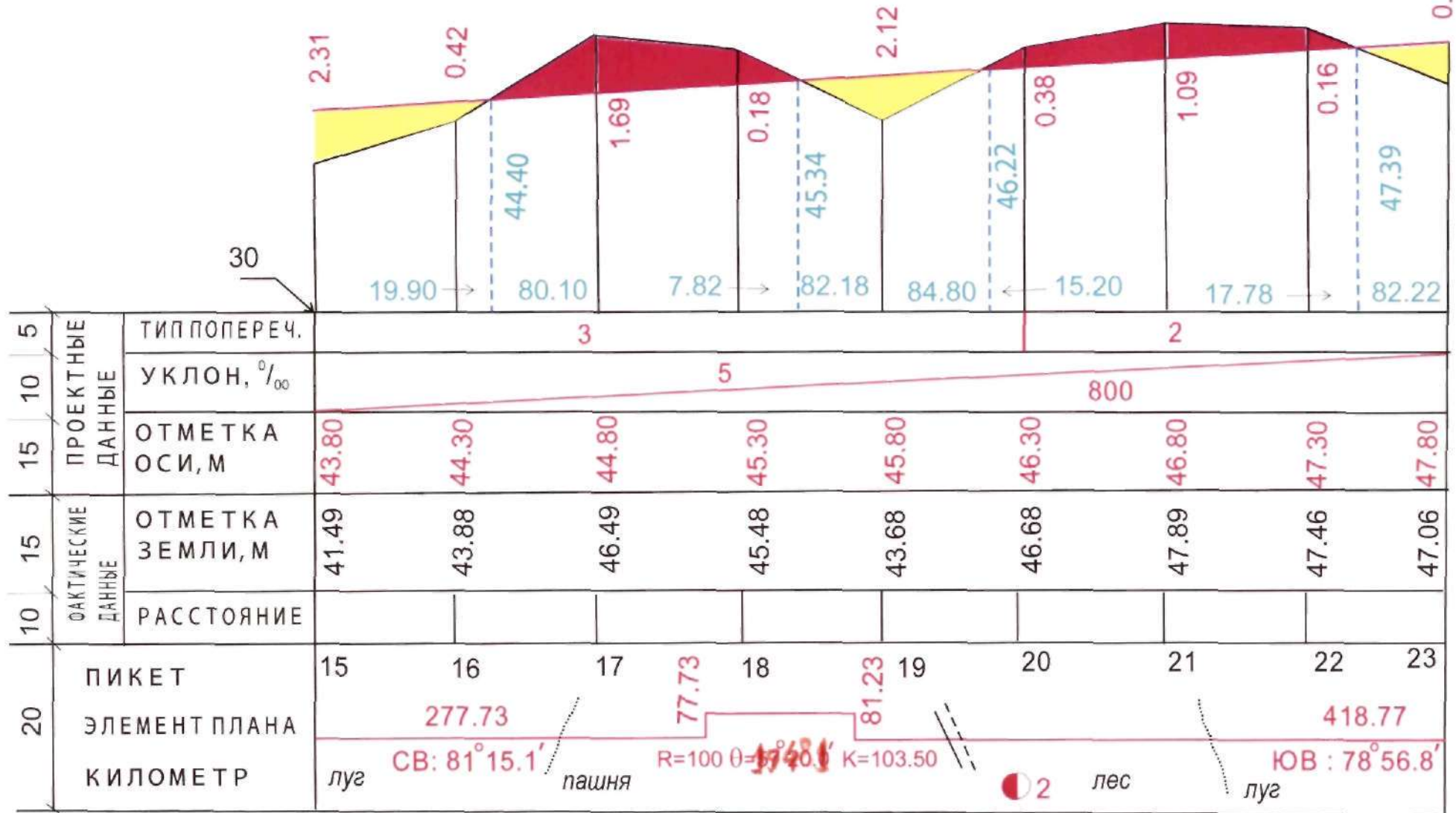
$$y = R(1 - \cos \varphi) = \boxed{}$$

где λ - расстояние от НК
до пикета (или от пикета до
КК)



Масштабы:
горизонтальный 1:200
вертикальный 1:20

Шкала	1000:1	Книжка на ар-ин-ем-тра-и-спос-ил-ел-е-ва-С-р-У
Вопросы	Масштаб 1:1	Каждый шаг измерения должен
Примеч		Горизонтальный профиль указан на трассе аэрофотограмметрическим способом от 1:500 до 1:20



Масштабы:
горизонтальный 1:2000;
вертикальный 1:200.

Ш и ф р	100012-У	Институт градостроительства, управления и региональной экономики
Выполнил	Иванов И.И.	Кафедра "Инженерная геодезия"
Принял		Продольный профиль участка трассы автомобильной дороги от пк 15 до пк 23