

The background image shows a railway track receding into the distance. A surveying profile is overlaid on the track, consisting of a central red line and two side red lines. The central line has a label '435.2 m' in red. The side lines have a label '3.2 m' in red. The track is flanked by gravel and greenery.

***Тема 11. Нивелирование
трассы. Составление
профиля.***

Нивелирование трассы и поперечников.

Нивелирование трассы производят вслед за разбивкой пикетажа, обычно в два нивелира по двухсторонним рейкам.

Первым прибором нивелируют все точки по трассе: ***пикеты, плюсовые точки, реперы, главные точки кривой.***

Вторым инструментом нивелируют для контроля только ***реперы, связующие пикеты***, а также ***поперечники и геологические выработки*** на трассе.

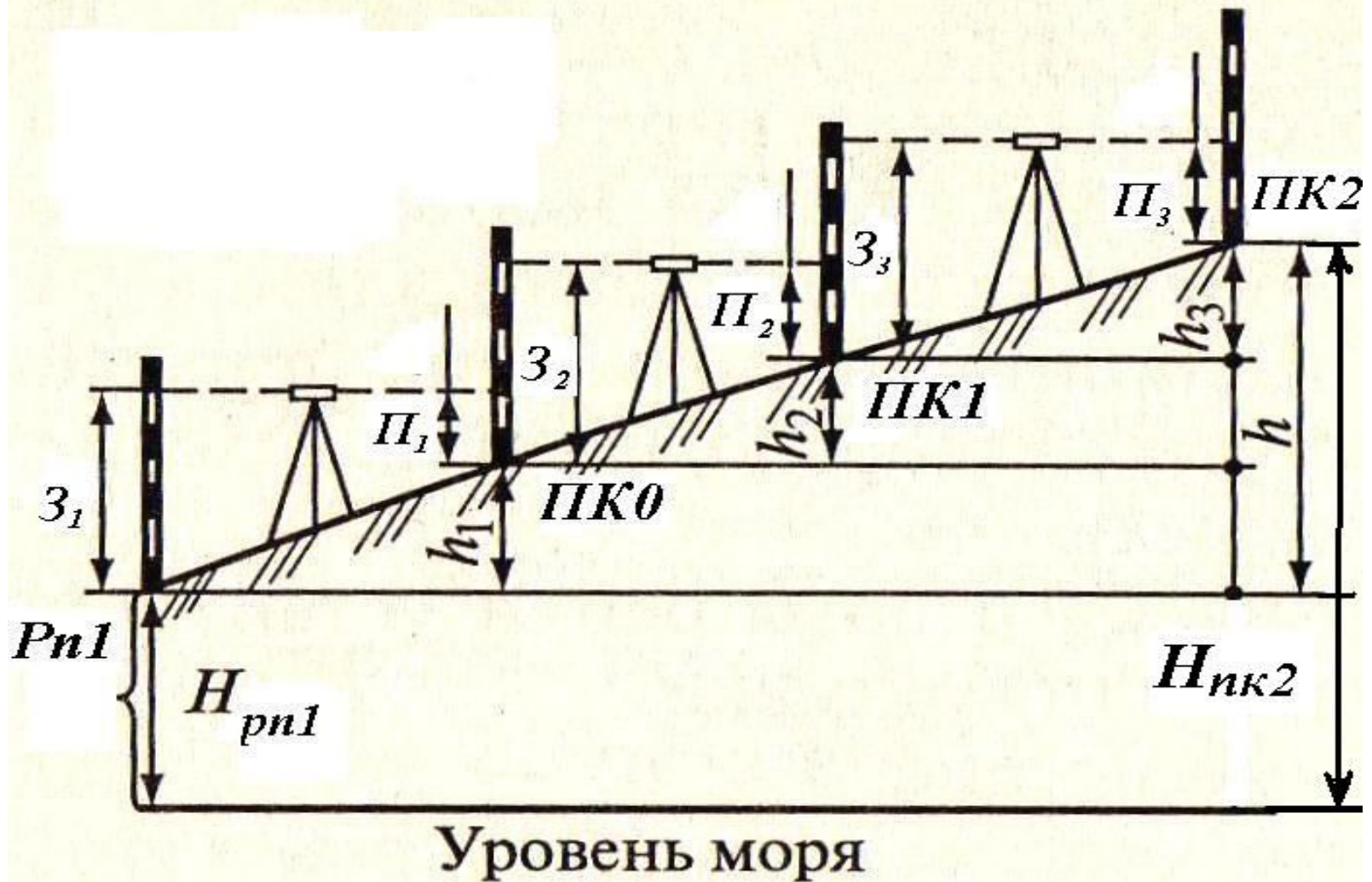
Километровые пикеты и реперы

обязательно нивелируют, как связующие точки, обоими нивелирами.

Связующими называют точки общие для двух стоянок нивелира.

Все остальные точки на трассе называют ***промежуточными***.

Нивелирование трассы производят путем проложения вдоль трассы ***нивелирного хода*** состоящего из нескольких станций.



$$h = h_1 + h_2 + h_3 = \Sigma h = \Sigma (z - \Pi) = \Sigma z - \Sigma \Pi$$

$$H_{пк2} = H_{pn1} + \Sigma h$$

Нивелирование по ходу обычно ведут методом *из середины*, устанавливая равенство плеч «на глаз».

При этом в зависимости от увеличения зрительной трубы связующие точки можно брать через 100м или через 200м. В первом случае ими будут служить все пикеты, а во втором -через пикет.

Превышения между связующими и пикетными точками определяют по *черной* и *красной* сторонам реек.

Условия местности (крутые склоны и др.) часто заставляют значительно уменьшать расстояния между связующими точками, что является нежелательным, так как увеличение числа станций в ходе ведет к увеличению объема работы и к большему накоплению погрешностей в суммарном превышении.

Высотная привязка трассы к реперам производится нивелирными ходами от реперов до точек трассы.

Порядок работы на станции при нивелировании трассы :

- 1) на связующие точки реечники ставят рейки на верх колышка;
- 2) нивелир устанавливают между связующими точками так, чтобы при горизонтальном положении визирного луча можно было взять отсчеты по задней и передней рейкам, при этом надо стремиться к тому, чтобы расстояния от нивелира до реек были примерно равны;

3) после приведения вертикальной оси нивелира в отвесное положение наводят трубу на черную сторону задней рейки, берут по среднему горизонтальному штриху сетки нитей отсчет ($Z_{\text{ч}} = 0343$) и записывают его в графу 3 журнала нивелирования;

4) затем наводят трубу нивелира на черную сторону передней рейки, берут отсчет ($\Pi_{\text{ч}} = 1628$) и записывают его в графу 4 журнала;

5) далее берут отсчеты сначала по красной стороне передней рейки ($\Pi_k = 6415$);

6) затем по красной стороне задней рейки ($З_k = 5132$);

7) дважды вычисляют превышение как разность отсчетов $З - \Pi$ по черным и красным сторонам реек.

Например:

$$h_{\text{ч}} = З_{\text{ч}} - \Pi_{\text{ч}} = 0343 - 1285 = -1285 \text{ мм},$$

$$h_k = З_k - \Pi_k = 5132 - 6415 = -1283 \text{ мм}.$$

Расхождение между двумя значениями превышений допускается не более 5 мм (в случае, если разность превышений будет более 5мм, то производят повторное нивелирование на данной станции).

8) Затем рейку последовательно устанавливают на плюсовых точках, где берут отсчеты только по черной стороне рейки и записывают в графу 5 журнала.

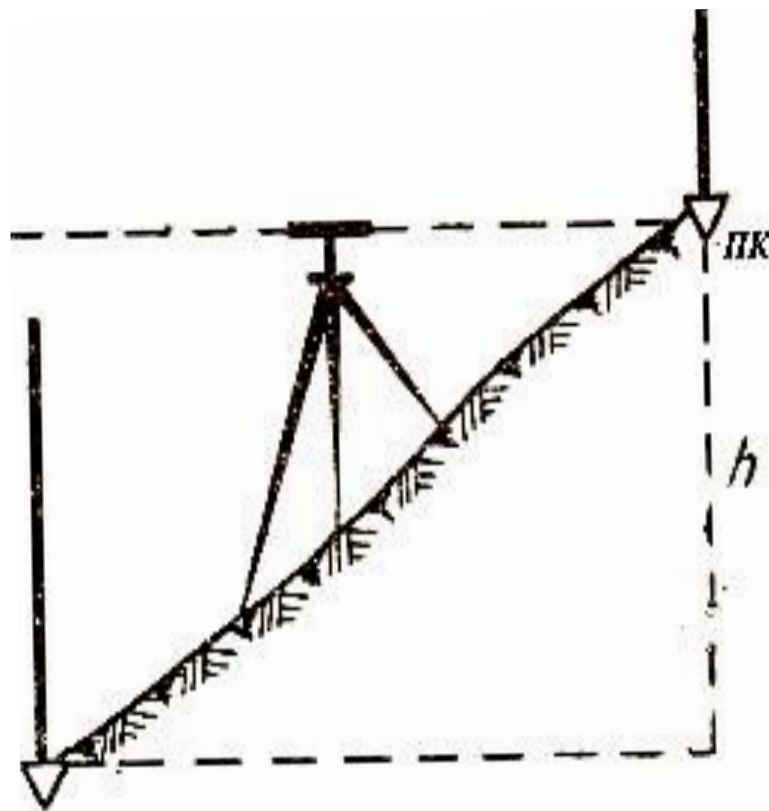
Журнал нивелирования трассы

№ ст.	Наблюдаемые точки	Отсчеты по рейке			Превышен.		Средние превышения		Горизонт нивелира	Абсолютные отметки
		задней	передней	промеж.	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рп №1	0343								59,667
	ПК 0	5132	1628 6415			1285 1283		+2 1284		58,385
2	ПК 0	1134							59,519	58,385
	+20	5921		0944						58,575
	+60		2034	0712		0900		+2		58,807
	ПК 1		6819			0898		0899		57,488
3	ПК 1	0482							57,970	57,488
	+30	5269		0815						57,155
	+35			2248		0493		+2		55,722
	+80		0975	1110		0493		0493		56,860
	ПК 2		5762							56,997
	Σ	18231	23633					-2676		

$$(\Sigma З - \Sigma П)/2 = (18281 - 23633)/2 = 2676$$

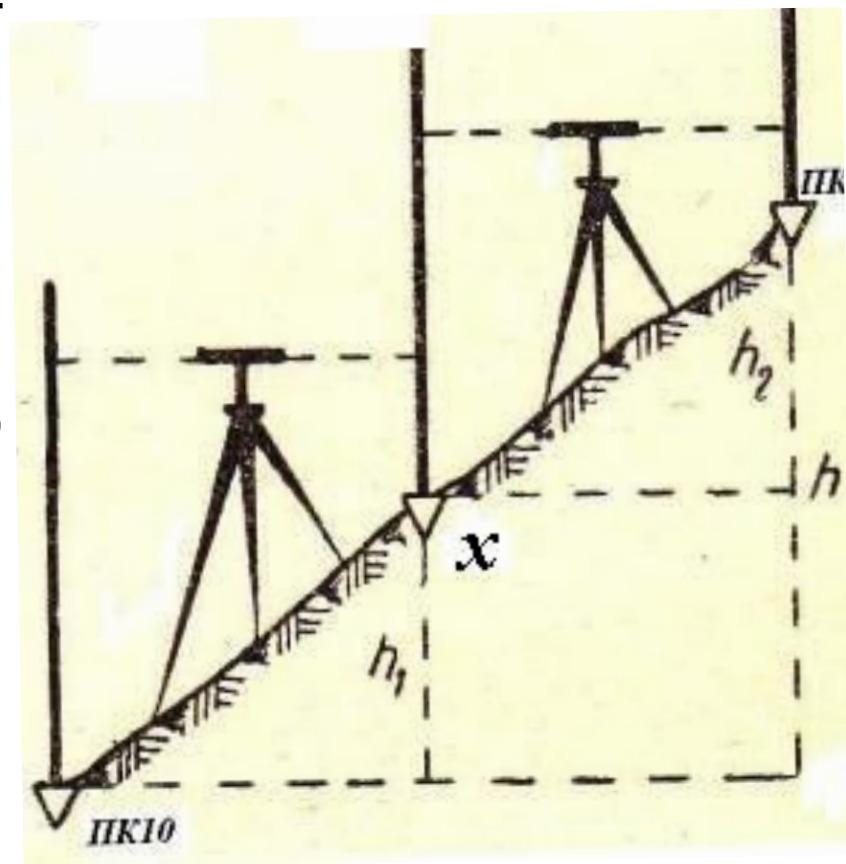
$$\Sigma h_{cp} = - 2676$$

На местности с большими уклонами земной поверхности часто приходится в качестве связующих точек использовать плюсовые точки, или специально устанавливаемые **иксовые** точки. Это может быть в том случае, если с одной станции невозможно пронивелировать две соседние точки пикетажа.



Тогда между точками пикетажа выбирается одна или больше иксовых точек так, чтобы при помощи их можно было бы произвести нивелирование.

Иксовые точки служат лишь для передачи отметок, поэтому расстояния от них до пикетов не измеряются и на профиль эти точки не наносятся.



На криволинейных участках трассы нивелируют как промежуточные точки начало, середину и конец кривой, а также все пикеты и плюсовые точки, вынесенные с тангенса на кривую.

Нивелирование трассы через пикет возможно только при равнинной местности.

Нивелирование поперечников.

Поперечники — это прямые линии перпендикулярные к направлению трассы.

Разбивают их обычно с помощью эккера или теодолита на 20 – 50м влево и вправо от оси трассы.

Если позволяют условия местности, то нивелирование поперечников производят с ближайших к ним станций продольного нивелирования трассы.

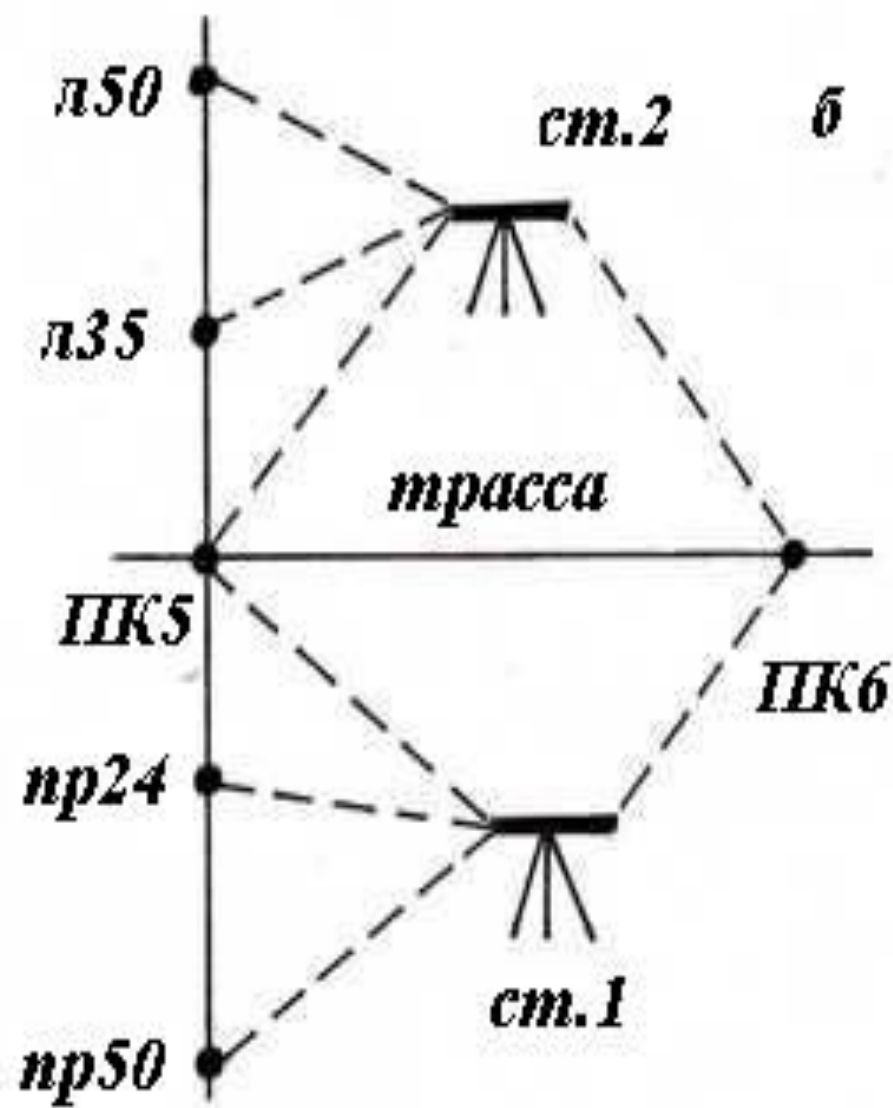
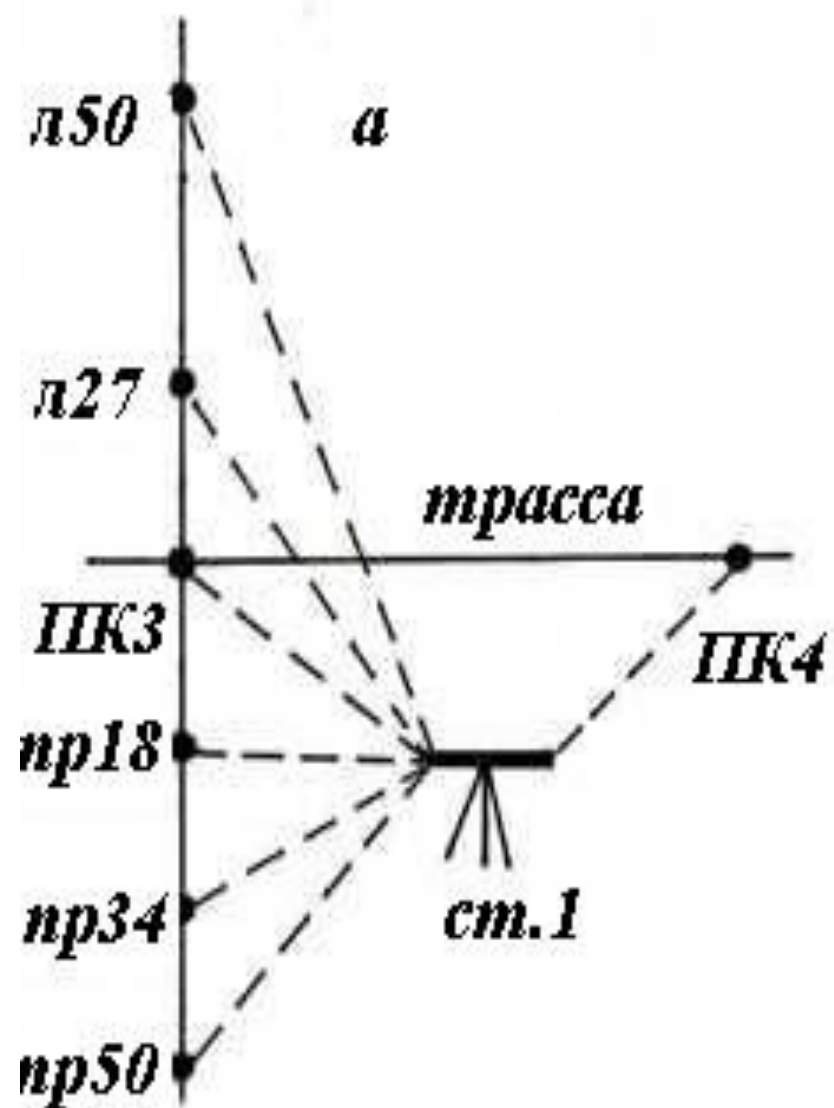
В противном случае поперечники нивелируют с отдельных станций, причем отсчеты по рейке берут на всех точках поперечника, только по черной стороне рейки.

Отсчеты записывают на отдельных страницах в конце журнала нивелирования.

№ ст	Наблюд аемые точки	Отсчеты по рейке			Превы шение		Сред. превы шения		Горизонт нивелира	Абсолю тные высоты
		задней	перед	проме жут.						
					+	–	+	–		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	ПК 3 Пр +18 Пр +34 Пр +50 Лево+27 Лево+50	1181		2171 2730 2890 0785 0220					57,081	55,900 54,910 54,351 54,191 56,296 56,861

Станции нивелирования на поперечниках выбирают так, чтобы были видны отсчеты на все характерные точки поперечника (правые и левые от его оси), а также на одну или две точки лежащие на трассе (обычно на задний или передний пикеты или плюсовые точки (а).

На крутых косогорах нивелирование поперечника с одной станции выполнить невозможно, поэтому поперечник нивелируют с нескольких станций (б).



Вычисление высот точек на поперечниках
выполняют через горизонт нивелира. По
высотам точек на поперечниках составляют
поперечные профили трассы.

Обработка журнала нивелирования и составление профиля трассы

В журнале нивелирования (см. таблицу выше) для каждой станции вычисляют среднее значение превышения как среднее арифметическое из превышений, полученных по черным и красным сторонам реек.

Например, для первой станции

$$h_{cp} = [-1285 + (-1283)] / 2 = - 1284 \text{ мм}$$

Средние превышения записывают в графы 8 или 9 в зависимости от знака. Если среднее превышение оканчивается на 0,5 мм, то результат округляют до 1 мм к ближайшей четной цифре.

Например:

$$h_{cp} = 1984,5 = 1984 \text{ мм}; \quad h_{cp} = 2113,5 = 2114 \text{ мм.}$$

На каждой странице журнала выполняют постраничный контроль, проверяя равенство:

$$(\Sigma Z - \Sigma П)/2 = \Sigma(+h)_{cp} + \Sigma(-h)_{cp} = \Sigma h_{cp}$$

Например,

$$(\Sigma Z - \Sigma П)/2 = -2676; \quad \Sigma h_{\text{ср}} = -2676.$$

За счет ошибок округлений допускаются расхождения в равенстве постраничного контроля в пределах 1 – 2 мм.

Если нивелирование трассы привязано к реперам, то вычисляют невязку в превышениях по формуле:

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

где $H_{\text{нач}}$ и $H_{\text{кон}}$ — отметки начального и конечного реперов:

f_h — невязка (должна быть меньше $\pm 50\text{мм}\sqrt{L}$).

Например,

$$L = 2 \text{ км, то } f_{h \text{ доп}} = \pm 50\text{мм}\sqrt{2} = \pm 70\text{мм}.$$

Невязку распределяют с противоположным знаком поровну, на средние превышения хода, округляя до 1мм, при этом сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

Поправки в превышения записывают в журнал нивелирования (над средними превышениями).

Далее по высотам (отметкам) реперов трассы и уравненным превышениям (средние превышения с учетом поправок) вычисляют высоты всех связующих точек трассы по правилу: высота последующей точки $H_{\text{посл.}}$ равна высоте предыдущей $H_{\text{пред.}}$ плюс уравненное уравнение h между ними.

$$H_{\text{посл.}} = H_{\text{пред.}} + h$$

Высоты плюсовых (промежуточных) точек и точек на поперечниках вычисляют через горизонт нивелира.

Горизонт нивелира (ГН) равен высоте точки плюс отсчет по черной стороне рейки на этой точке, например,

на второй станции горизонт нивелира равен:

$$\text{ГН} = H_{\text{пк0}} + z_{\text{ч.}}$$

$$\text{ГН} = 58,385 + 1,134 = 59,519 \text{ м}$$

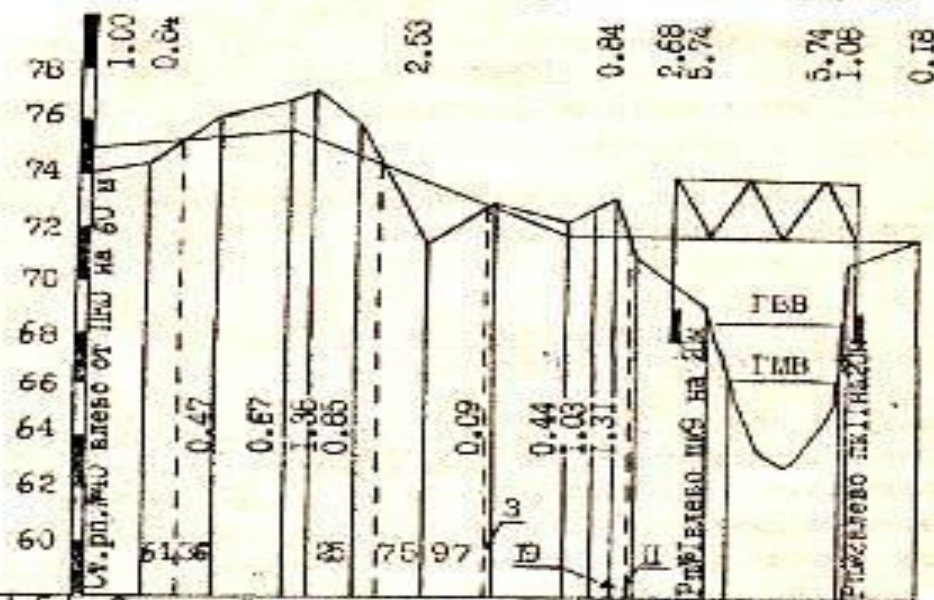
Высоты промежуточных точек +20 и +60 получены как горизонт нивелира на второй станции минус отсчет по рейке на этих точках:

$$H_{+20} = 59,519 - 0,944 = 58,575\text{м};$$

$$H_{+60} = 59,519 - 0,712 = 58,807\text{м}.$$

Аналогично через горизонт нивелира вычисляют высоты точек поперечника на пикете 3 (см таблицу выше).

Масштабы : горизонтальный I : 10000
вертикальный I : 200



Грунты	5	Суглинок										Песок							
Ситуация	20	П а ш н я										Р е к а С о ж							
Ординаты	5																		
Проектные отметки	15	75.02	75.41	75.90	76.20	75.84	75.15	74.10	73.05	72.00	72.00								
Уклоны	10	3.9	300			400	10.5			0									
Фактические отметки	15	74.02	74.57	75.27	75.87	77.22	76.00	71.57	73.14	72.44	73.03	73.31	71.16	69.32	66.26	66.26	71.82		
Расстояния	10					66										91			
Пикеты		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
План линии	40	347.41		47.41	52.59	92.30	7.70	707.70											
		22°52'		R=600		L=40		K=144.89,		T=72.59									
Километры																			