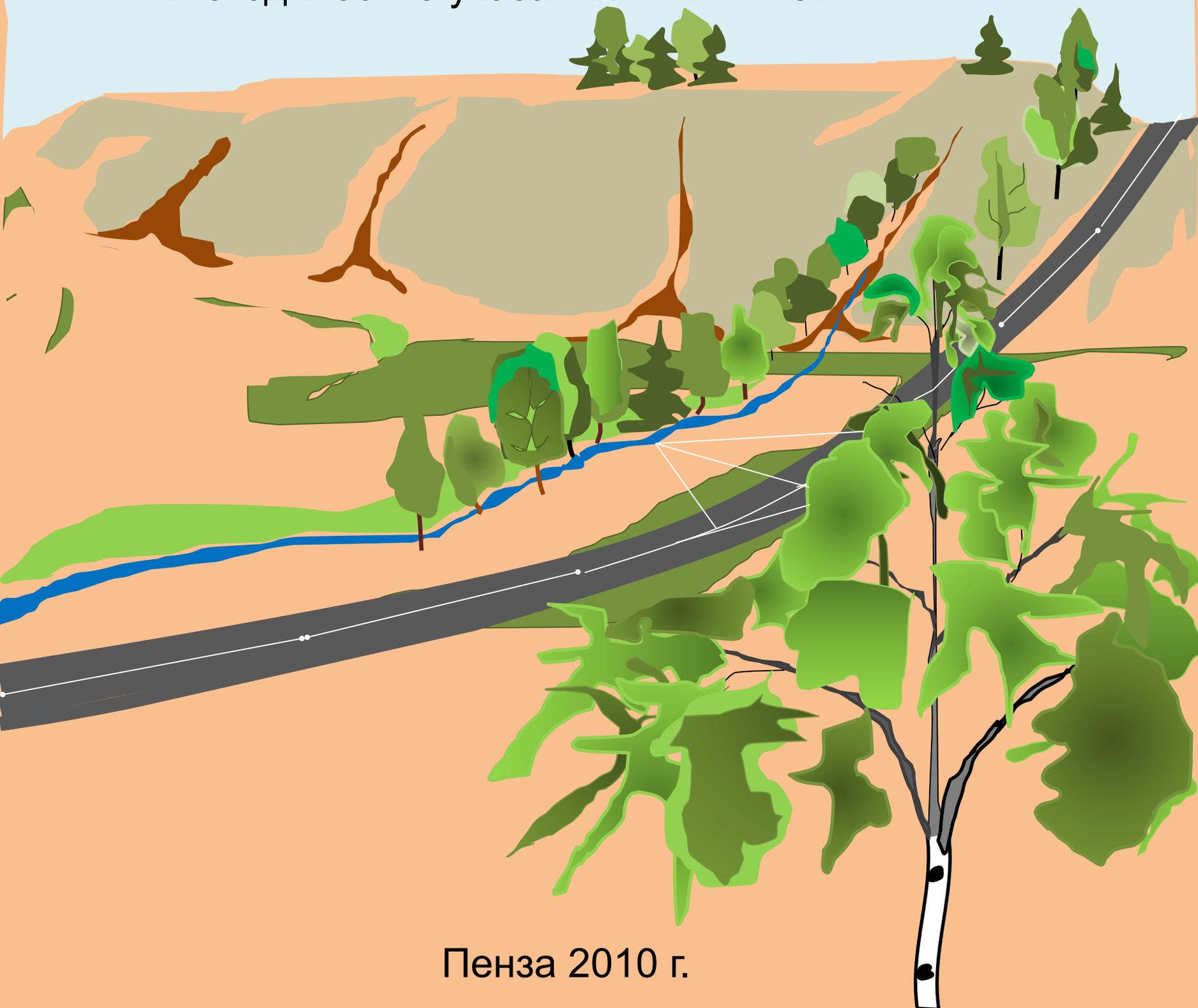


ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ И ПРЕКТИРОВАНИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Пономаренко В.В.

Методические указания к РГР №3.



Пенза 2010 г.

Данное методическое пособие предназначено для строительных специальностей, а также специальностей 120301, 120302, 120303, очных и заочных форм обучения. Цель работы получения навыков студентами в расчетах и построении профиля автодороги.

Продольная ось линейного сооружения называется трассой. Задать на местности положение трассы, значит задать положение самого линейного сооружения.

Наиболее типичным примером линейных сооружений является автодорога, так как методы ее изыскания и проектирования характерны для всех линейных сооружений и охватывает широкий комплекс работ.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Ортогональная проекция линейного сооружения на горизонтальную плоскость представляет собой чередование прямых и кривых линий плавно переходящих в друг друга. Профиль автодороги состоит из прямолинейных участков плавно переходящих друг в друга.

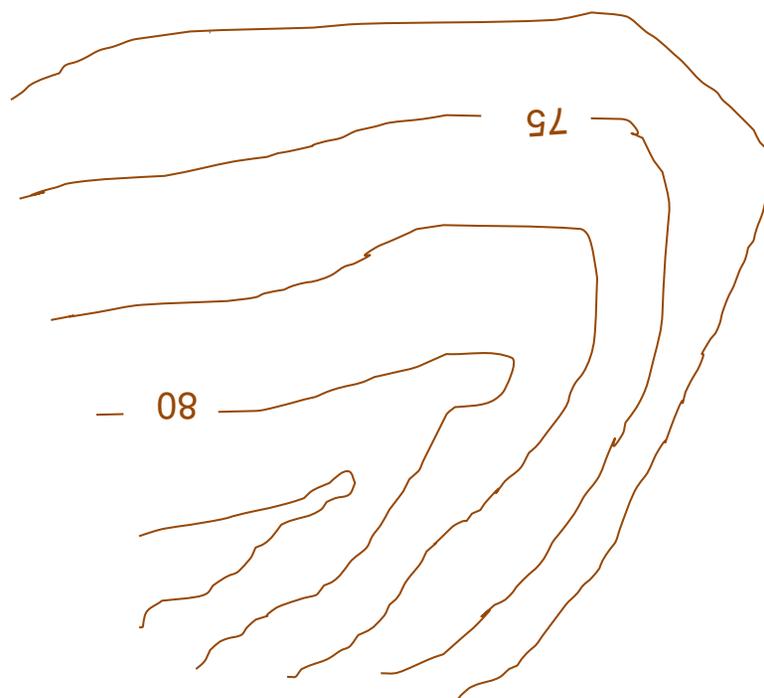
Комплекс работ по выбору трассы называется трассированием, он подразделяется на полевое и камеральное трассирование.

Камеральное трассирование.

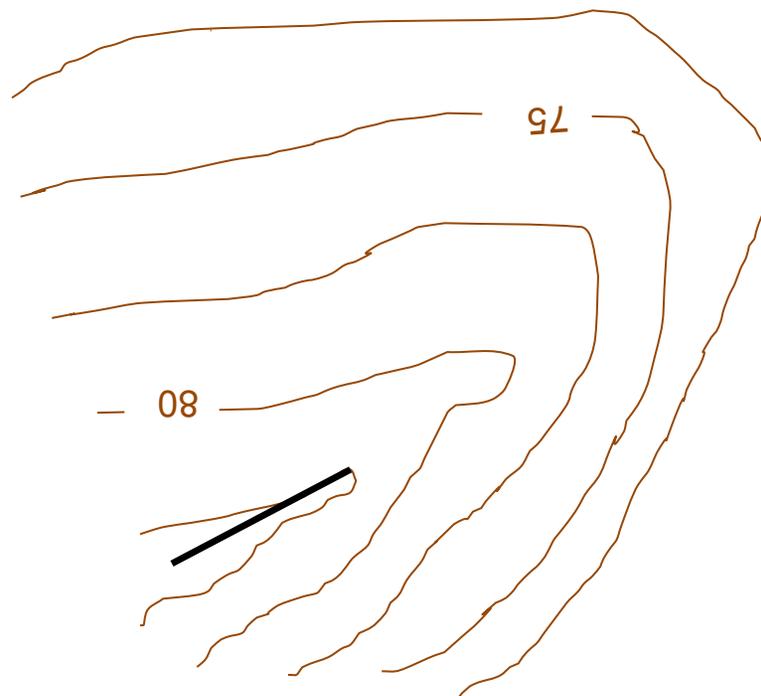
На начальном этапе трассирования используют топографические карты 1:25000 и 1:50000 масштабов. В случае когда трасса не уместится на одном листе карты, используются карты более мелкого масштаба. На этих картах выбираются опорные точки, через которые должна пройти автодорога. Эти точки выбираются таким образом, чтобы отрезок автодороги заключенный между ними, мог поместиться на карте рабочего масштаба.

На равнинной местности рельеф не препятствует продвижению трассы в любом направлении, поэтому такое трассирование называется свободным. В гористой или сильно всхолмленной местности, основным фактором, влияющим на выбор трассы, является рельеф, так как крутизна скатов на местности, превышает допустимые значения для проектируемых сооружений.

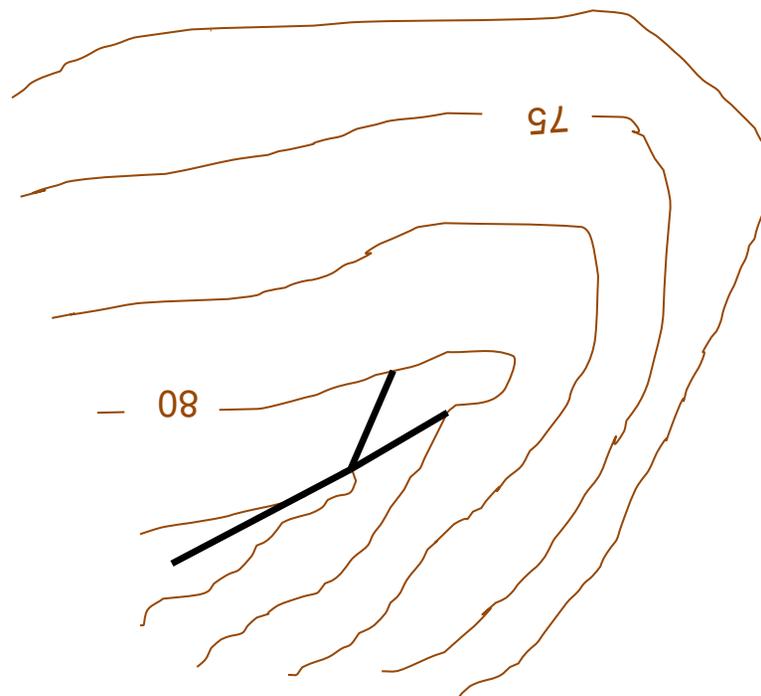
В таких условиях трассу ведут напряженным ходом, т.е. выбирают такие направления, где бы уклон местности соответствовал допустимым значениям уклона трассы.

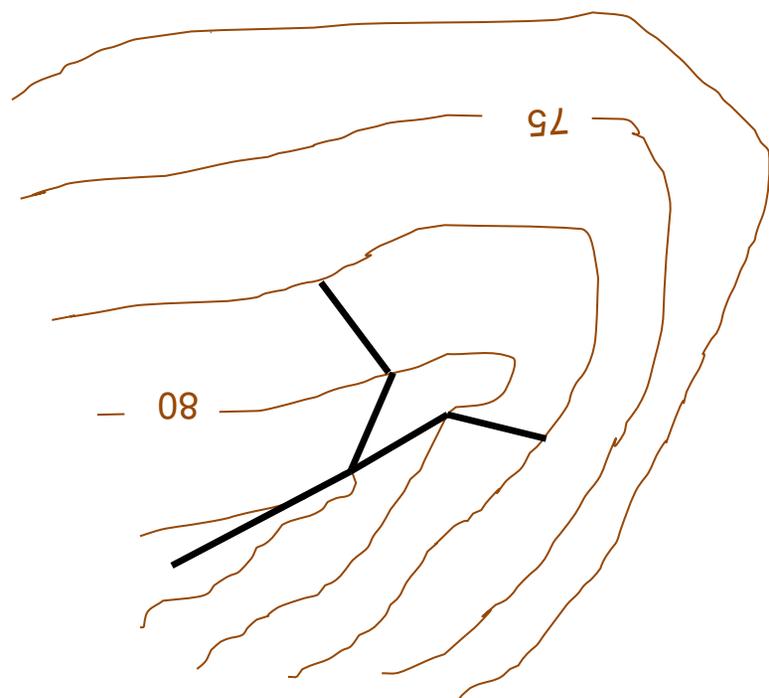


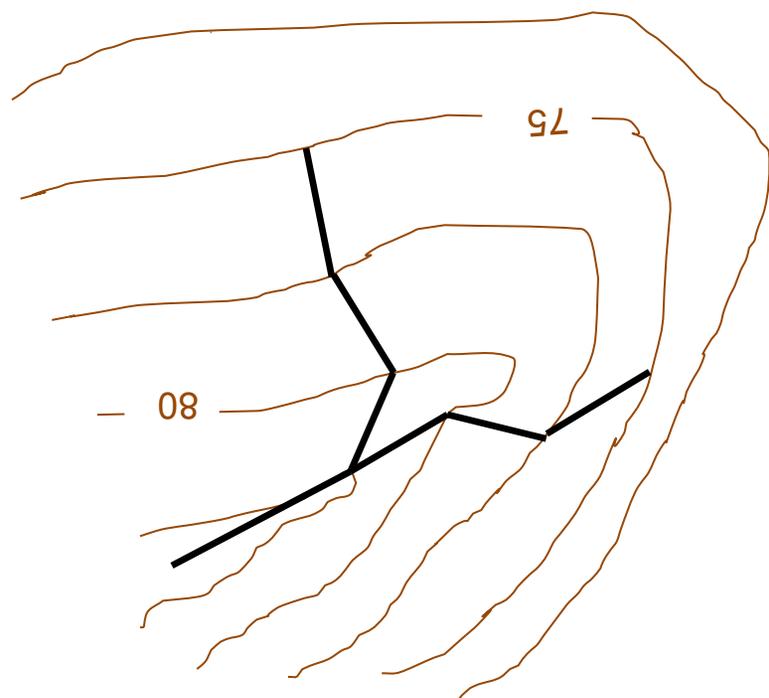
В таких случаях строится линия с заданным уклоном.
Обычно строится несколько вариантов, из которых
выбирается наиболее приемлемый.



В таких случаях строится линия с заданным уклоном.
Обычно строится несколько вариантов, из которых
выбирается наиболее приемлемый.







Полученная таким образом линия трассы является слишком извилистой, поэтому ее спрямляют.

Разместив трассу на карте, определяют координаты ее углов поворота, строят пикетаж, делают расчет сопрягающих кривых и составляют продольный профиль, используя для этого высоты точек, найденные по горизонталям.

Полевое трассирование.

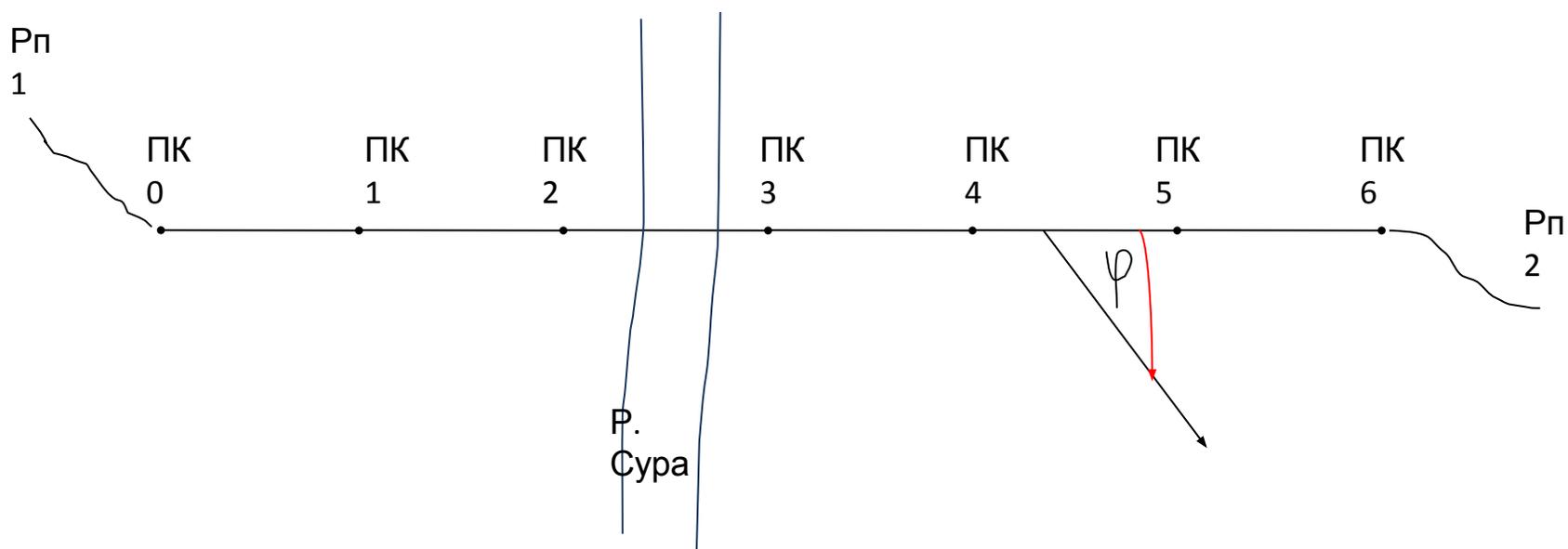
Полевое трассирование начинается с рекогносцировки, т. е. на местности отыскиваются точки опорной геодезической сети и осуществляется привязка к ним. Осуществляется разбивка пикетажа (вдоль трассы последовательно откладываются отрезки по сто метров). Начало и конец отрезков закрепляются колышками, называемые пикетами.

Нумерация пикетов ведется от начала трассы. Первому пикету присваивается 0 номер. Помимо пикетов на местности закрепляются рельефные точки (перегибы скатов), контурные (пересечение трассой контуров местности), а также вершины углов поворота. Эти точки называются плюсовыми. Расстояние до них измеряется в метрах от младшего пикета. Например: имеется точка ПК4+40, это значит что она удалена на 440 метров от начала трассы (нулевого пикета).

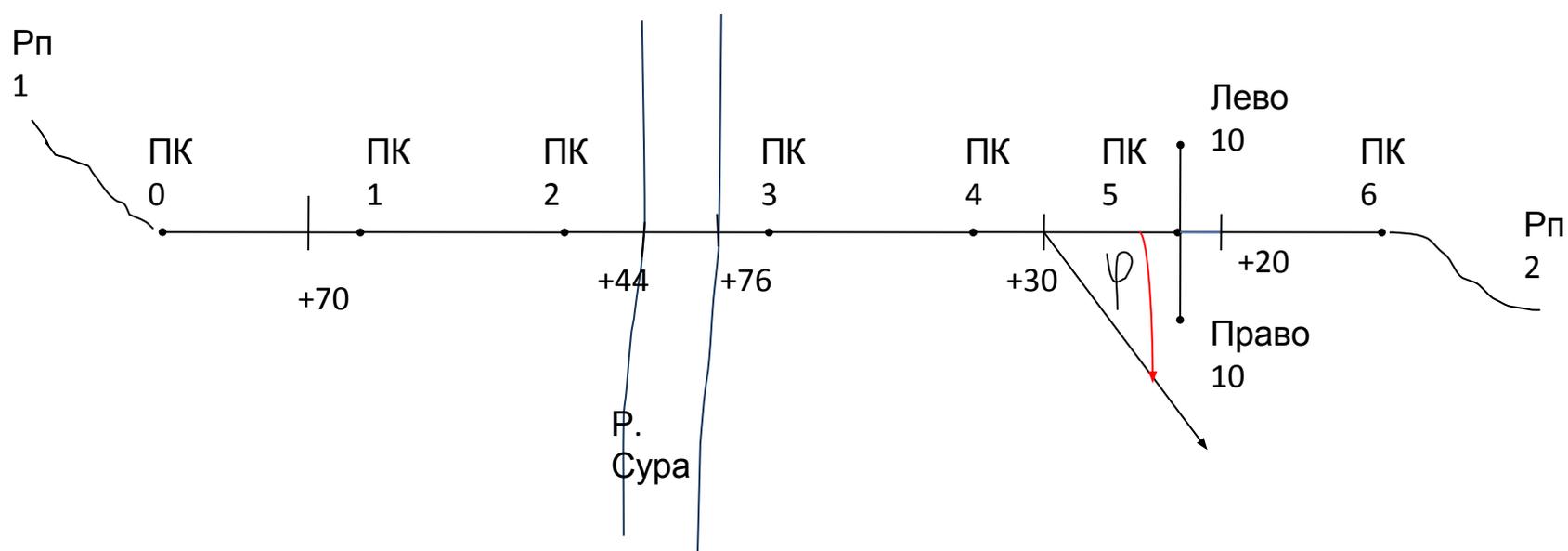
Для характеристики поперечных уклонов местности в обе стороны от трассы разбиваются поперечники, которые также обозначаются колышками с подписанными на них номерами, а так же направлениями и расстояниями от трассы, (Право – 20, Лево-20), что означает, точка расположена в 20 метрах вправо или влево от трассы.

Одновременно с разбивкой пикетажа ведется съемка местности прилегающей к трассе. Результаты съемки заносятся в пикетажный журнал, в котором трассу обозначают прямой линией, а углы поворота стрелками.

В пикетажный журнал записывают номера и данные привязок, реперов, пикетов, поперечников, положение плюсовых точек.



Сведения о грунтах в пределах трассы.



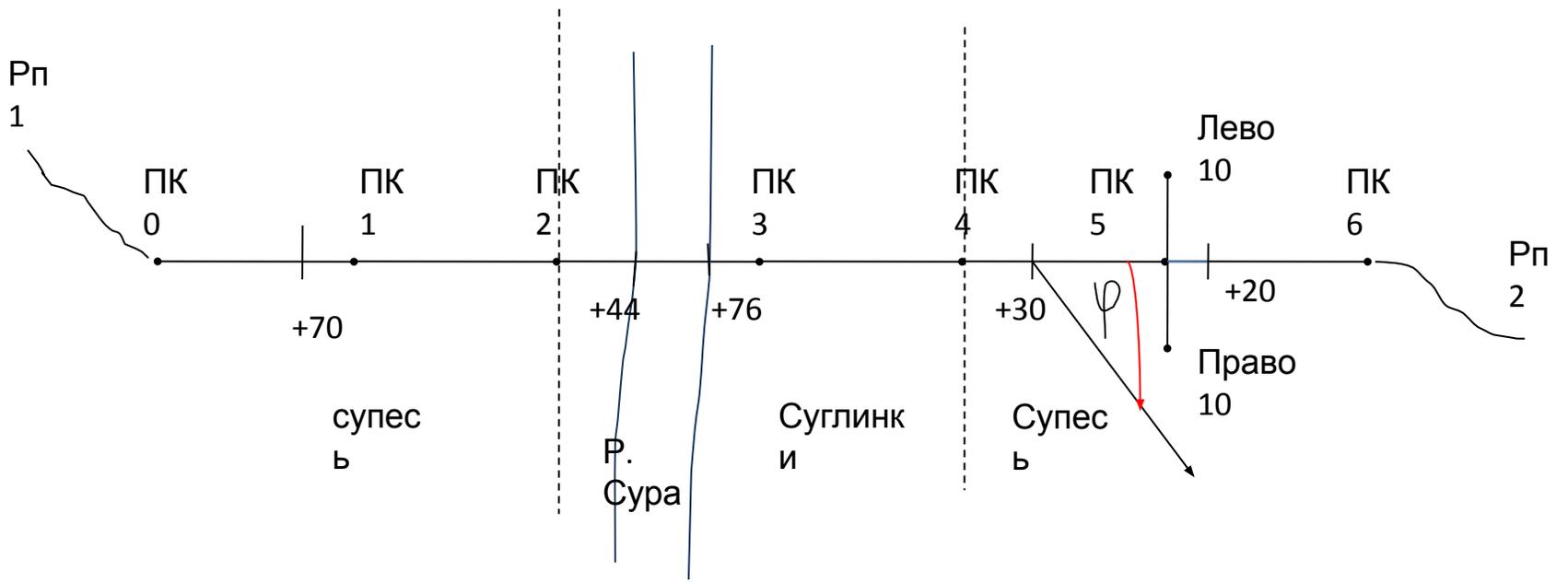


Рис 2

На этой же стороне журнала приводятся данные расчета круговых кривых и их пикетажные значения.

РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КРУГОВОЙ КРИВОЙ.

При разбивке линейных сооружений возникает необходимость разбивки круговых кривых, т.е. дуг определенного радиуса. Разбивка кривой сводится к плановому определению трех ее точек: Начала кривой (НК), середины кривой (СК) и конца кривой (КК).

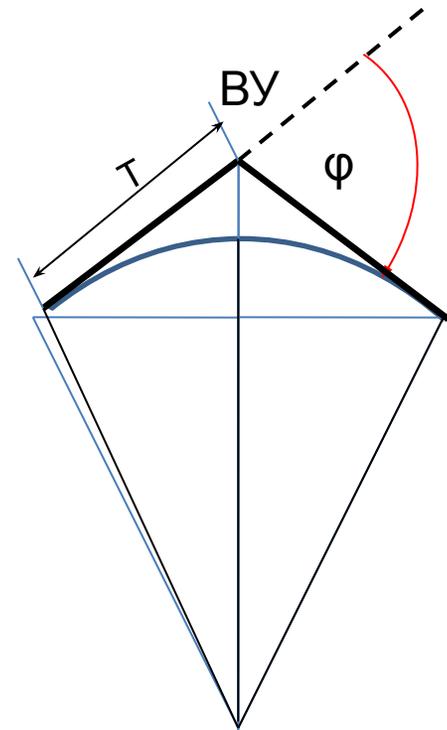
С этой целью определяют точку поворота трассы и измеряют угол поворота φ , а также определяют радиус дуги R . Радиус выбирают произвольно, но не меньше значения установленного для данной категории дорог.

В данном варианте $\varphi = 60^\circ$, $R = 250$ метров. Угол поворота и радиус дуги являются основными параметрами круговой кривой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КРУГОВОЙ КРИВОЙ.

Определяем главные элементы круговой кривой:

1. Тангенс кривой (Т)- расстояние от вершины угла до точек касания.



$$T = R \cdot \operatorname{tg} \varphi / 2 = 250 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 144.34 \text{ м.}$$

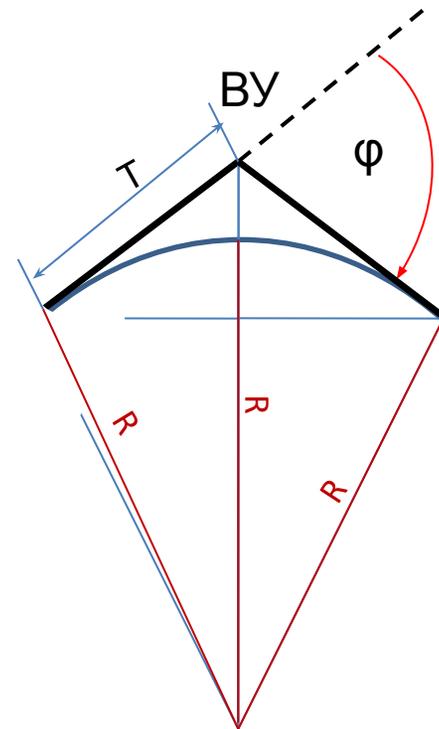


Рис
3

2. Длина кривой – расстояние между точками касания считываемое по кривой.

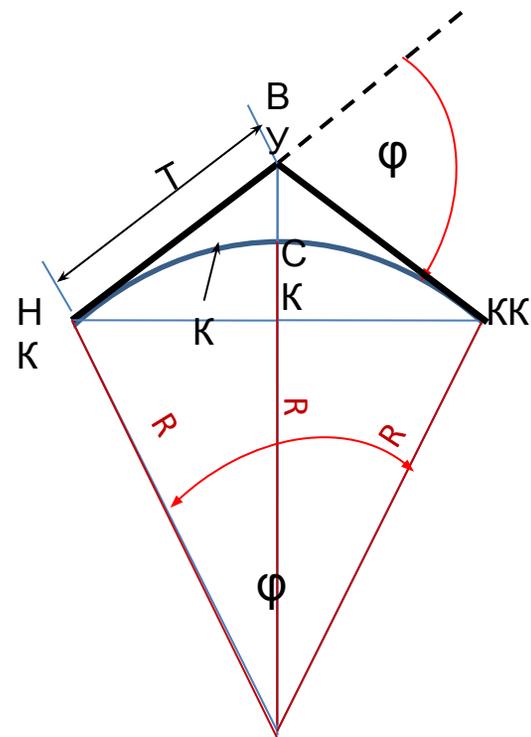


Рис
3

$$K = \pi R (\varphi / 180^\circ) = 3.14 \cdot 250 (60^\circ / 180^\circ) = 261.67 \text{ м.}$$

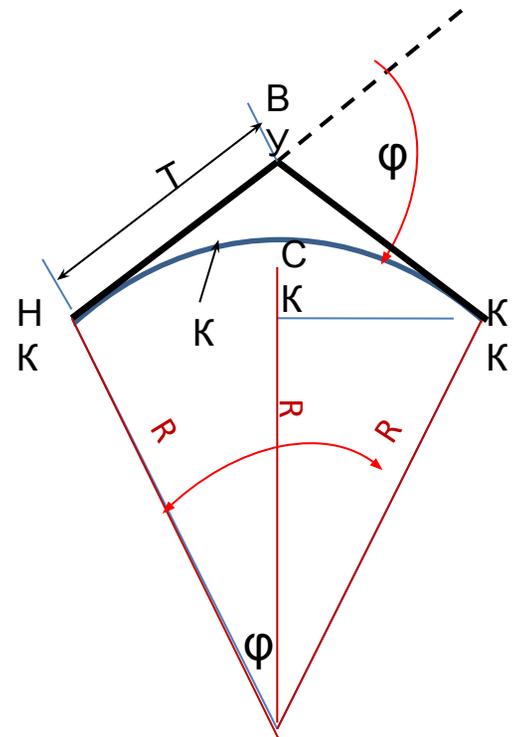


Рис
3

3. Биссектриса кривой (Б) – расстояние от вершины угла до середины кривой.

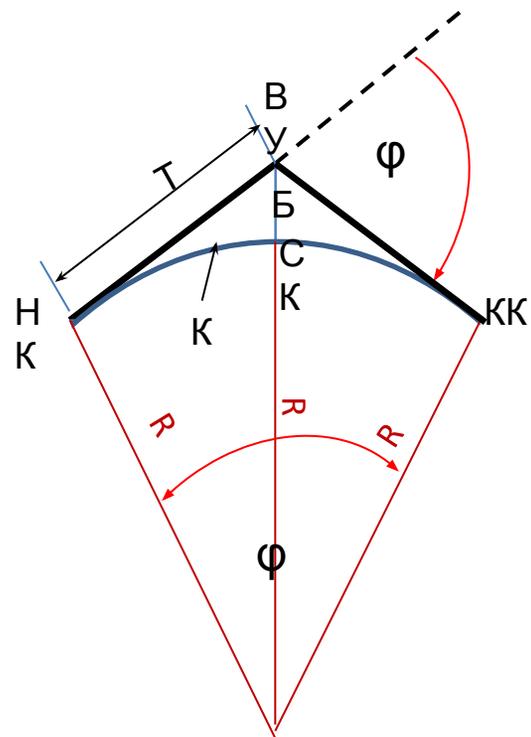


Рис
3

$$B = R \cdot \left[\frac{1}{\cos \varphi / 2} - 1 \right] = 250 \cdot \left[\frac{1}{0.866} - 1 \right] = 38.68 \text{ м.}$$

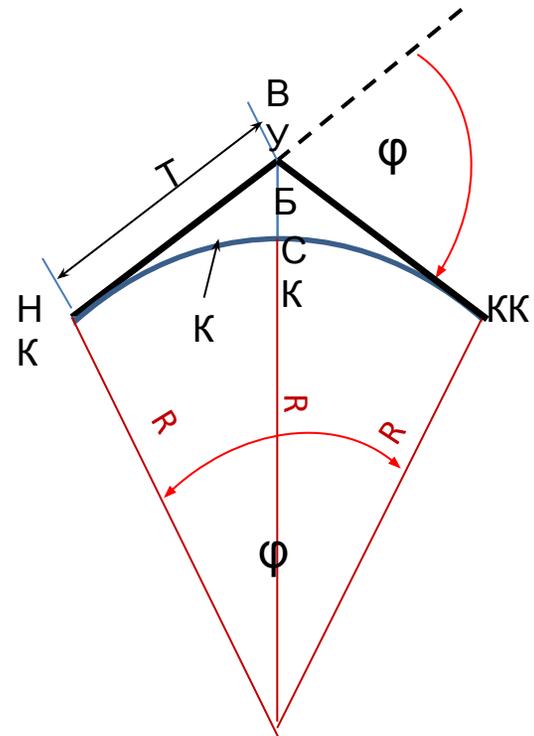


Рис
3

$$D = 2T - K = 288.68 - 261.67 = 27.01 \text{ м.}$$

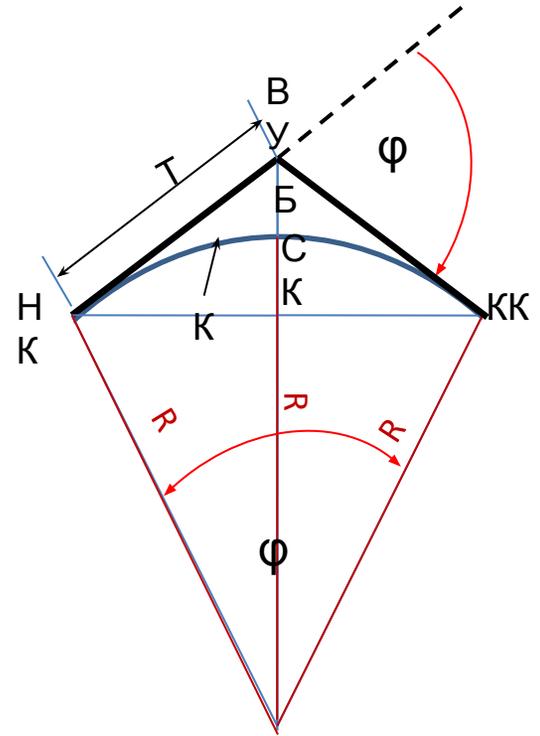
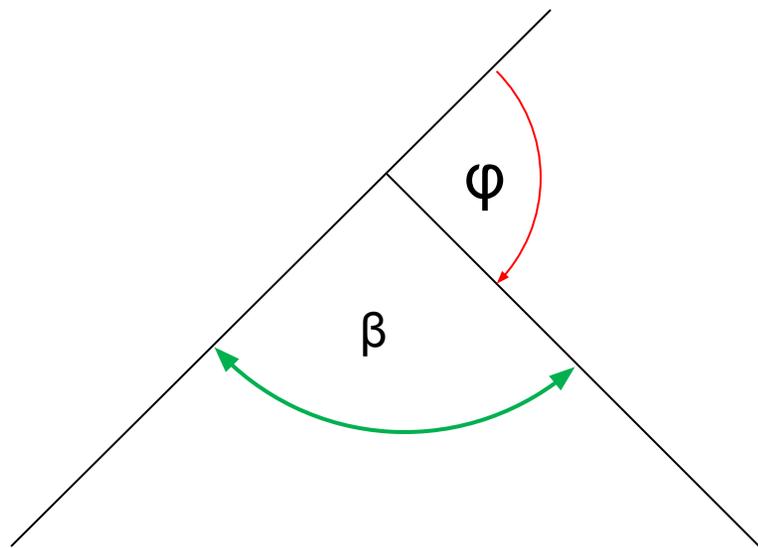


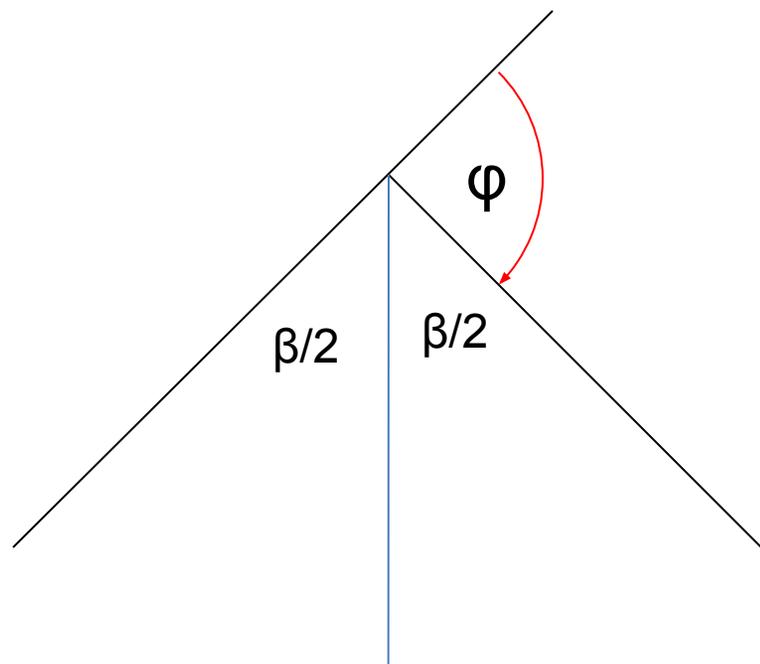
Рис
3

Главные элементы кривой зависят от параметров кривой (радиуса кривой и угла поворота). Чтобы найти на местности точки касания круговой кривой (НК и КК), от вершины угла (ВУ) в обе стороны откладываются тангенсы кривой (Т).

Середину кривой находят разделив с помощью теодолита смежный с углом поворота (φ), угол (β) пополам.



А затем по этому направлению откладывая величину биссектрисы.



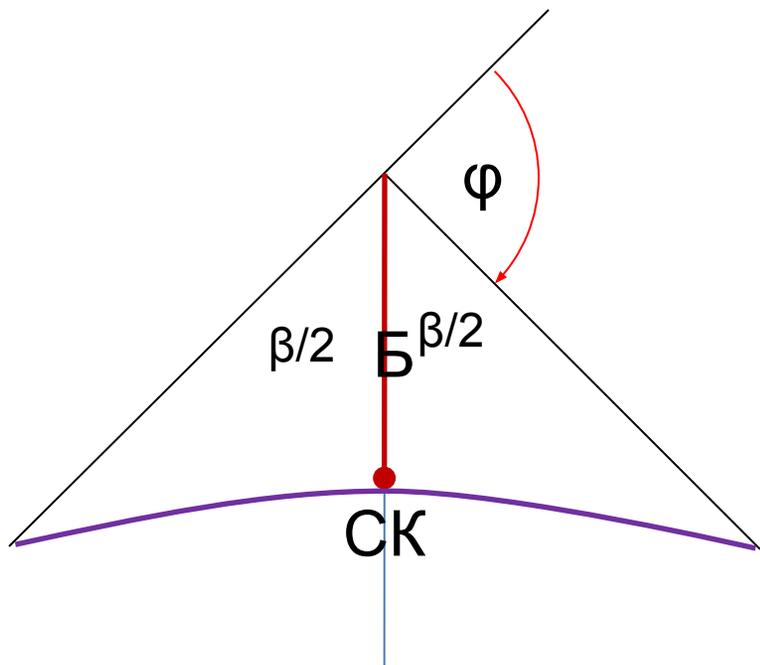


Рис 4.

Поскольку линейные измерения производятся по прямым участкам трассы, а вычисление расстояния трассы должно вестись с учетом кривых (длина которых меньше длины прямых касательных), в длину трассы вводится поправка домер (Д). Домер удобнее откладывать сразу за вершиной угла.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИКЕТАЖНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ГЛАВНЫХ ТОЧЕК КРИВОЙ.

Пикетаж главных точек кривой вычисляется с точностью до сантиметра, взяв за основу пикетаж вершины угла.

$НК = ВУ - Т = ПК4+30 - 144.34 = 430 - 144.34 = 285.66 \text{ м.}$
Где ВУ вершина угла.

$$НК = ВУ - Т = ПК4+30 - 144.34 = 430 - 144.34 = 285.66 \text{ м.}$$

Где ВУ вершина угла.

$$КК = НК + К = 285.66 + 261.67 = 547.33 \text{ м.}$$

$$НК = ВУ - Т = ПК4+30 - 144.34 = 430 - 144.34 = 285.66 \text{ м.}$$

Где ВУ вершина угла.

$$КК = НК + К = 285.66 + 261.67 = 547.33 \text{ м.}$$

После расчета значений НК и КК производим контроль.

$$КК = ВУ + Т - Д = 430 + 144.34 - 27.01 = 547.33 \text{ м.}$$

$$НК = ВУ - Т = ПК4+30 - 144.34 = 430 - 144.34 = 285.66 \text{ м.}$$

Где ВУ вершина угла.

$$КК = НК + К = 285.66 + 261.67 = 547.33 \text{ м.}$$

После расчета значений НК и КК производим контроль.

$$КК = ВУ + Т - Д = 430 + 144.34 - 27.01 = 547.33 \text{ м.}$$

$$СК = КК - К/2 = 547.33 - 130.835 = 416.5 \text{ м.}$$

$$НК = ВУ - Т = ПК4+30 - 144.34 = 430 - 144.34 = 285.66 \text{ м.}$$

Где ВУ вершина угла.

$$КК = НК + К = 285.66 + 261.67 = 547.33 \text{ м.}$$

После расчета значений НК и КК производим контроль.

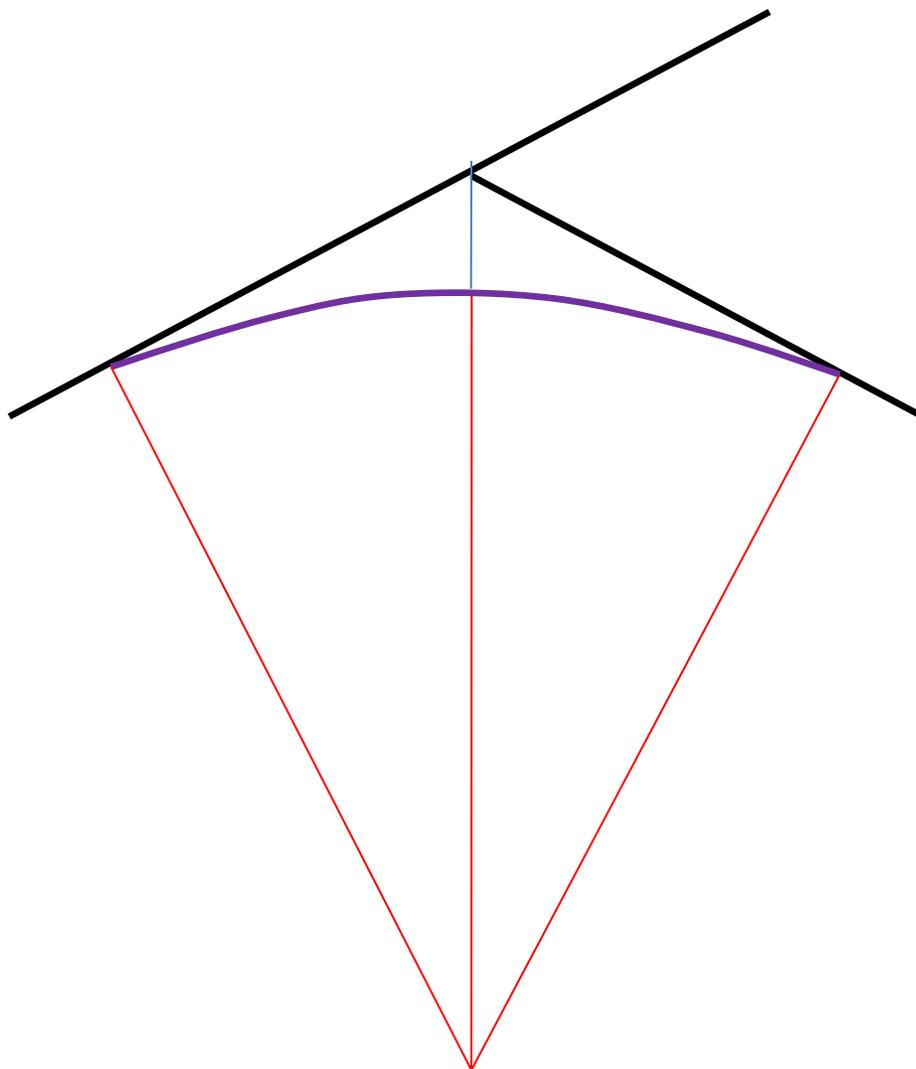
$$КК = ВУ + Т - Д = 430 + 144.34 - 27.01 = 547.33 \text{ м.}$$

$$СК = КК - К/2 = 547.33 - 130.835 = 416.5 \text{ м.}$$

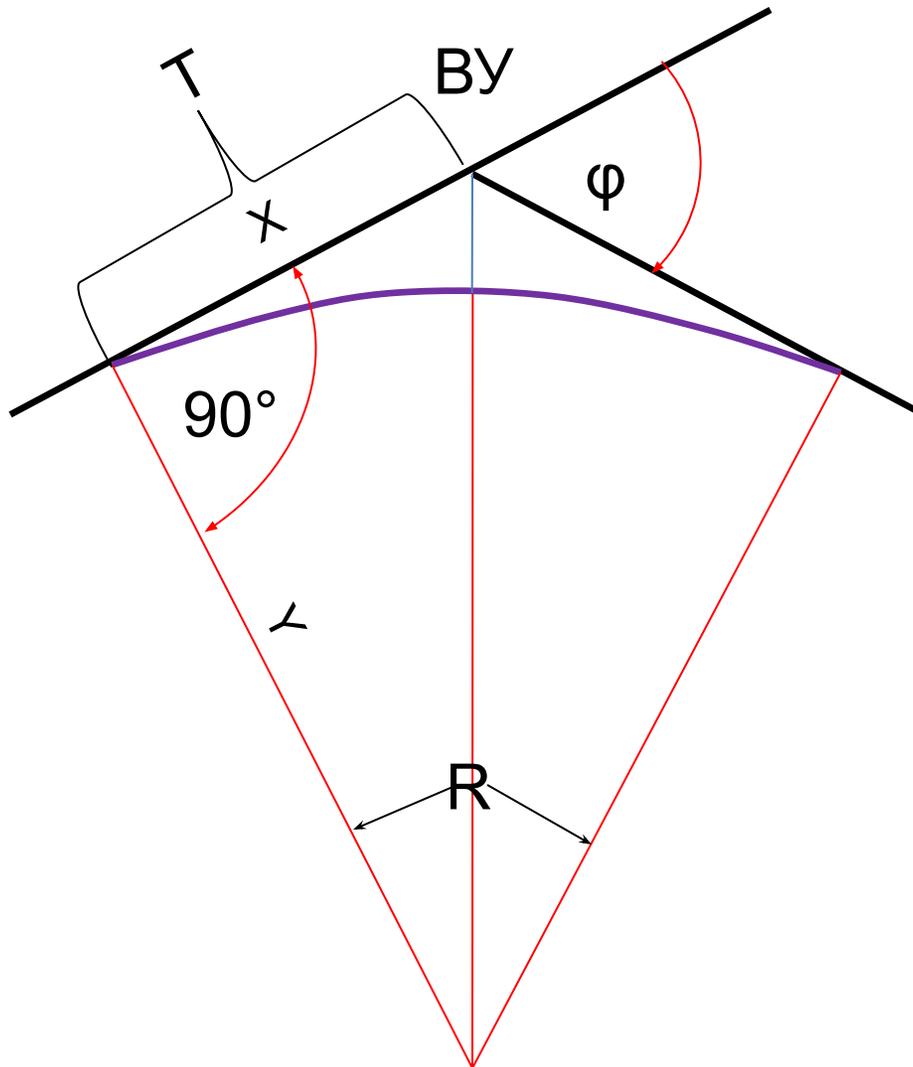
$$СК = НК + К/2 = 285.66 + 130.835 = 416.5 \text{ м.}$$

В случае когда кривая имеет большие тангенсы, точки начала и конца кривой откладываются от ближайших пикетов.

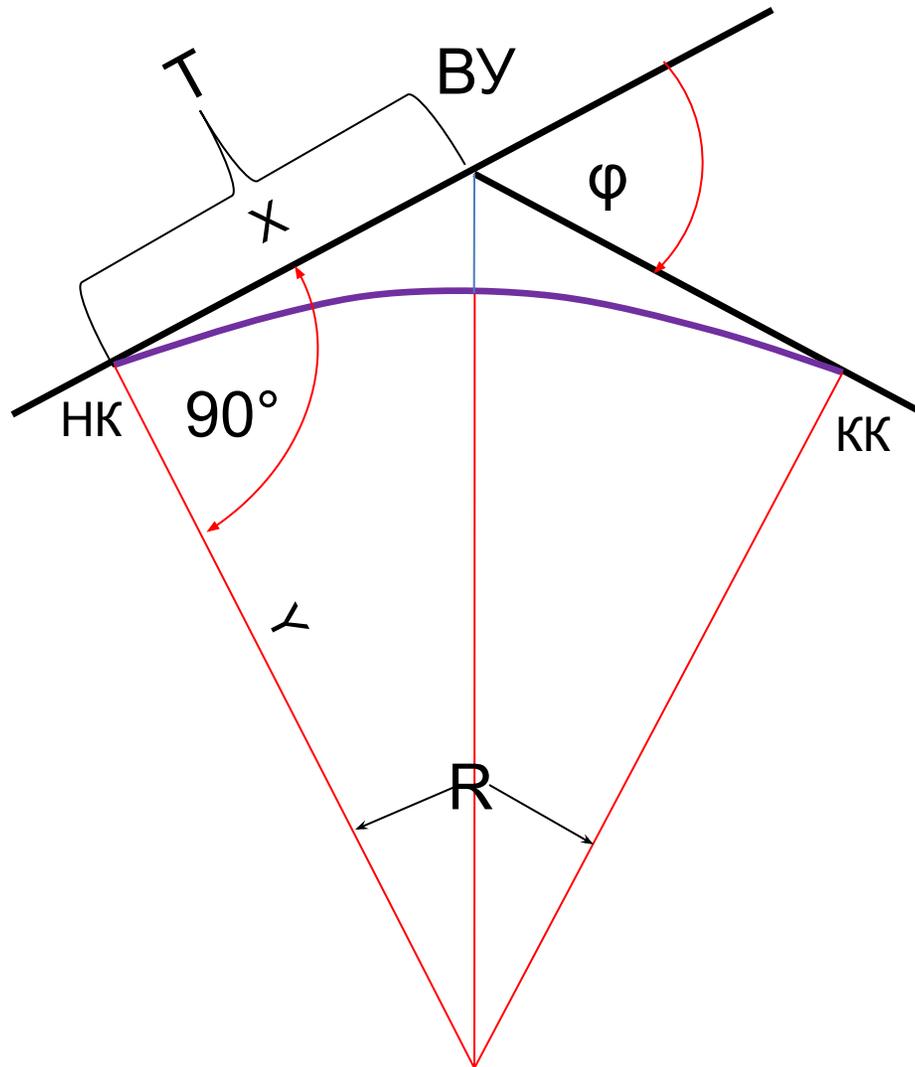
ВЫНОС ПИКЕТОВ С ТАНГЕНСОВ НА КРИВУЮ.
При разбивке круговых кривых пикеты с тангенса на кривую выносятся методом прямоугольных координат.



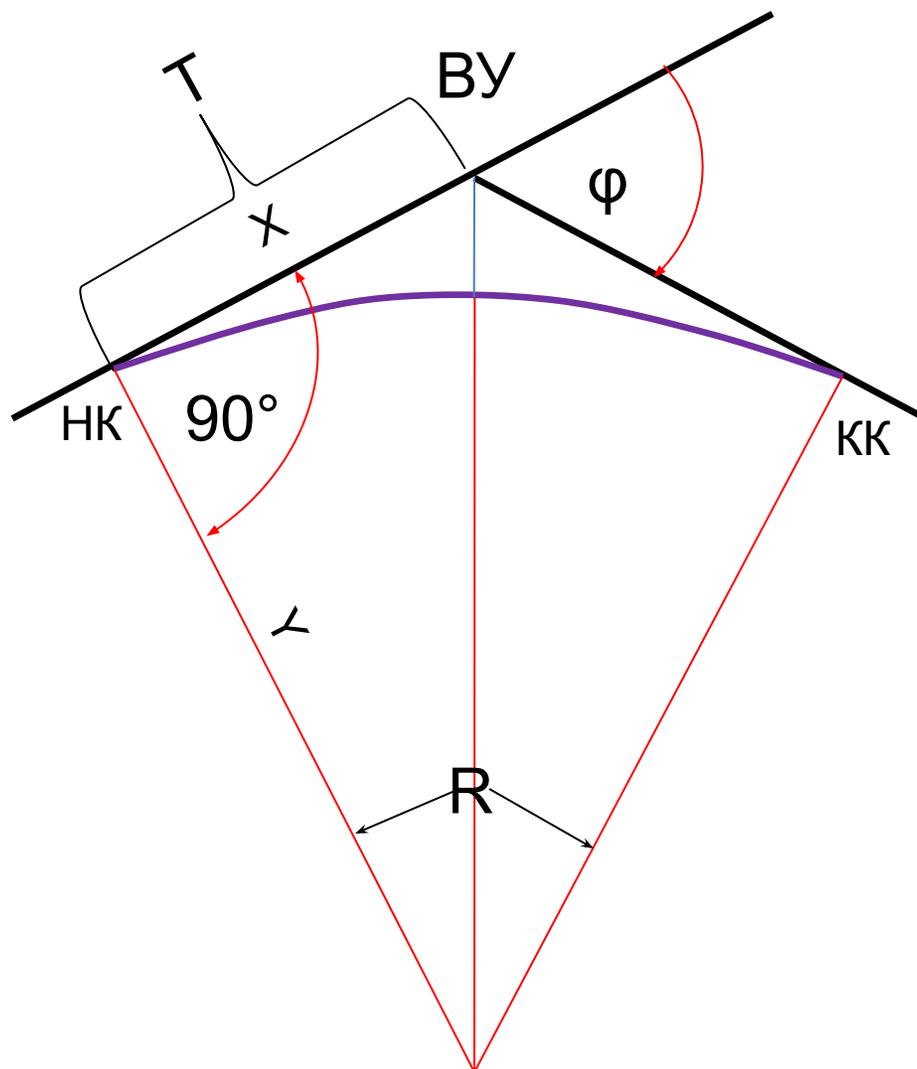
За ось X принимается тангенс кривой, а за ось Y линия перпендикулярная тангенсу.

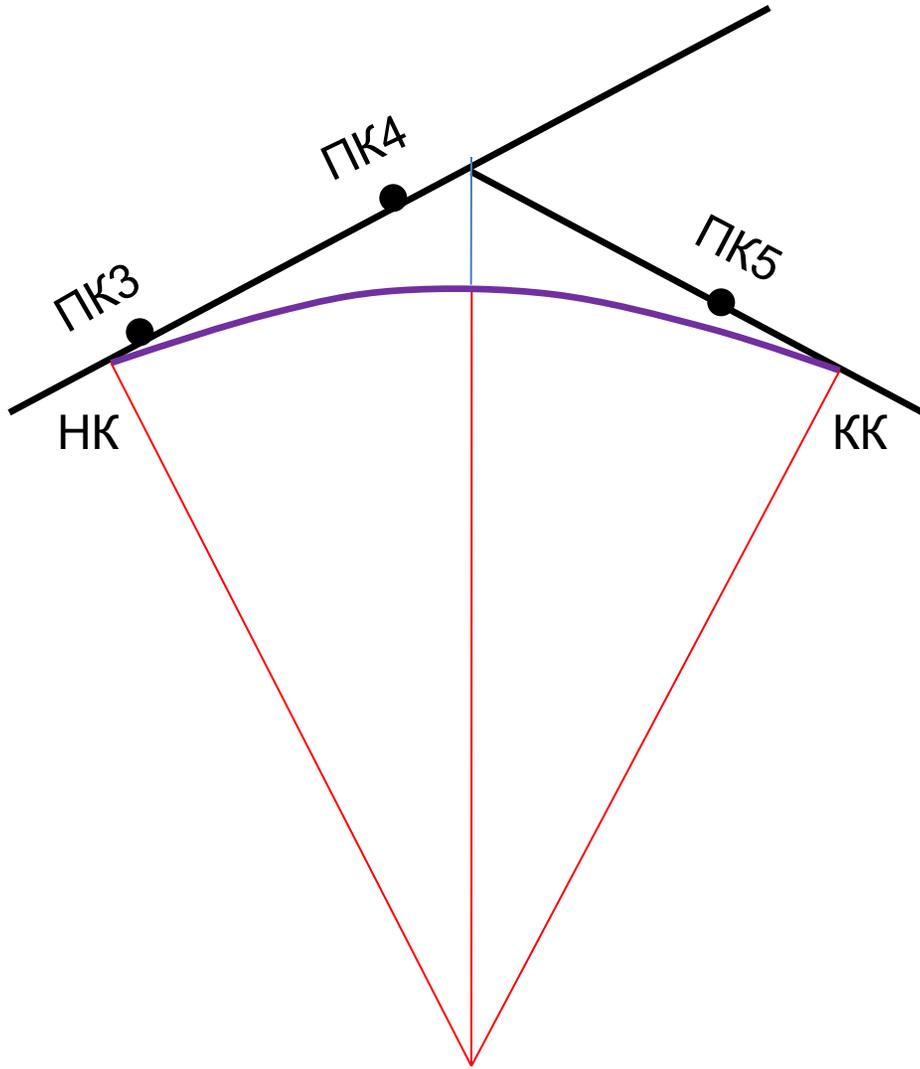


Величину X откладывают от начала кривой по тангенсу для пикетов расположенных до поворота и от конца кривой для пикетов расположенных за поворотом.



Как видно из пикетажных значений кривой, на нее попадают три пикета ПК3, ПК4 и ПК5, причем ПК3 и ПК4 расположены до поворота, а ПК5 за поворотом. Находим положение пикетов на тангенсах.

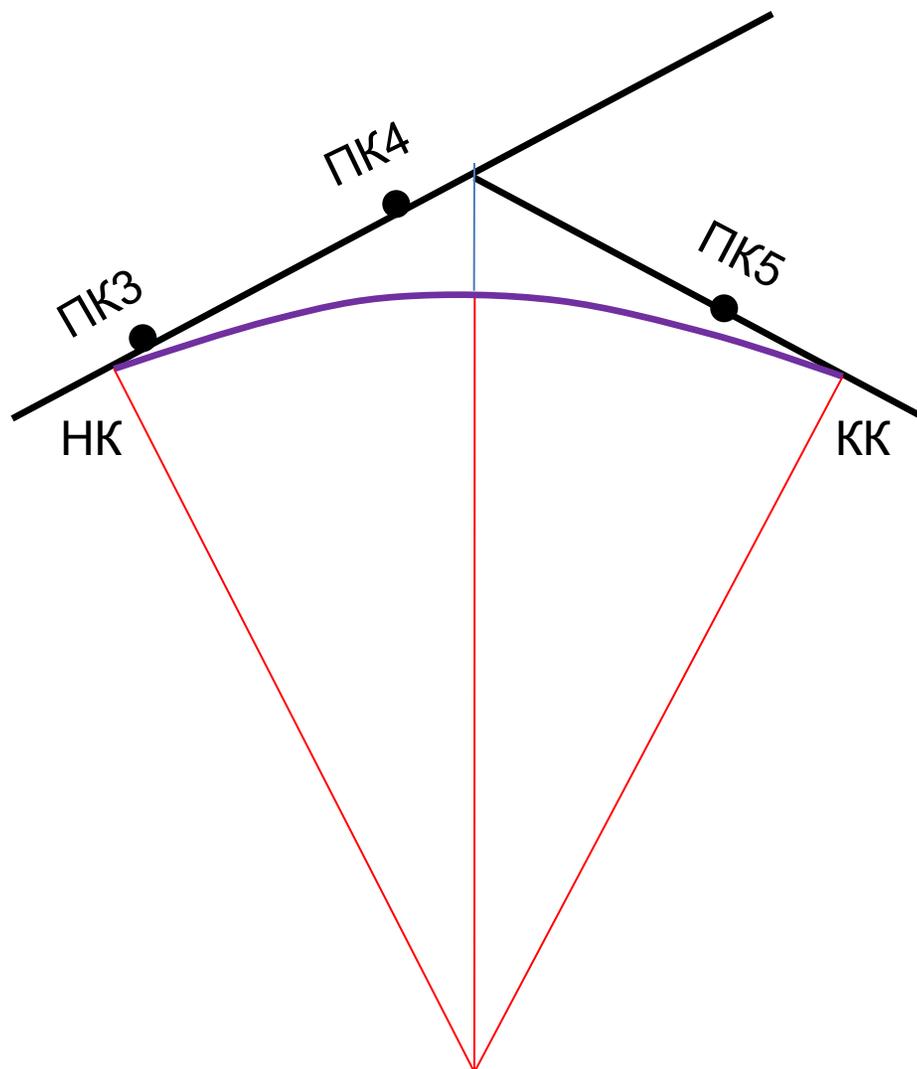




Определяем значения X и Y по формулам:

$$X = R \cdot \sin \Theta; Y = R \cdot (1 - \cos \Theta), \text{ где } \Theta = (s/R) \cdot \rho;$$

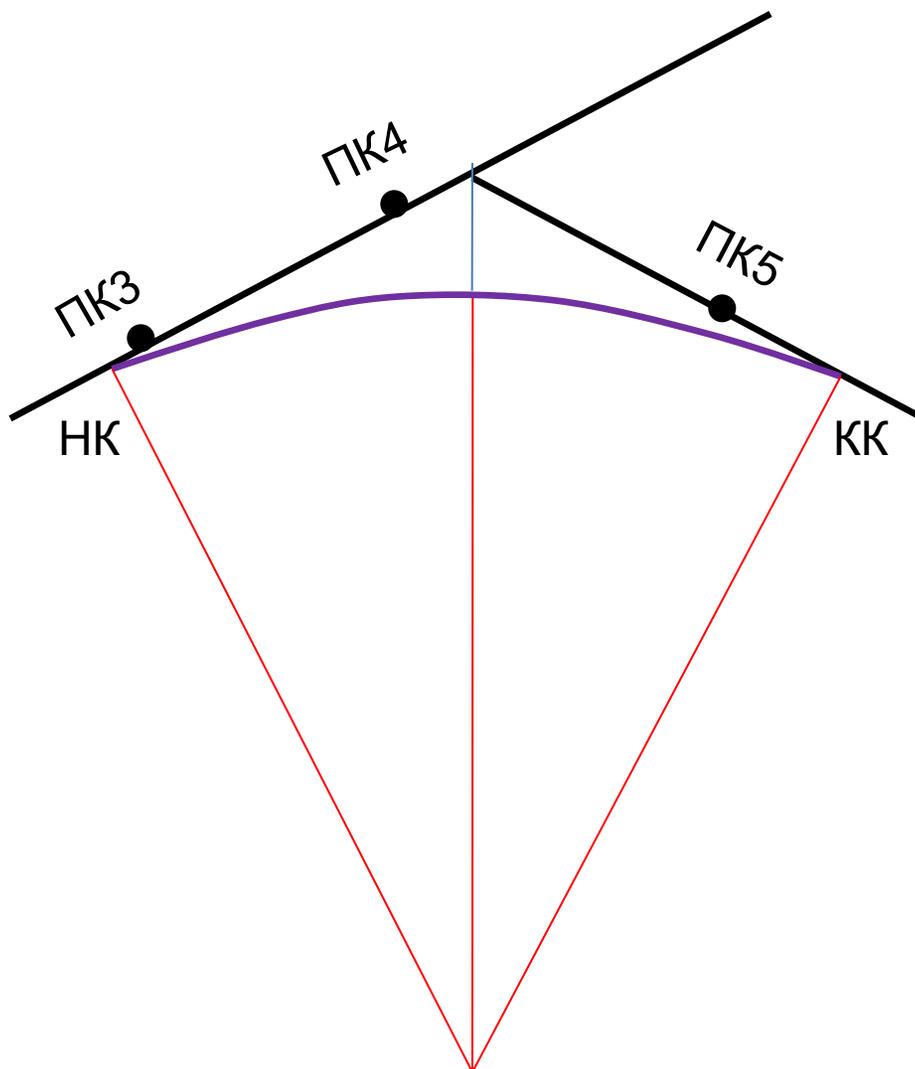
Θ – внутренний угол, s – длина кривой от ближайшего пикета до НК или КК, $\rho = 57.3^\circ$ – один радиан.



Определяем значения X и Y по формулам:

$$X = R \cdot \sin \Theta; Y = R \cdot (1 - \cos \Theta), \text{ где } \Theta = (s/R) \cdot \rho;$$

Θ – внутренний угол, s – длина кривой от ближайшего пикета до НК или КК, $\rho = 57.3^\circ$ – один радиан.

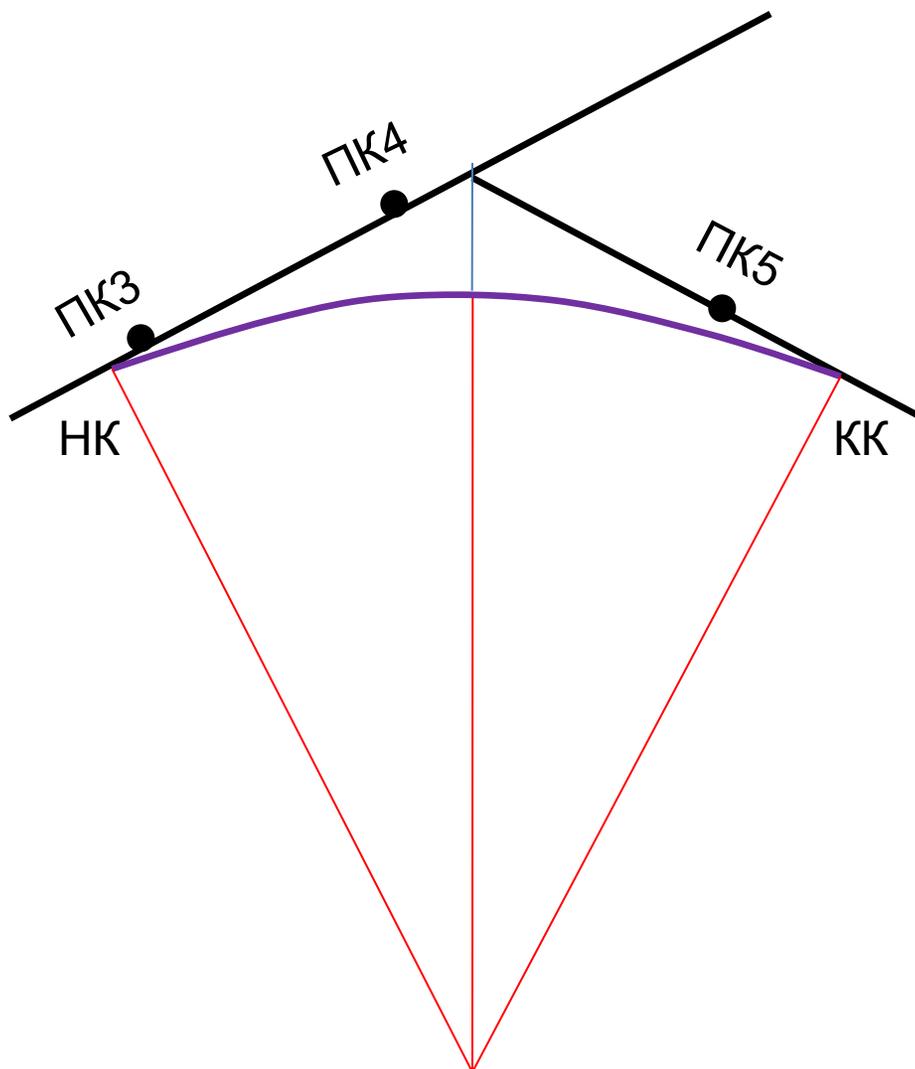


Определяем значения S для всех пикетов.

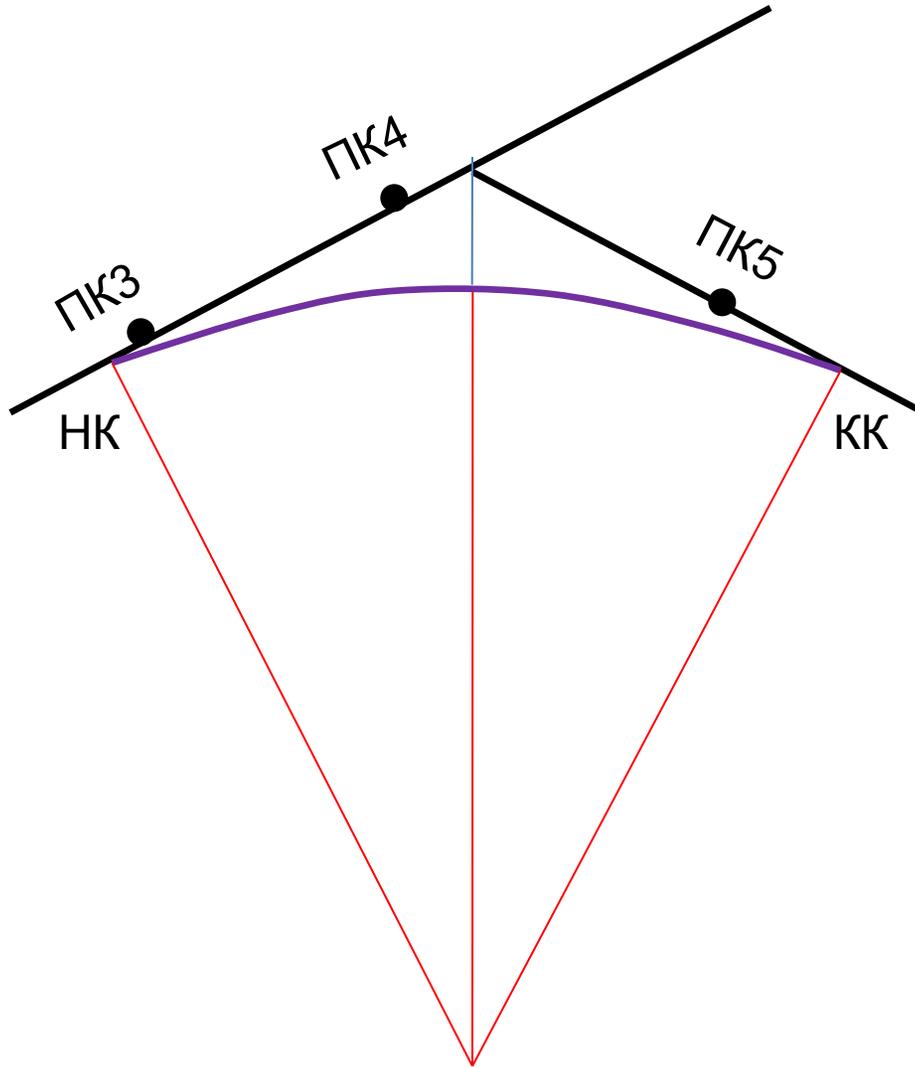
$$S_1 = \text{ПК3} - \text{НК} = 300 - 285.66 = 14.34 \text{ м.}$$

$$S_2 = \text{ПК4} - \text{НК} = 400 - 285.66 = 114.34 \text{ м.}$$

$$S_3 = \text{КК} - \text{ПК5} = 547.33 - 500 = 47.33 \text{ м.}$$



Определяем значения центральных углов для выноса пикетов. $\Theta_1 = (S_1/R) \cdot \rho = (14.34 / 250) \cdot 57.3^\circ = 3.29^\circ = 3^\circ 17'$

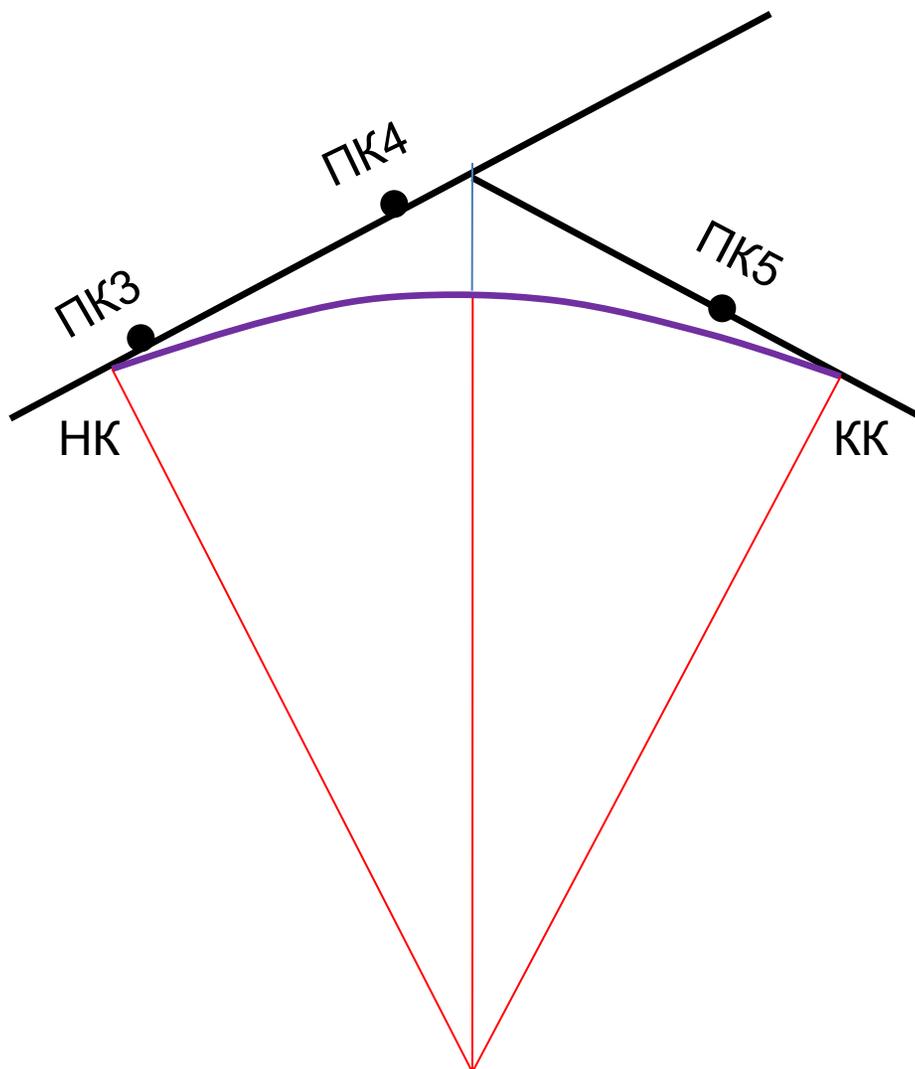


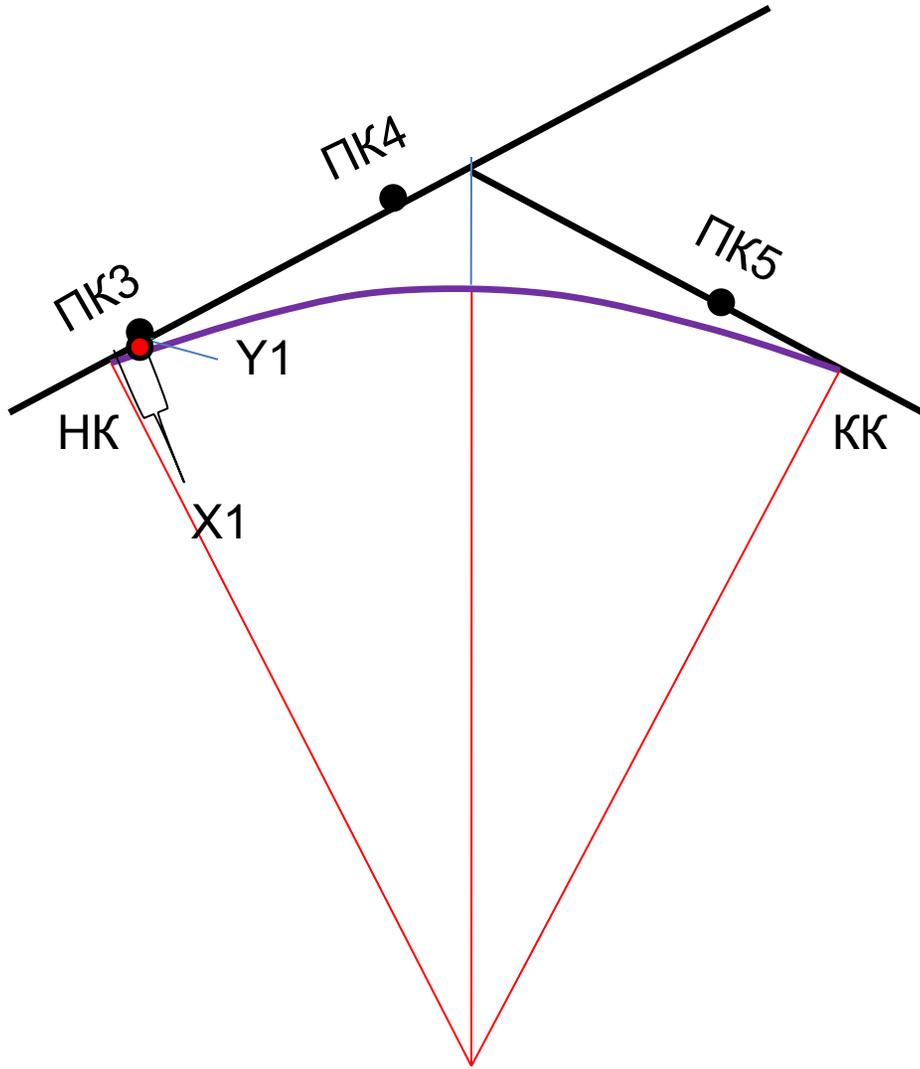
Находим значения X_1 и Y_1 для ПКЗ.

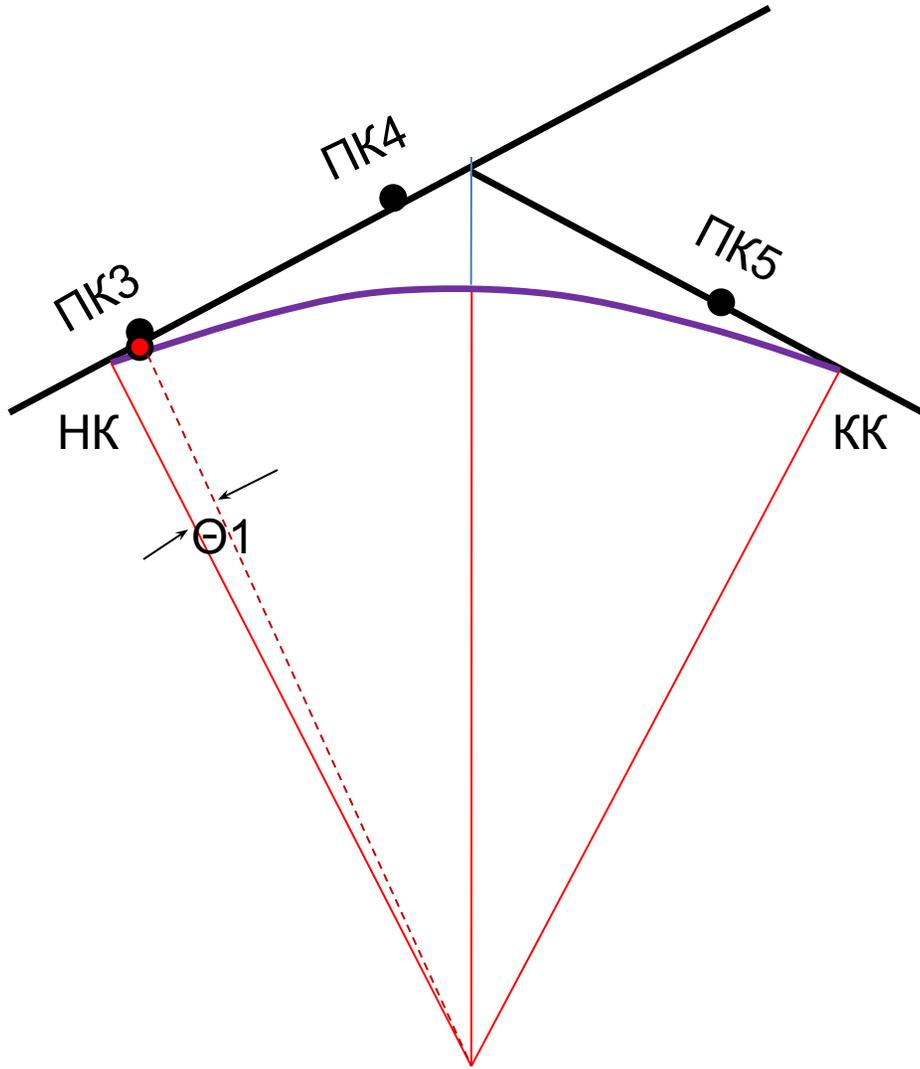
$$X_1 = R \cdot \sin \Theta_1 = 250 \cdot \sin 3^\circ 17' = 250 \cdot 0.057 = 14.35 \text{ м.}$$

$$Y_1 = R \cdot (1 - \cos 3^\circ 17') = 250 \cdot 0.002 = 0.5 \text{ м.}$$

Находим положение ПКЗ на кривой.







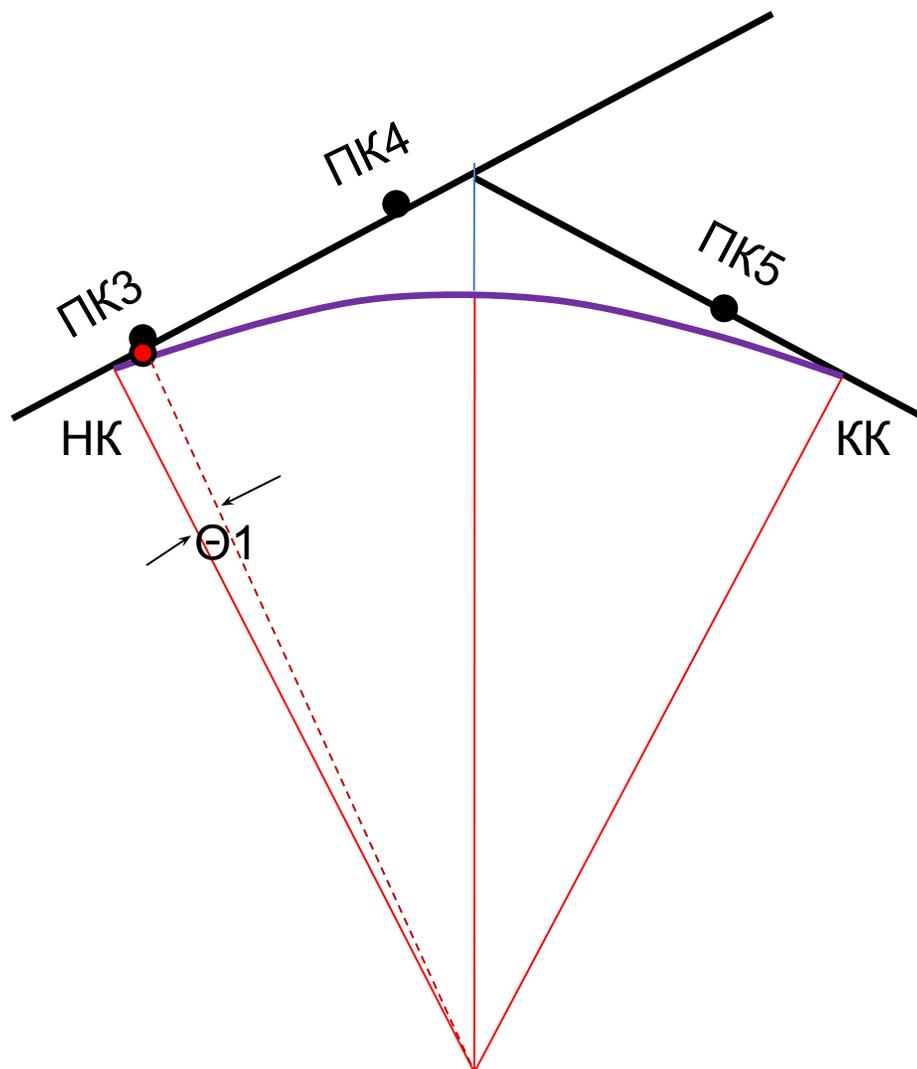
$$\Theta_2 = (S_2/R) \cdot \rho = (114.34/250) \cdot 57.3^\circ = 26.21^\circ = 26^\circ 13'$$

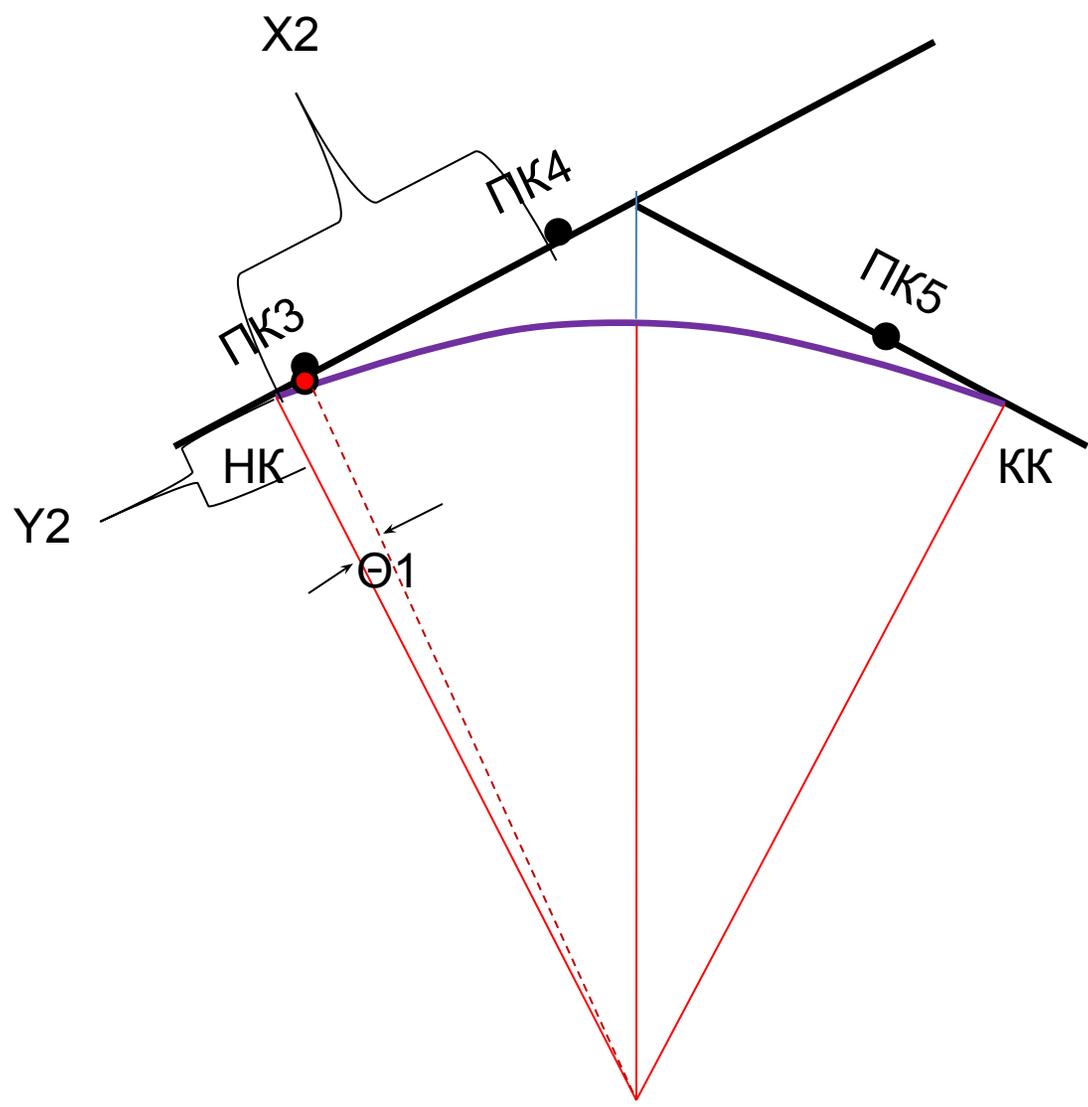
Вычисляем значения X_2 и Y_2 для ПК4.

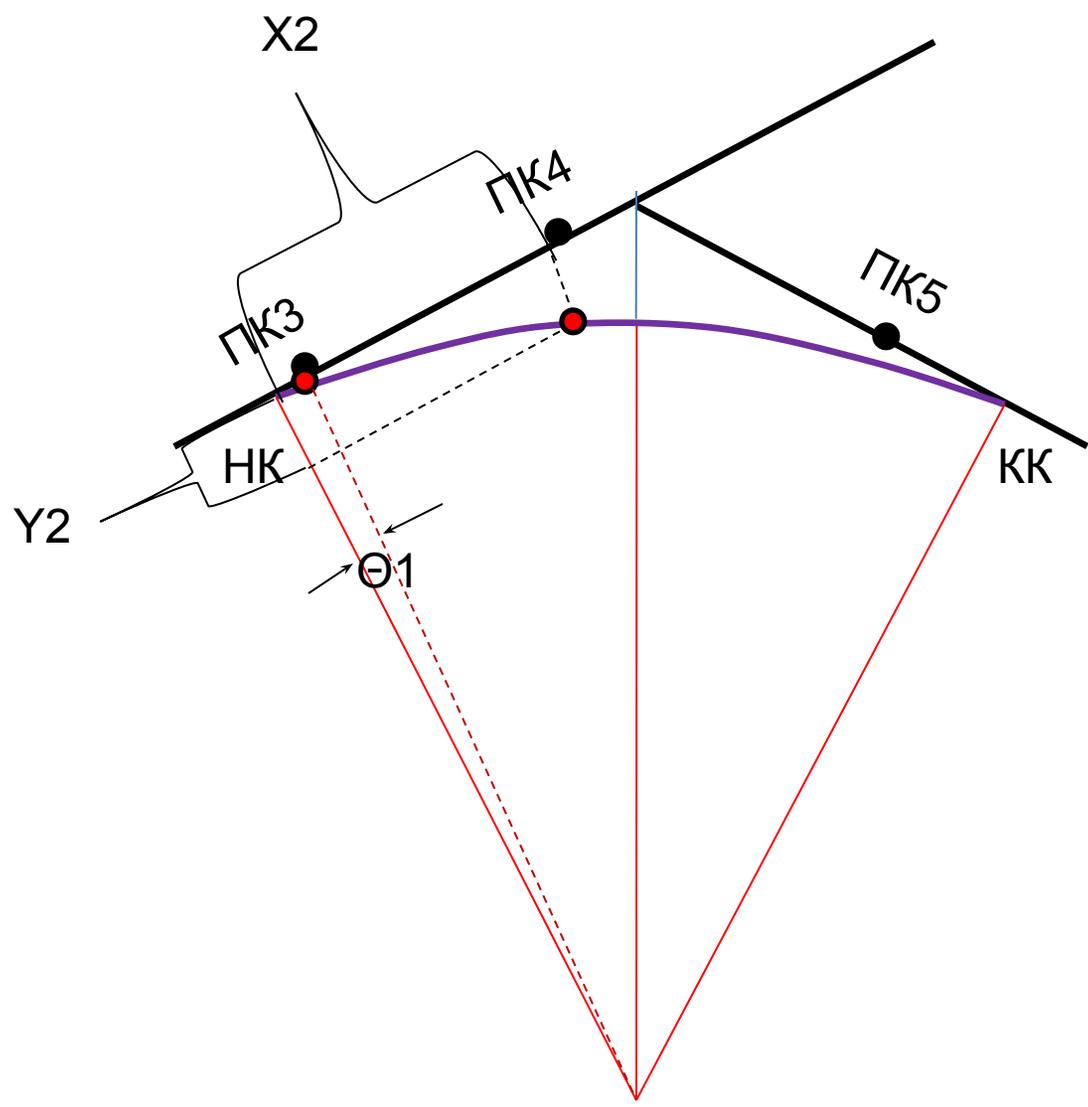
$$X_2 = R \cdot \sin 26^\circ 13' = 250 \cdot 0.442 = 110.5 \text{ м.}$$

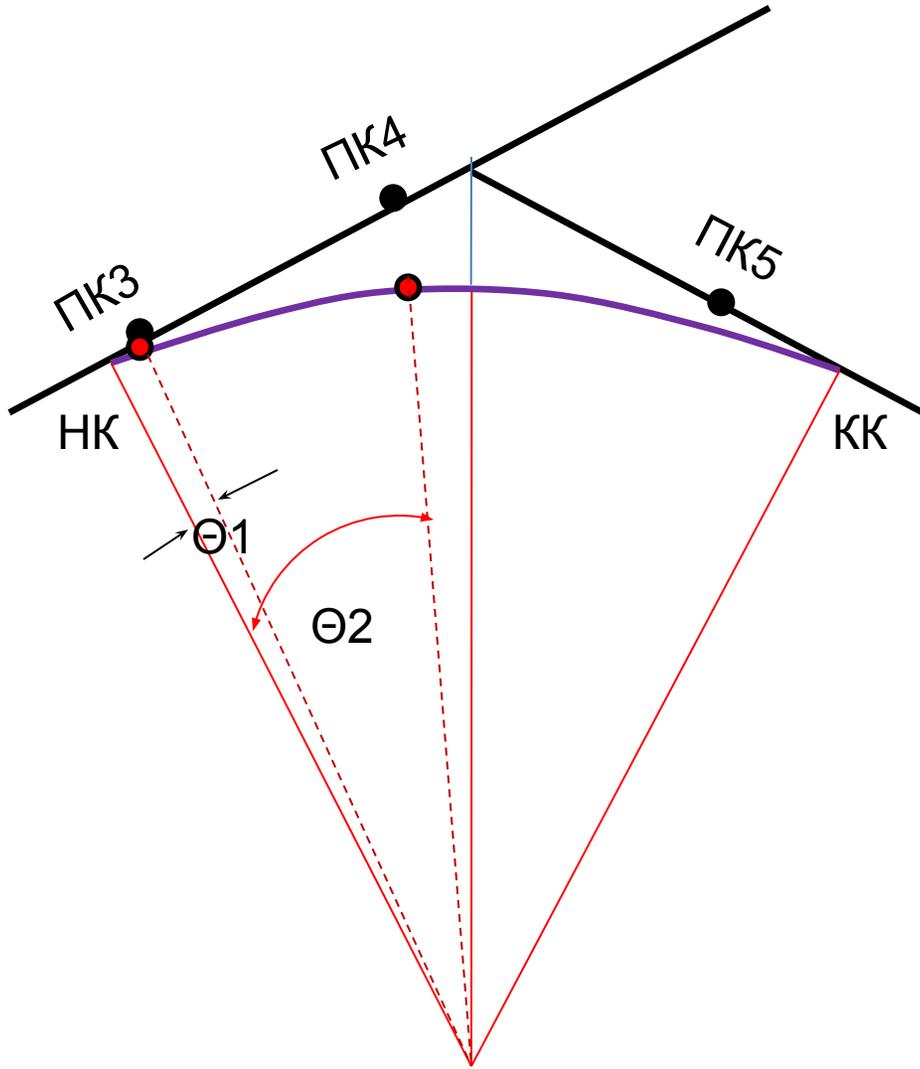
$$Y_2 = R \cdot (1 - \cos 26^\circ 13') = 250 \cdot 0.103 = 25.75 \text{ м.}$$

Выносим ПК4 на кривую.









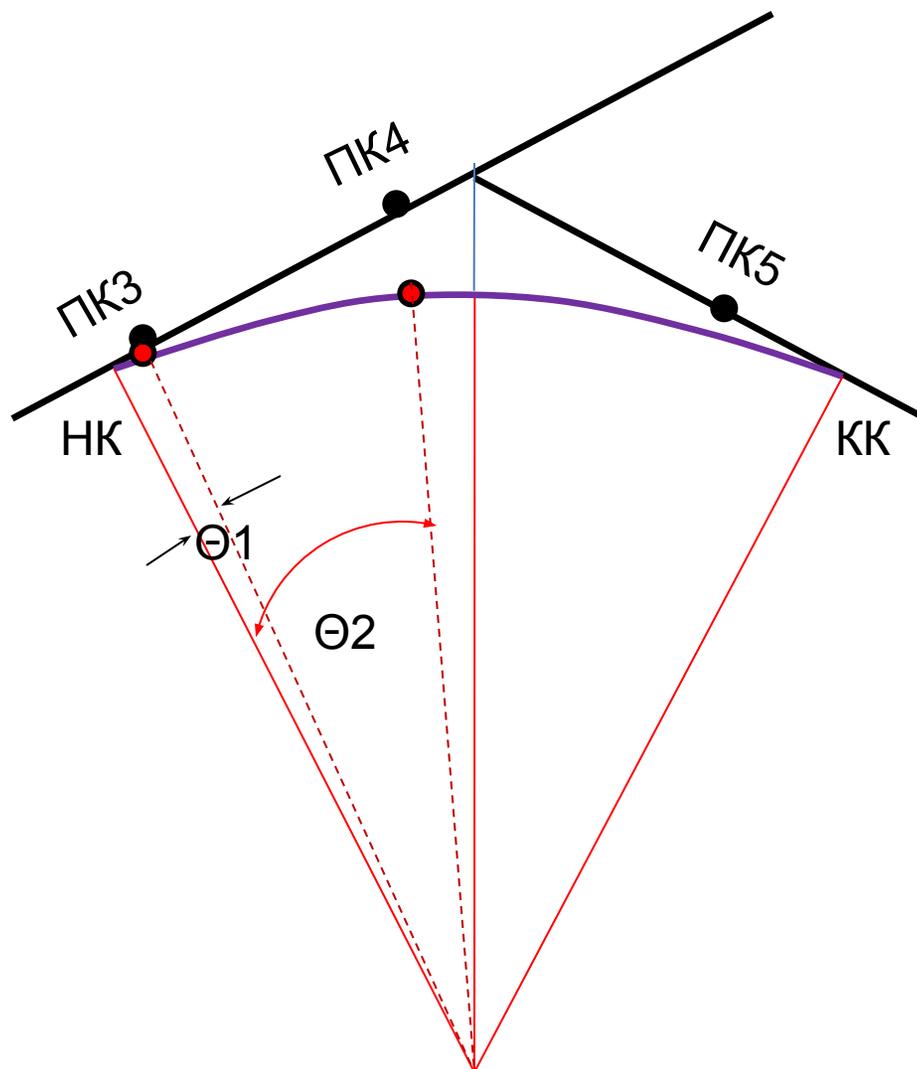
$$\Theta_3 = (S_3/R) \cdot \rho = 47.33 / 250) \cdot 57.3^\circ = 26.21^\circ = 26^\circ 13'$$

Вычисляем X_3 и Y_3 для ПК5.

$$X_3 = R \cdot \sin 26^\circ 13' = 250 \cdot 0.188 = 47 \text{ м.}$$

$$Y_3 = R \cdot (1 - \cos 26^\circ 13') = 250 \cdot 0.018 = 4.5 \text{ м.}$$

Выносим ПК5 на кривую.



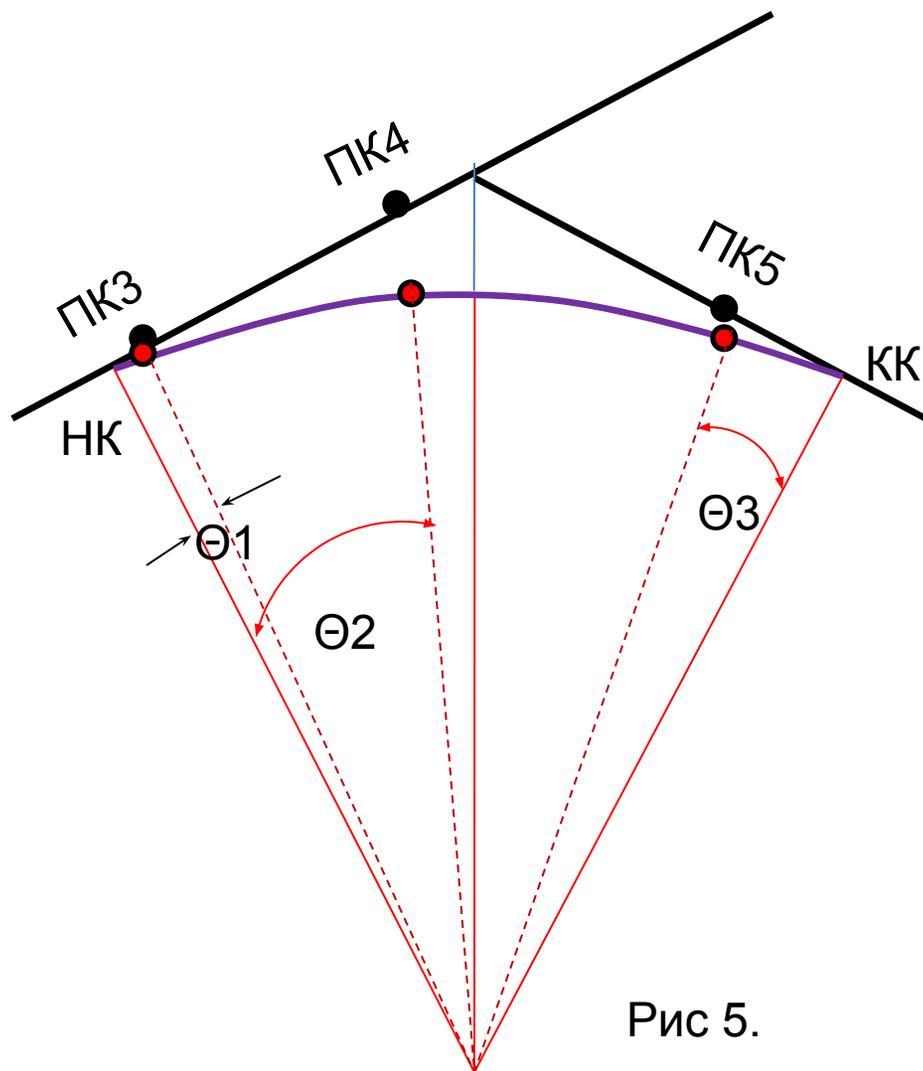


Рис 5.

На практике по тангенсу откладывается значение X , затем с помощью теодолита из полученной точки восстанавливается перпендикуляр и по нему откладывается значение Y . Полученная точка соответствует положению пикета на кривой.

НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ.

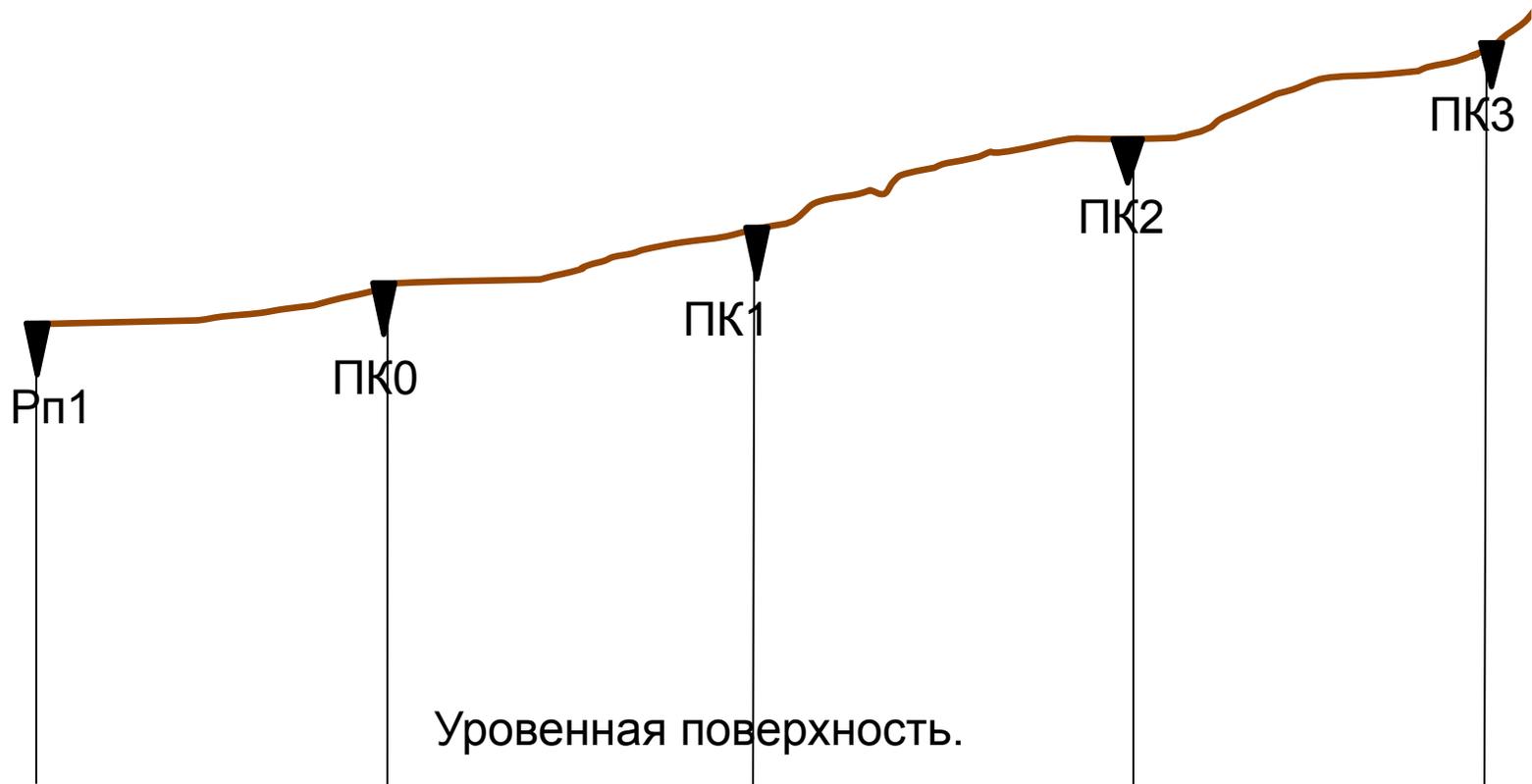
Нивелирование трассы выполняется после разбивки пикетажа с целью определения абсолютных отметок пикетажных, плюсовых и других точек на оси дороги, точек на поперечных профилях, а также постоянных и временных реперов, установленных вдоль дороги.

На равнинной и слабо всхолмленной местности обычно применяется способ геометрического нивелирования. На местности с большими углами наклона целесообразней применять тригонометрическое нивелирование.

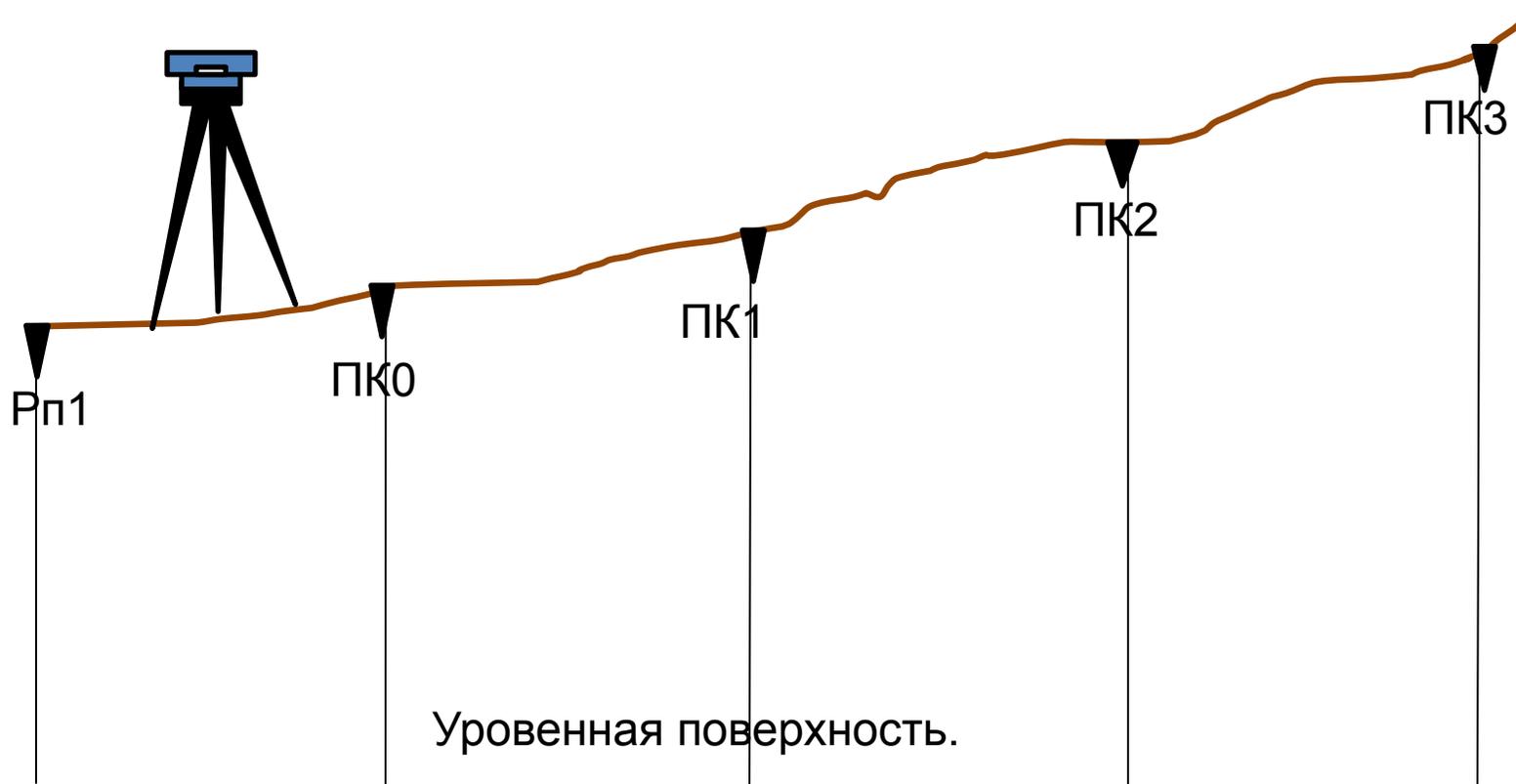
Геометрическое нивелирование трассы обычно выполняется по программе нивелирования IV класса, или технического нивелирования в прямом и обратном направлениях, либо двумя нивелирами в одном направлении. Нивелирования по ходу ведут обычно методом из середины, устанавливая равенство плеч на глаз. Пикеты нивелируются как связующие точки, а плюсовые точки и поперечники, как промежуточные.

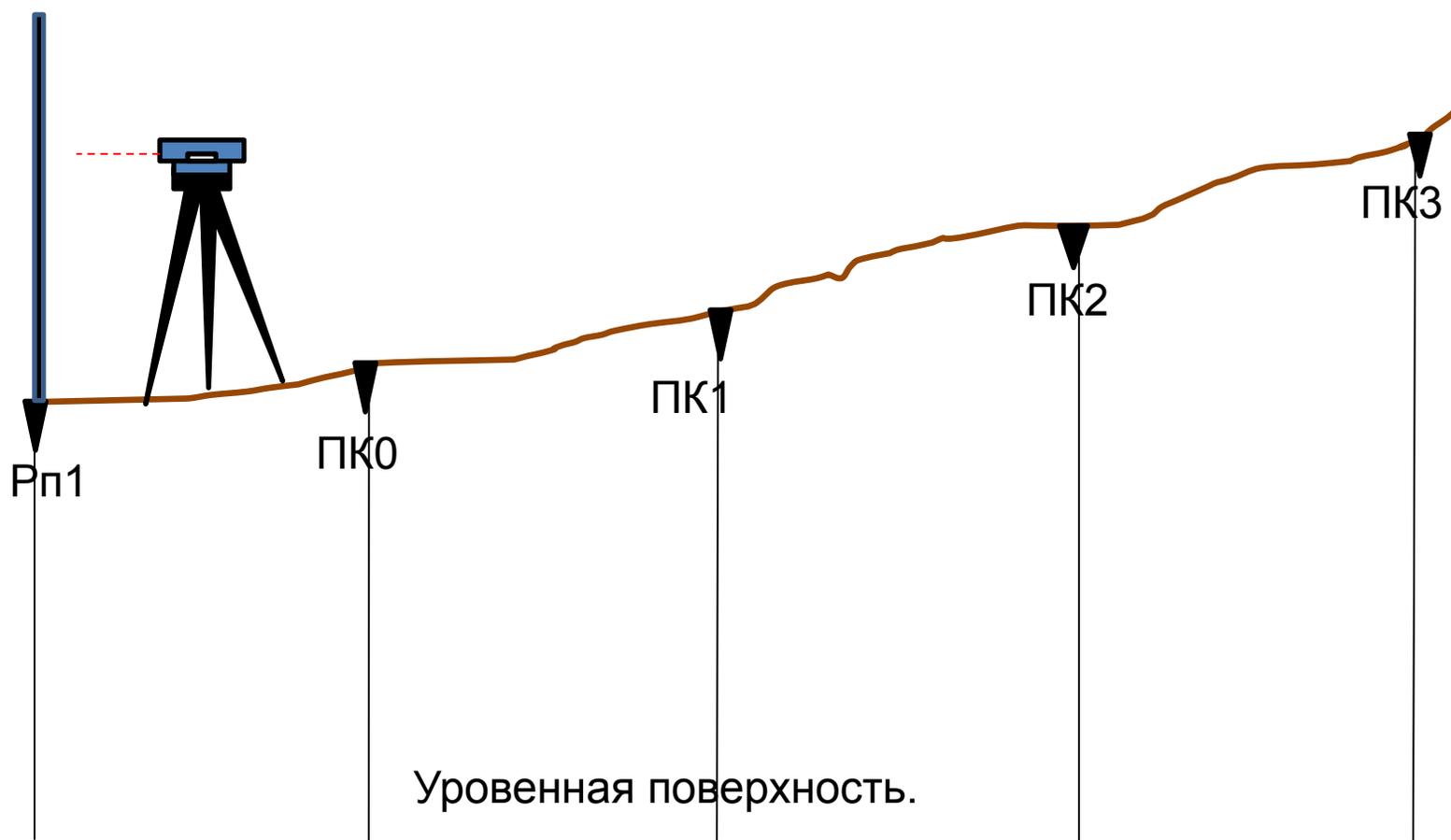
СХЕМА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ.

На рисунке показан профиль состоящий из четырех пикетов. Профиль привязан к реперу №1. Нивелир устанавливается между связующими точками Рп1 и ПК0.

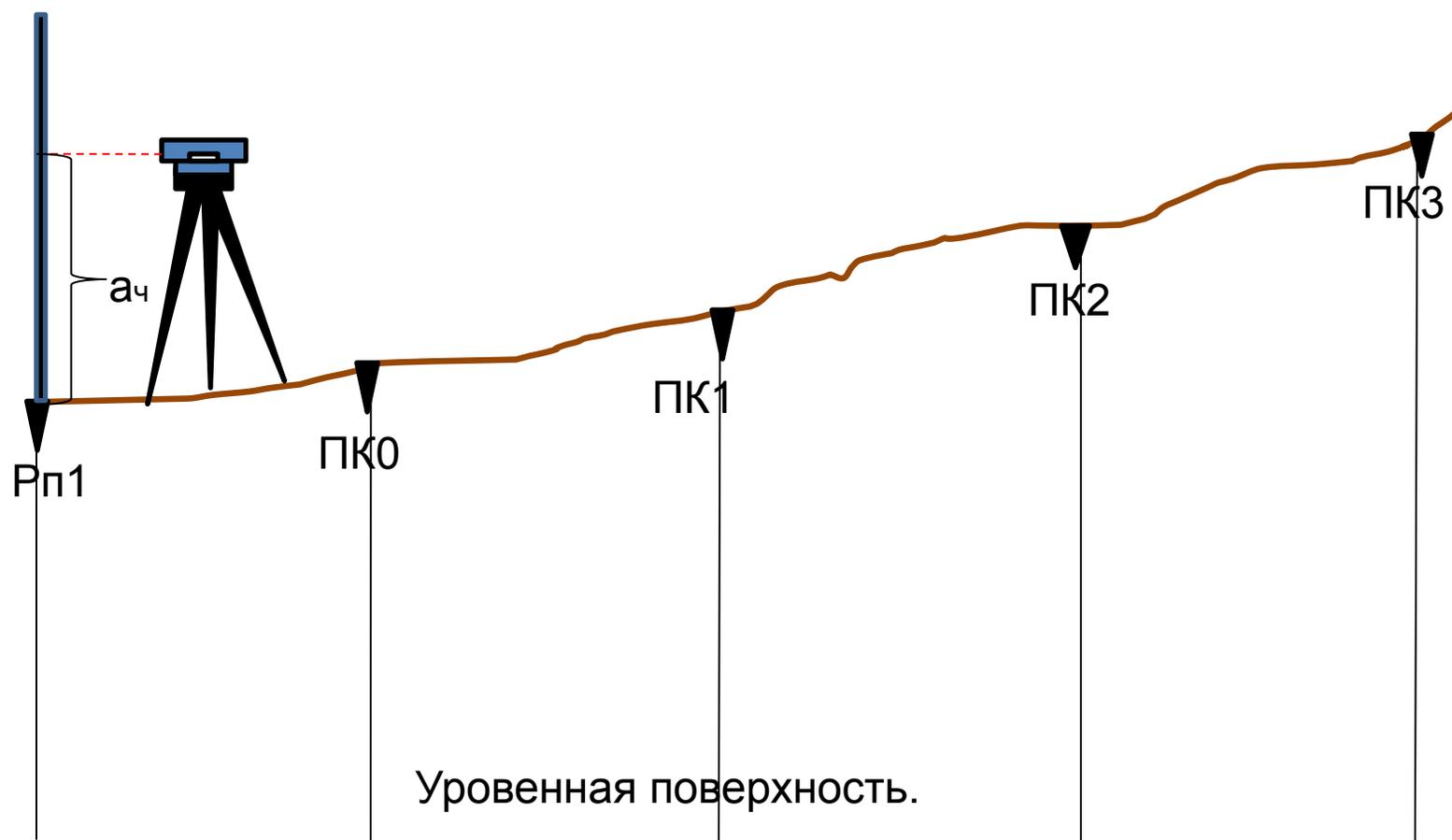


Нивелир наводится на заднюю рейку и берется отсчет по черной стороне.

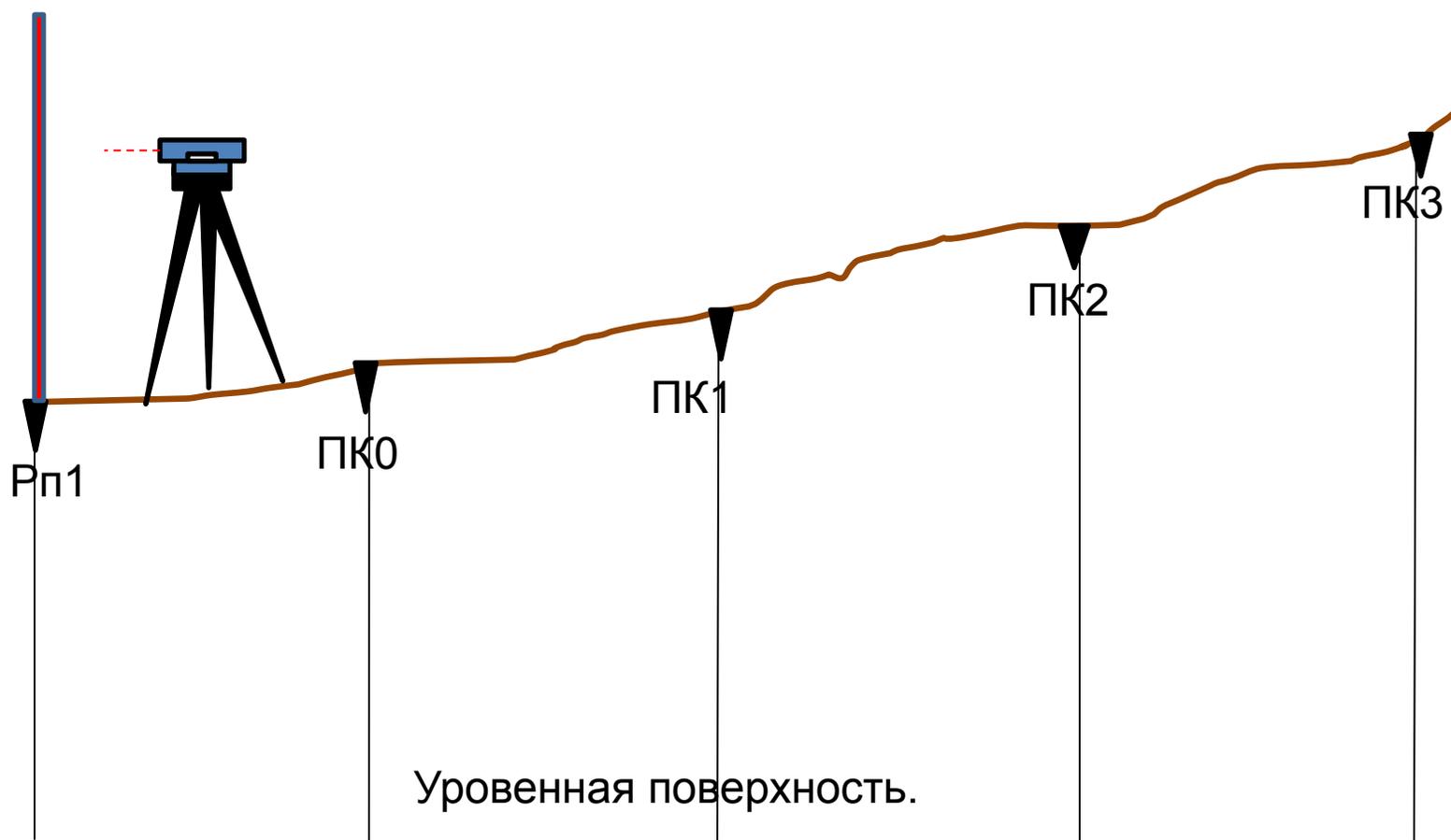


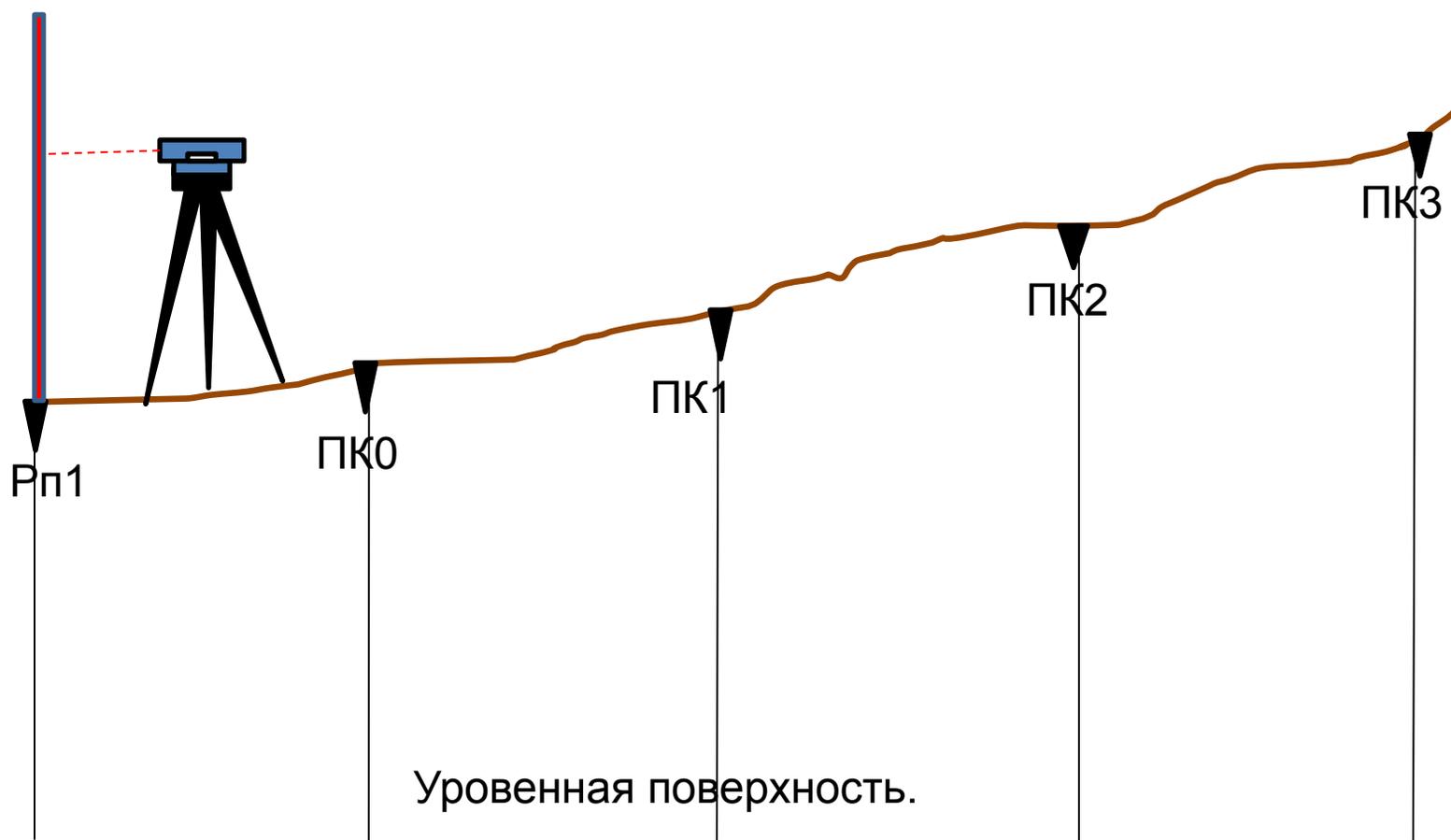


Получаем отсчет $a_{ч}$.

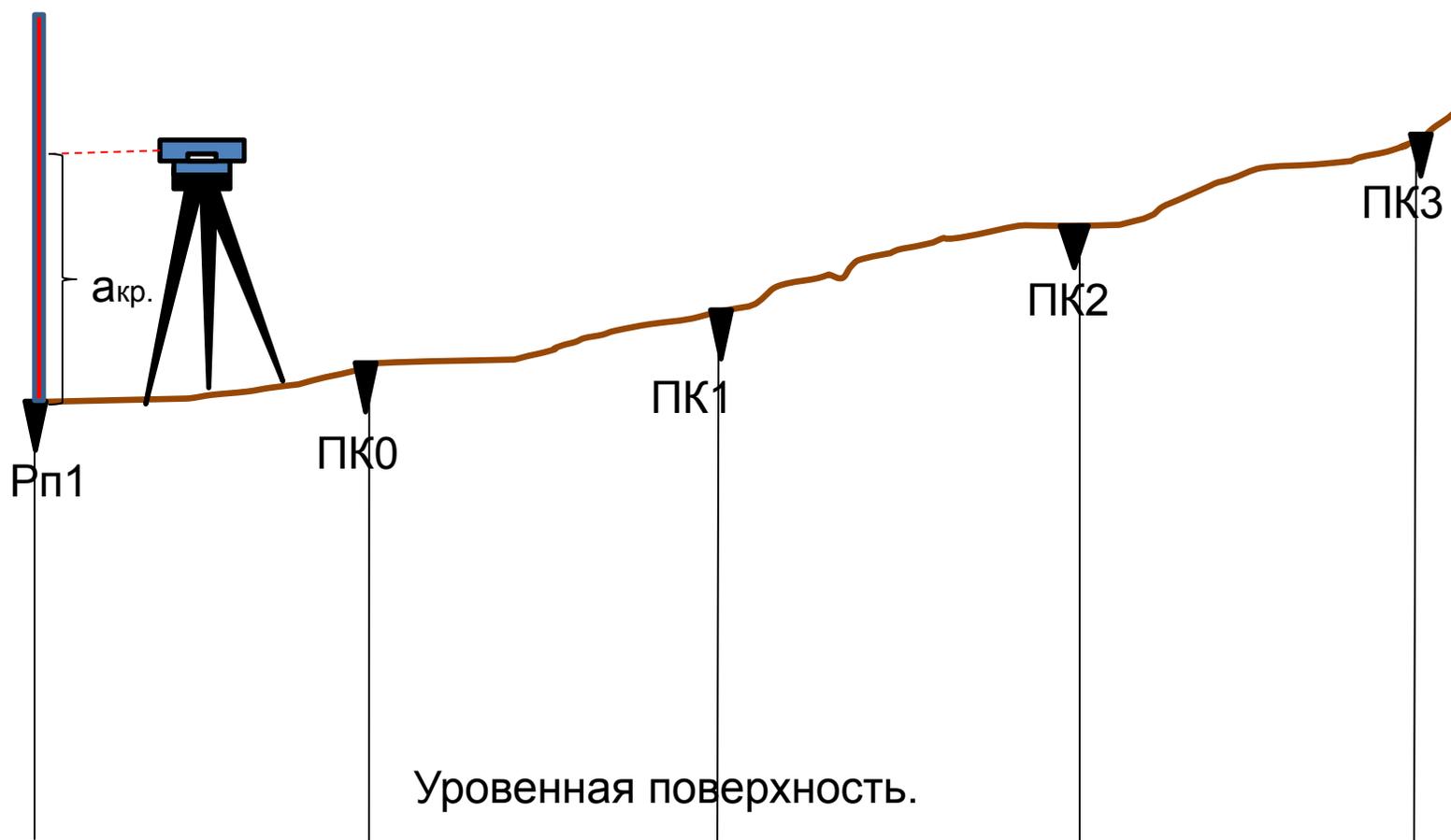


Поворачиваем рейку и берем отсчет по красной стороне.

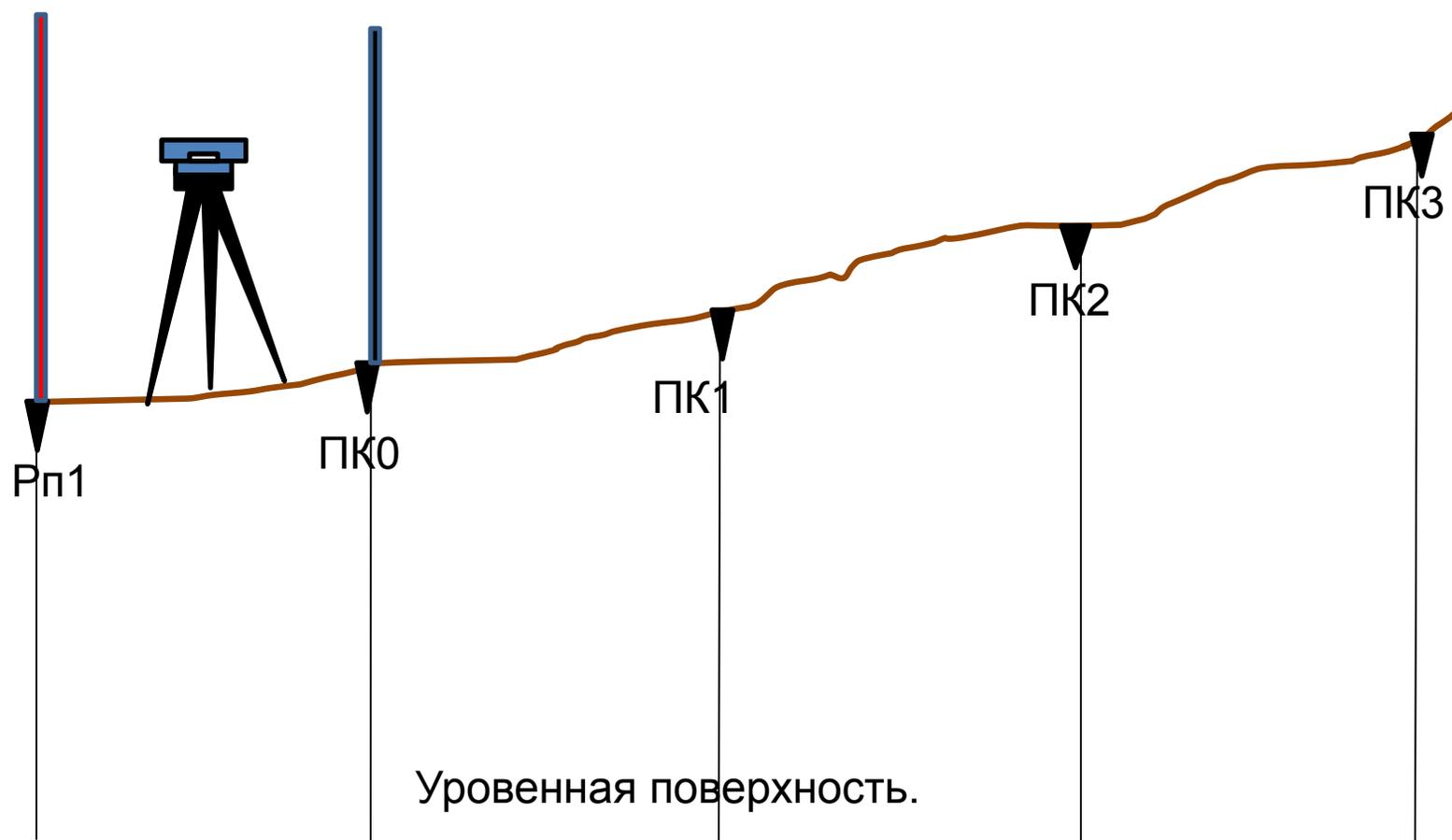


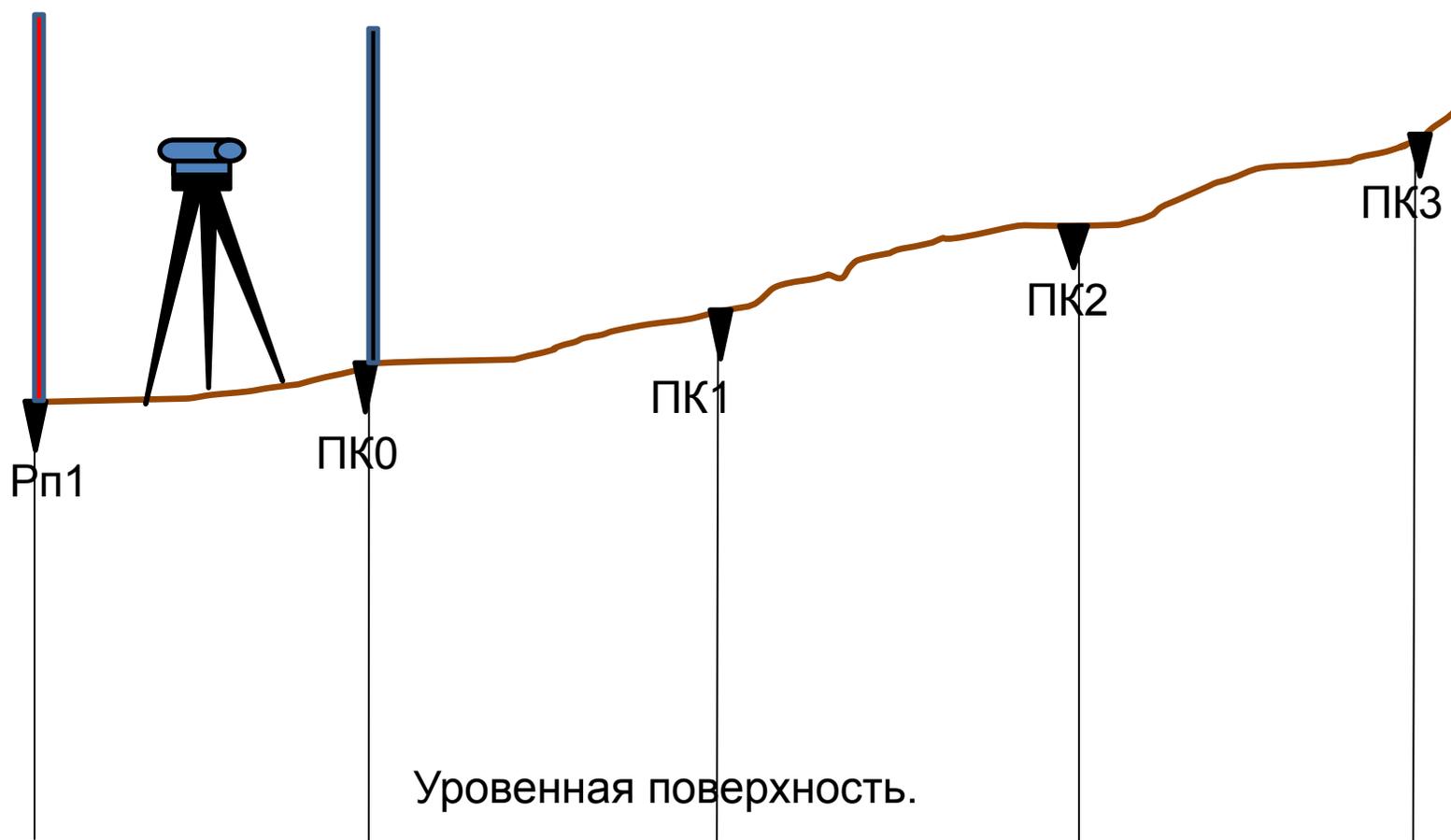


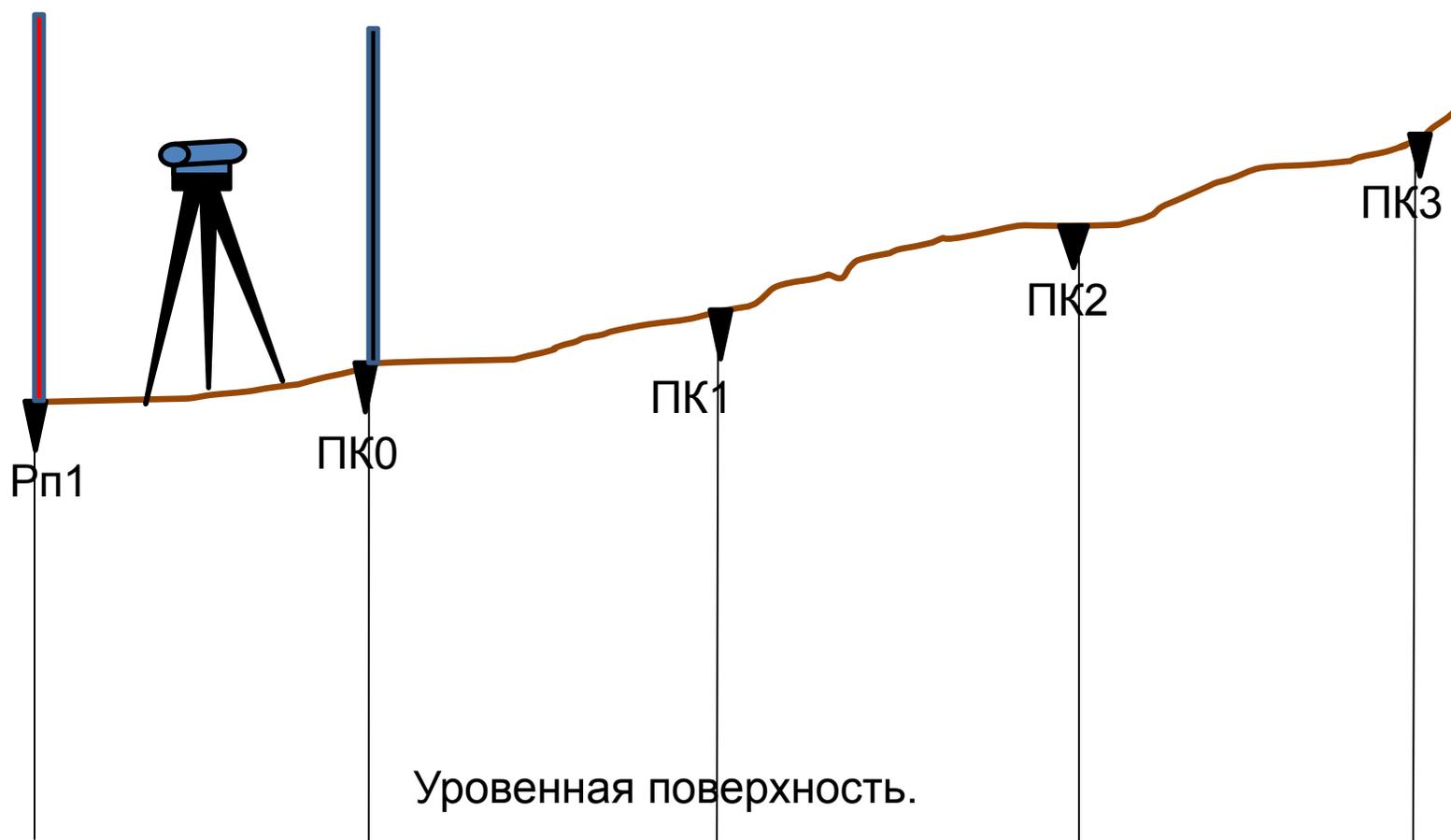
Получаем отсчет $a_{кр.}$.



Переводим нивелир на рейку установленную на ПК0 и берем отсчет по черной стороне.







$Рп1$

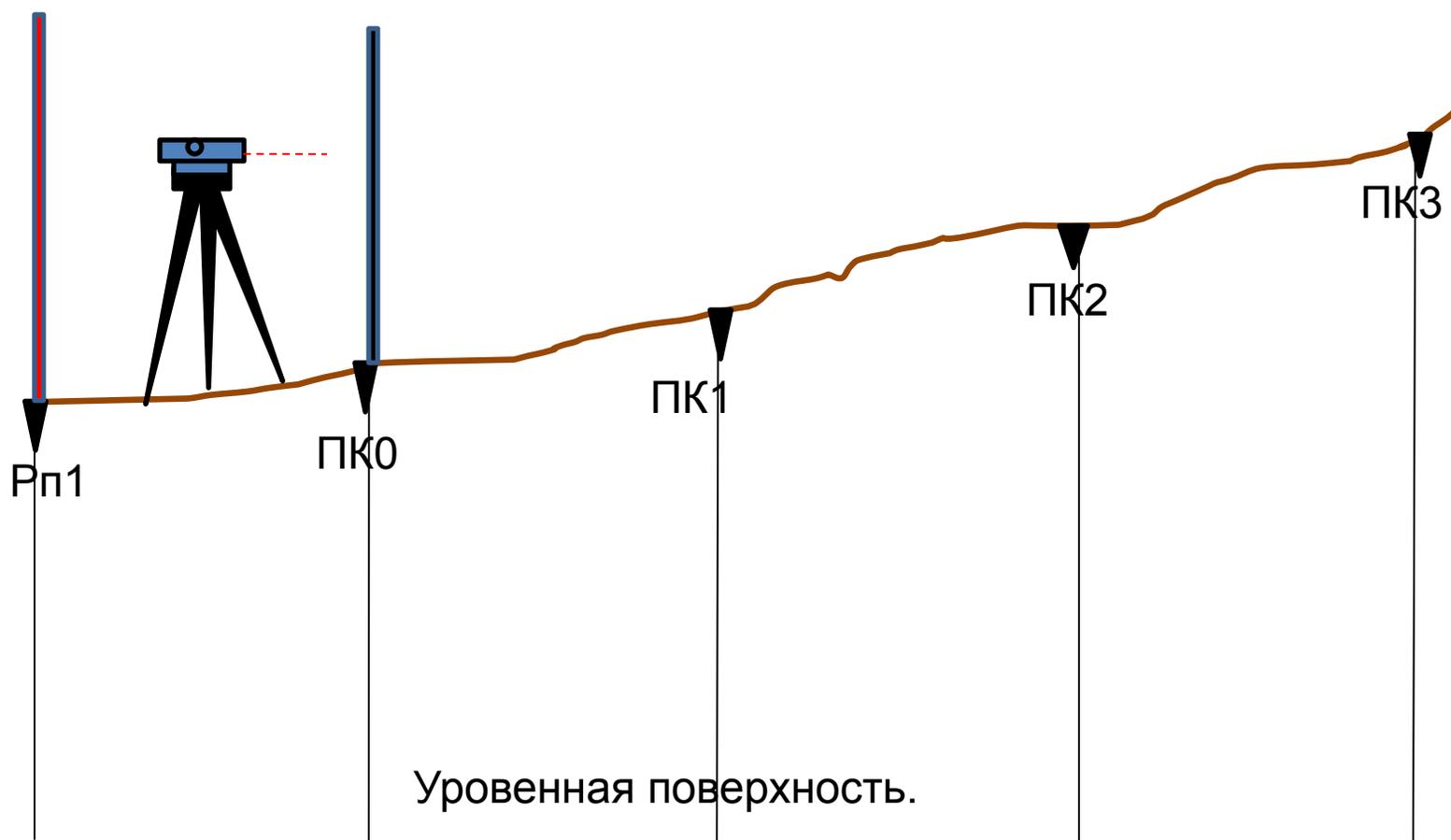
$ПК0$

$ПК1$

$ПК2$

$ПК3$

Уровенная поверхность.



Pп1

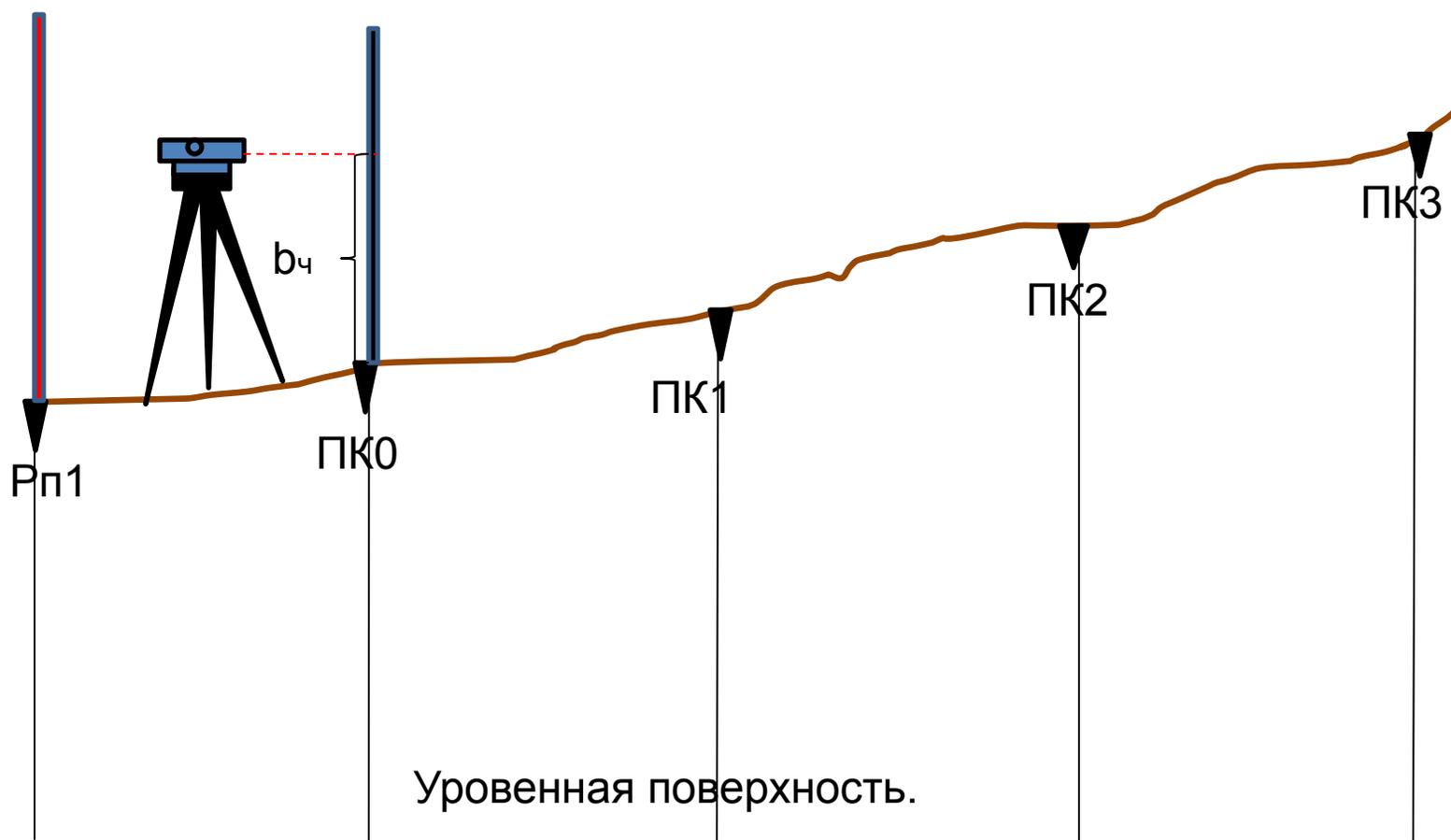
ПК0

ПК1

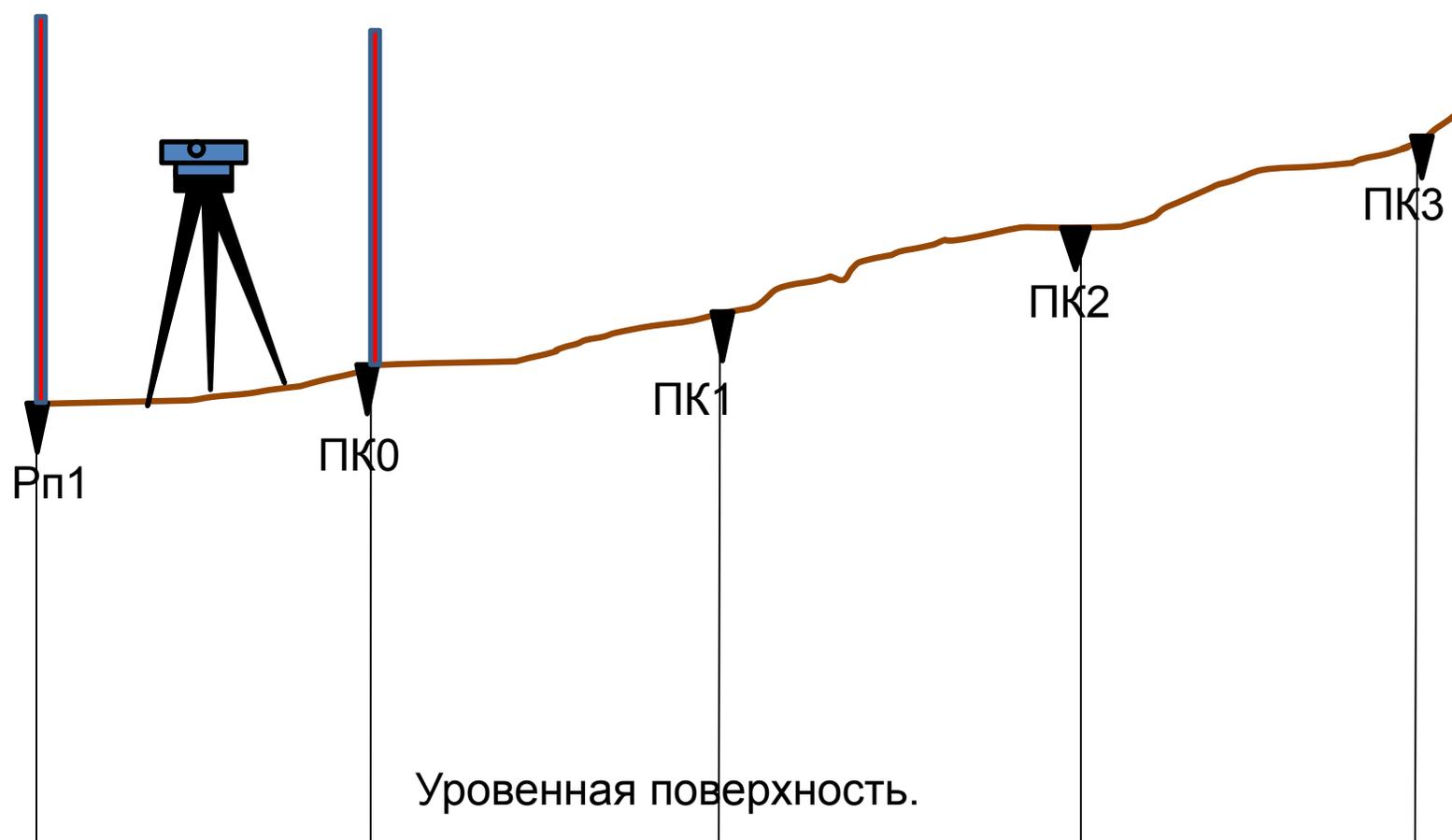
ПК2

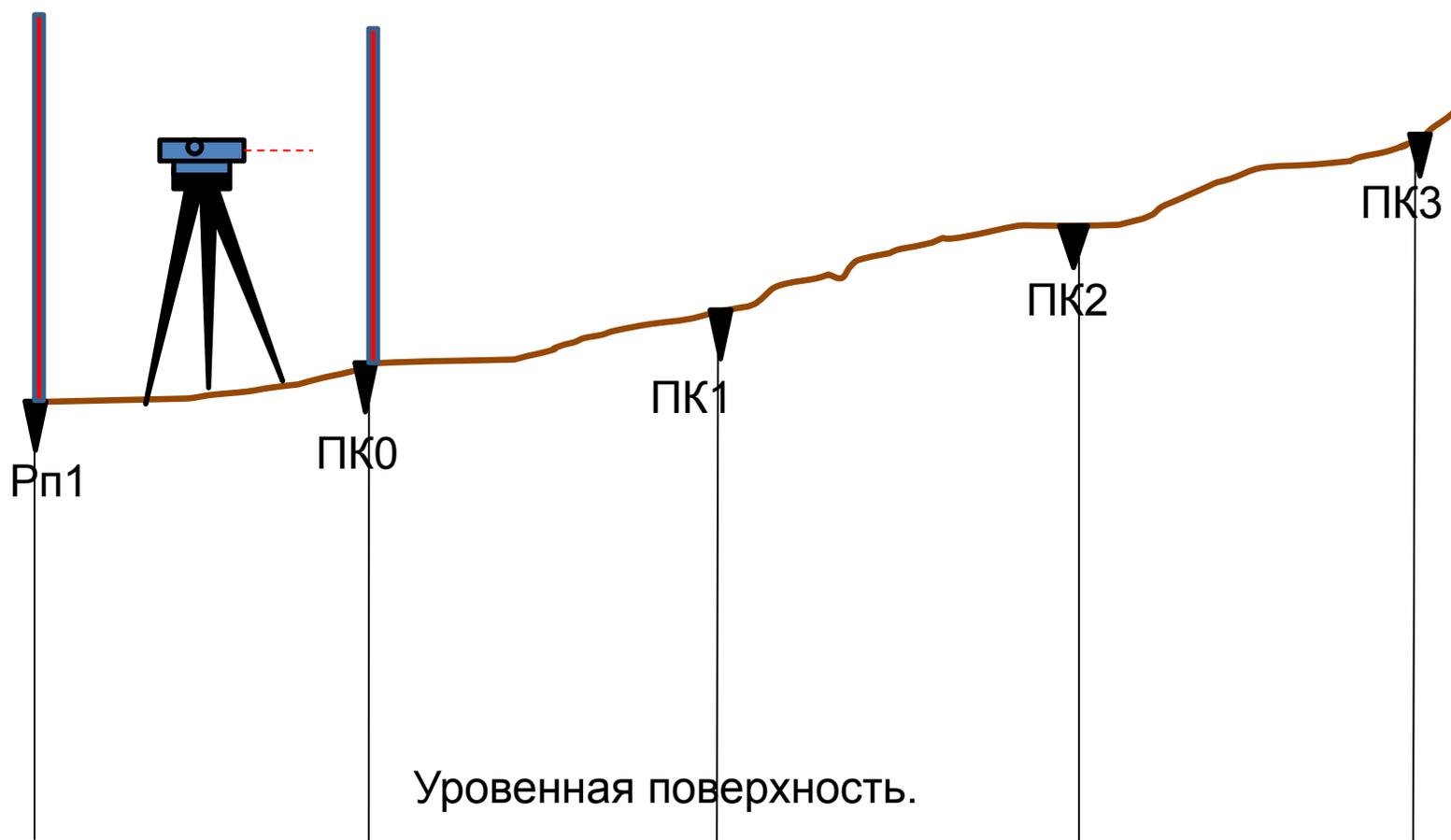
ПК3

Уровенная поверхность.



Поворачиваем рейку и берем отсчет по красной стороне.





$P_{п1}$

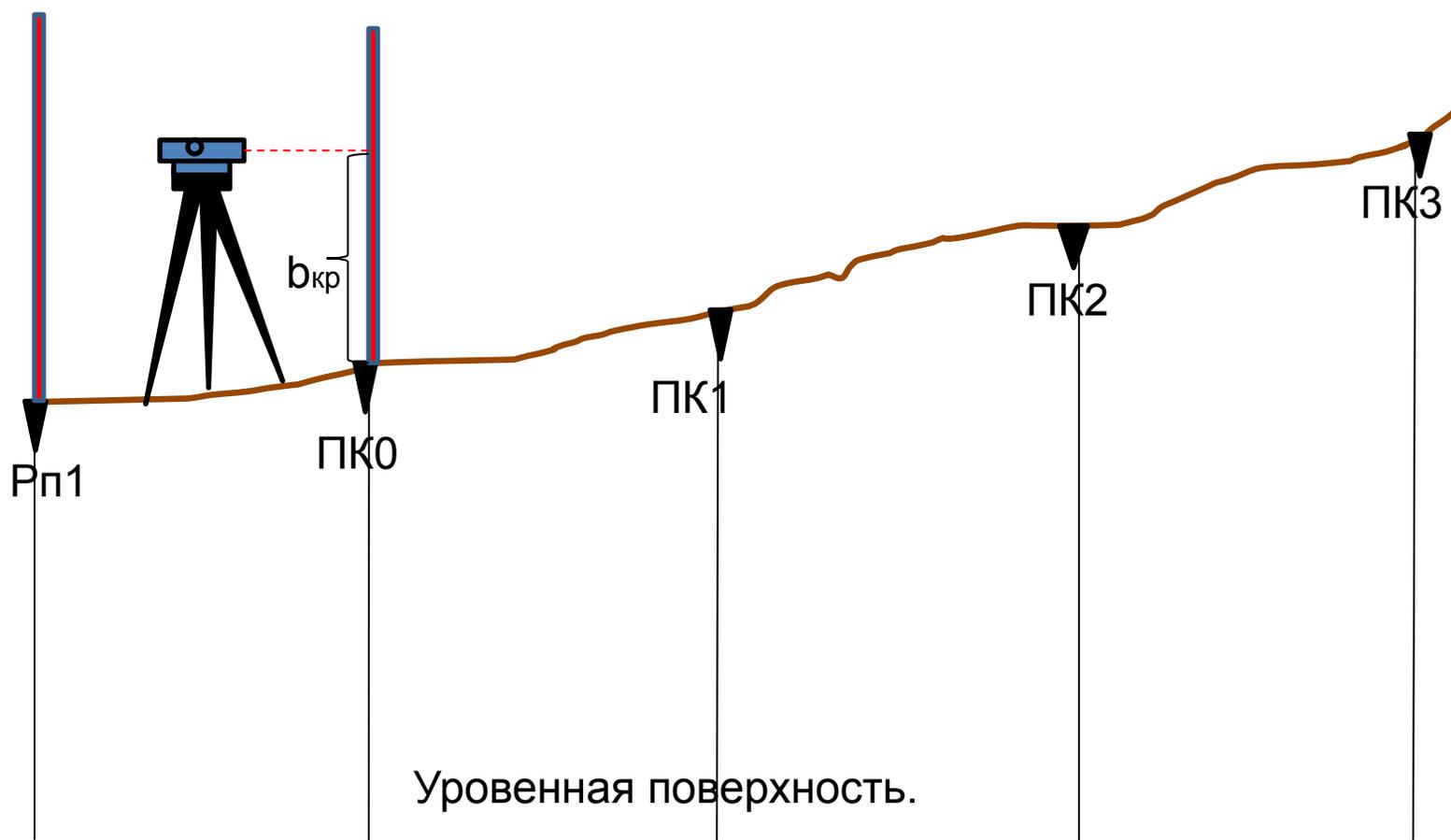
$ПК0$

$ПК1$

$ПК2$

$ПК3$

Уровенная поверхность.



Pп1

ПК0

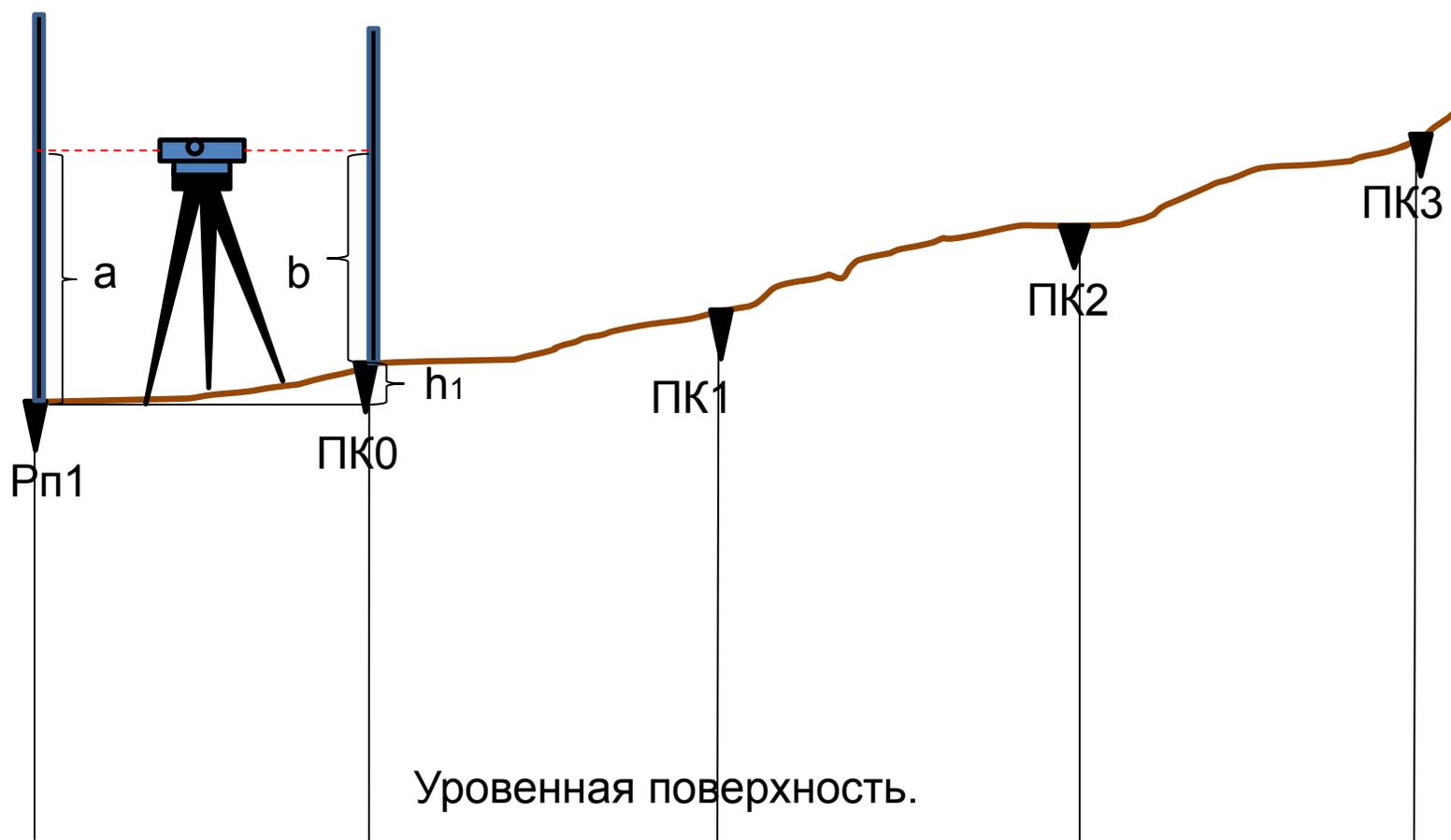
ПК1

ПК2

ПК3

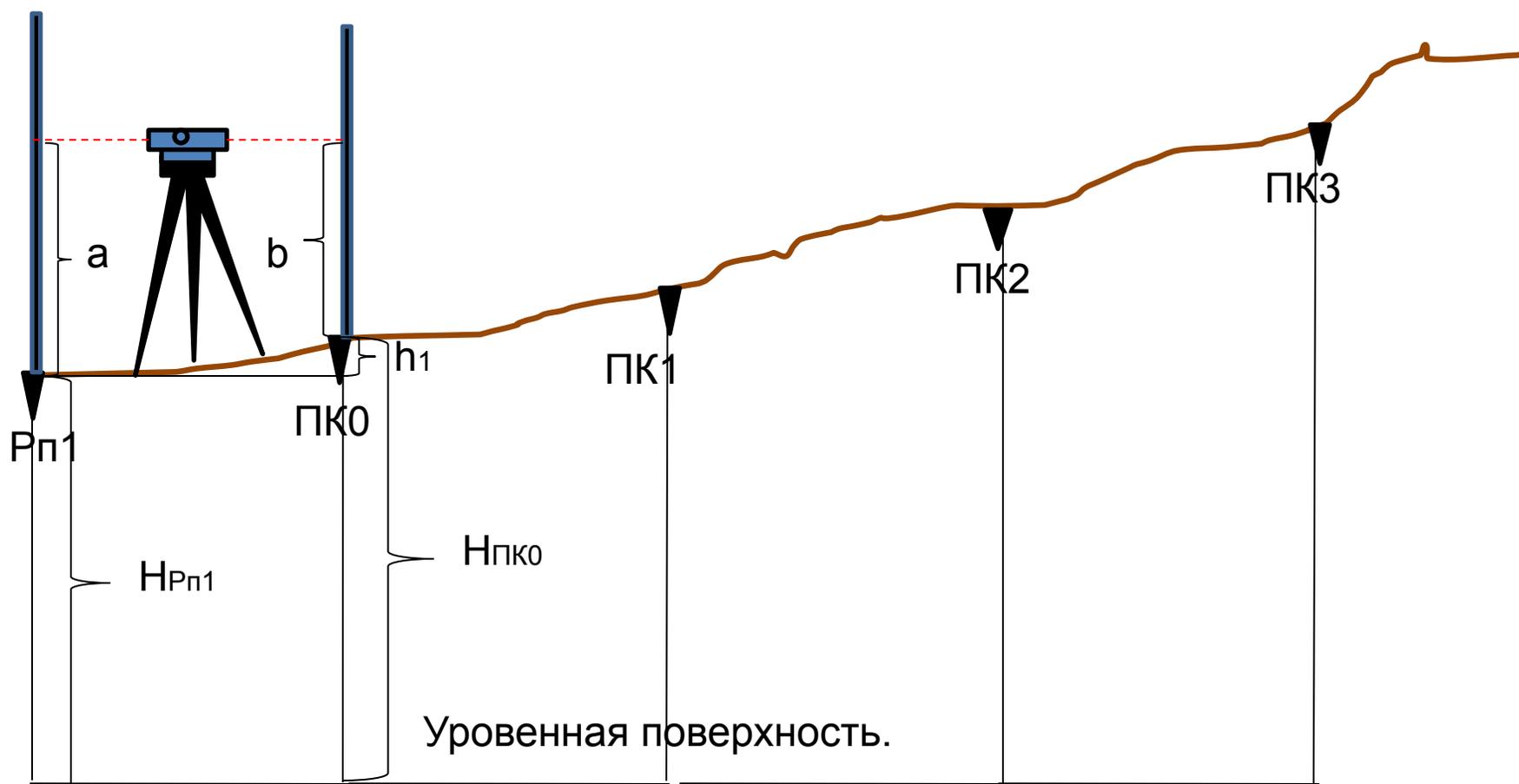
Уровенная поверхность.

Превышение находится, как разница отсчетов на заднюю и переднюю рейки, т.е. $h = a - b$

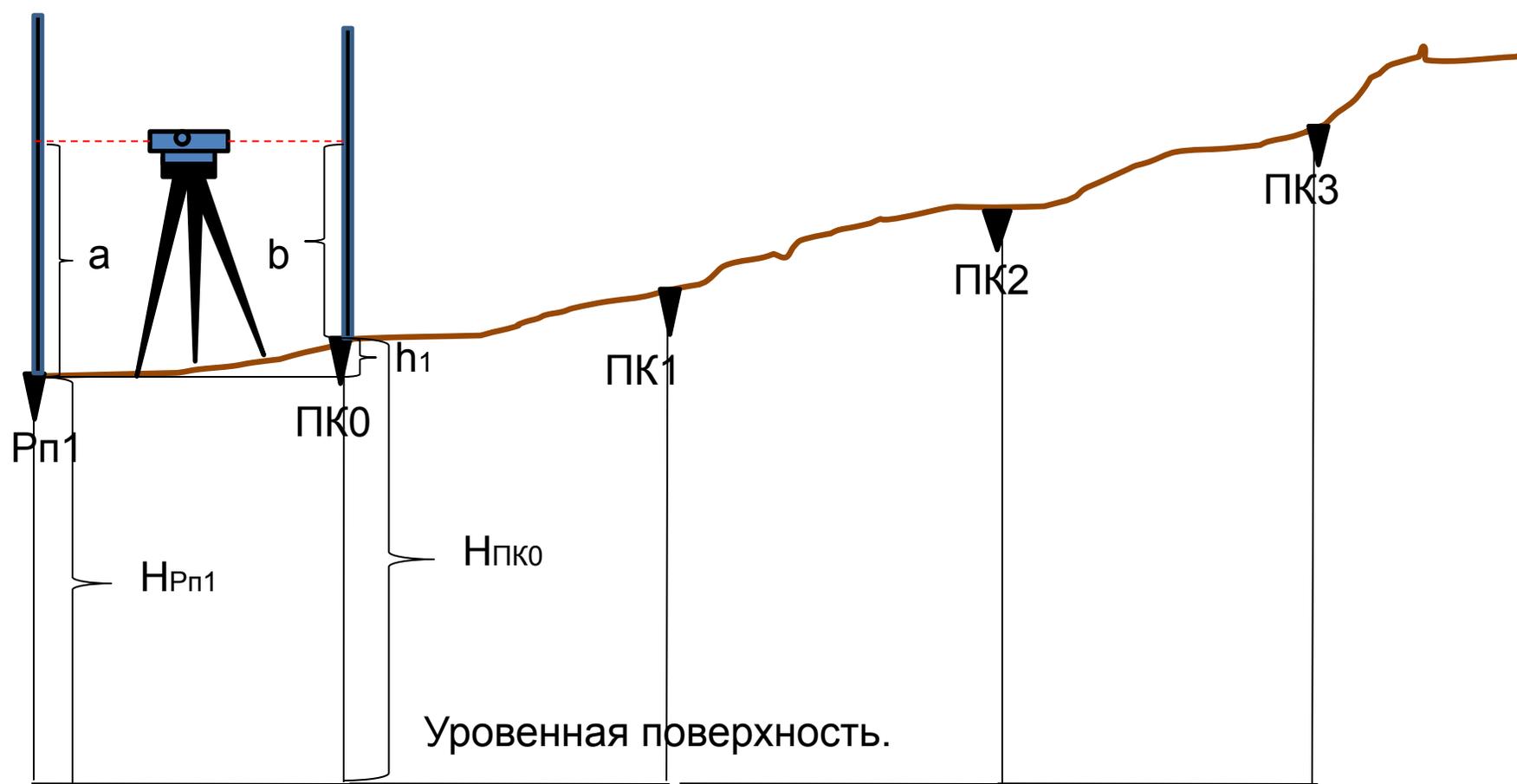


Так как точки Рп1 и ПК0 являются связующими, то превышение между ними определяется как для связующих точек, т.е.

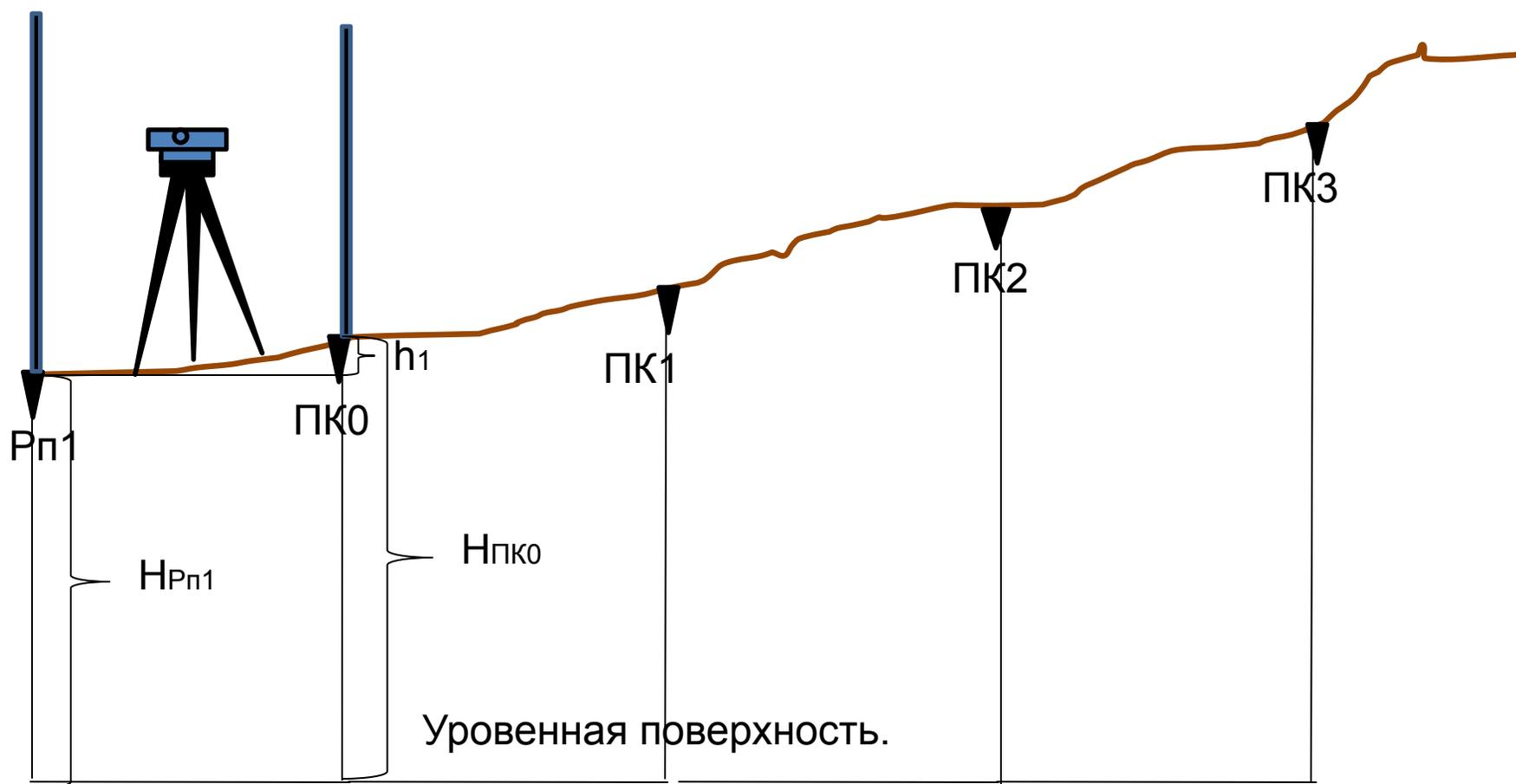
$$h_1 = a_{\text{ч}} - b_{\text{ч}} \quad h_{\text{ср}} = (h_1 + h_2)/2$$
$$h_2 = a_{\text{кр}} - b_{\text{кр}}$$

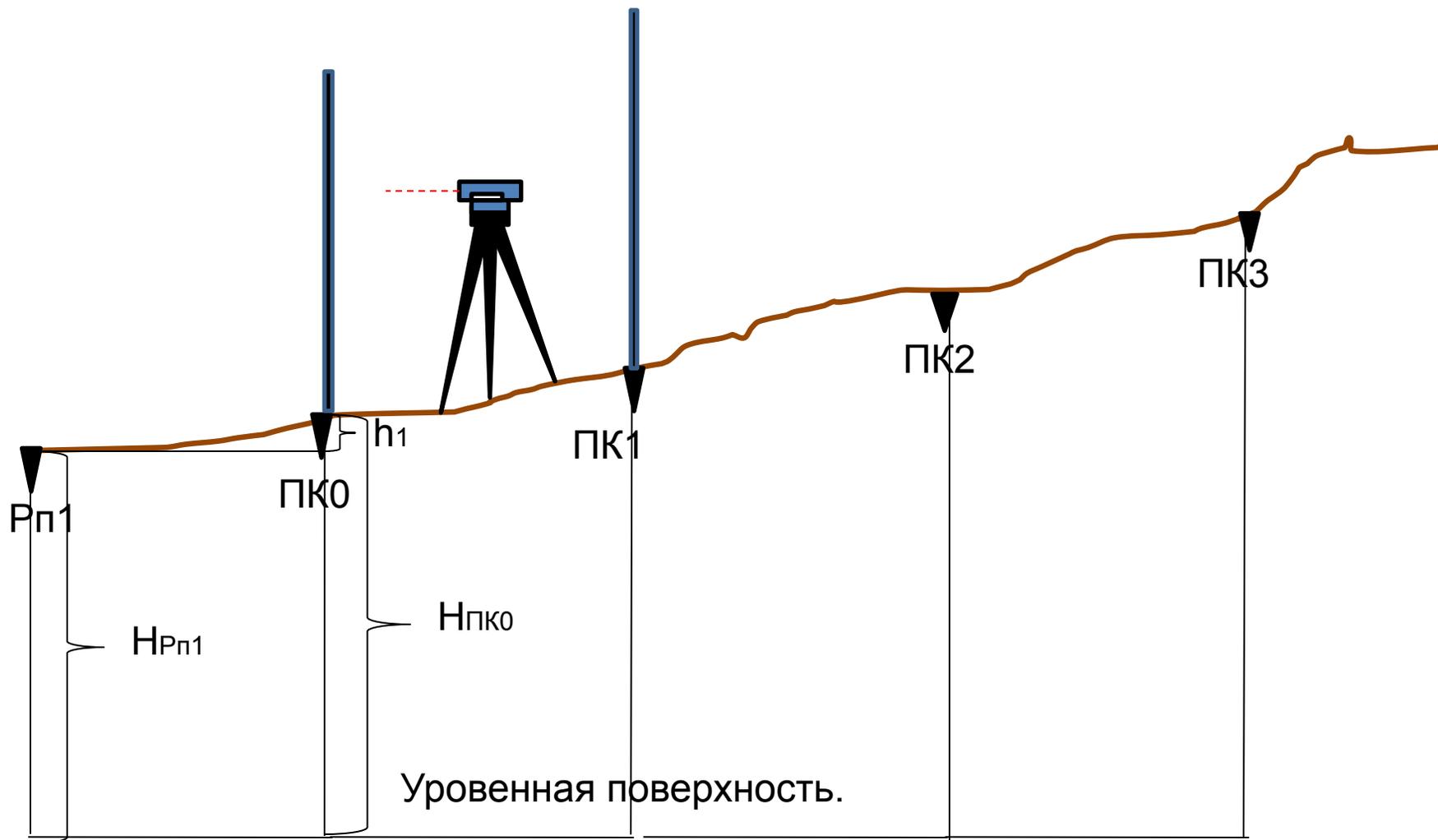


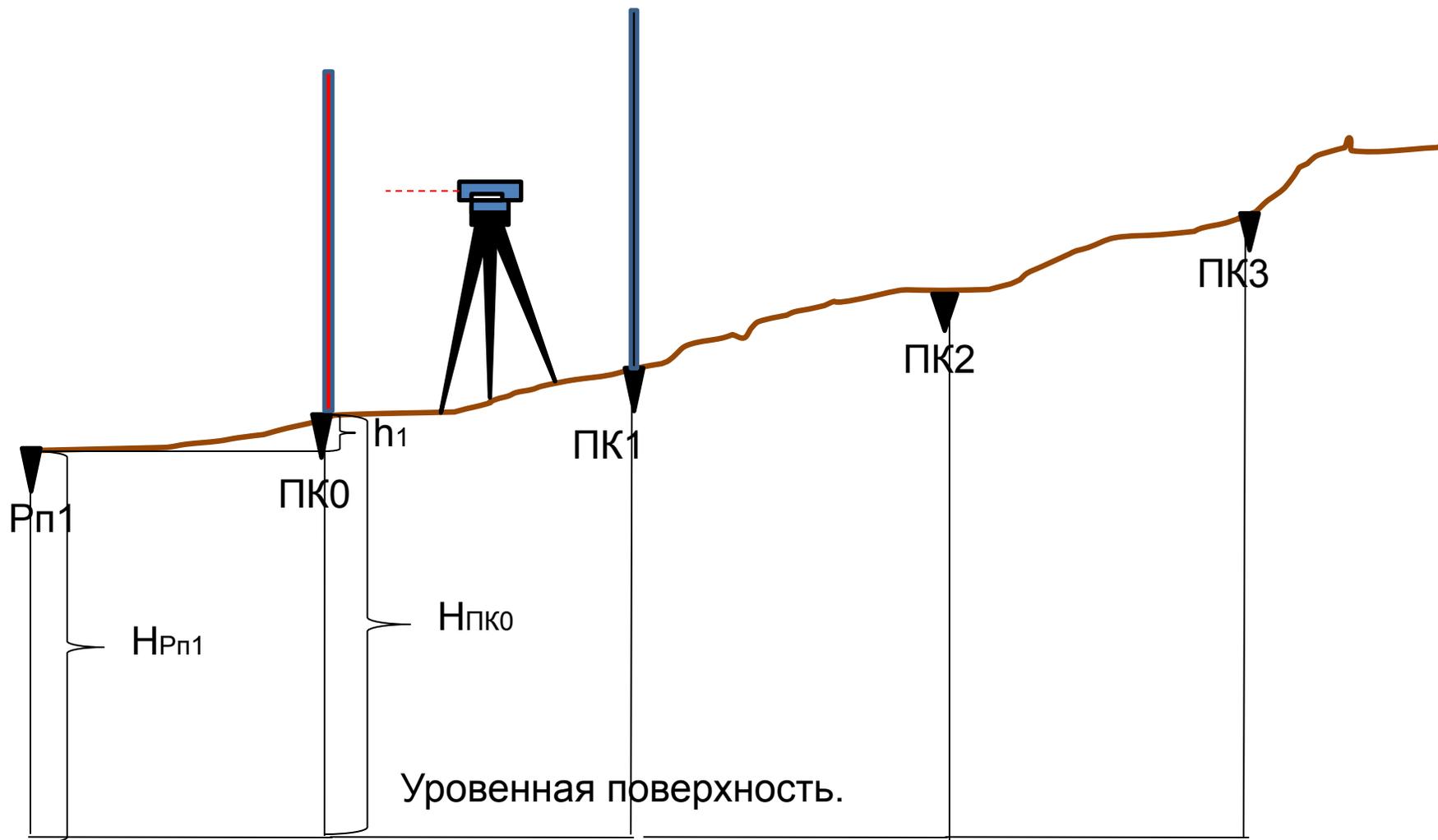
Абсолютная отметка последующей точки ($H_{ПК0}$) равна абсолютной отметке предыдущей точки ($H_{Рп1}$) плюс превышение: $H_{ПК0} = H_{Рп1} + h_{ср}$



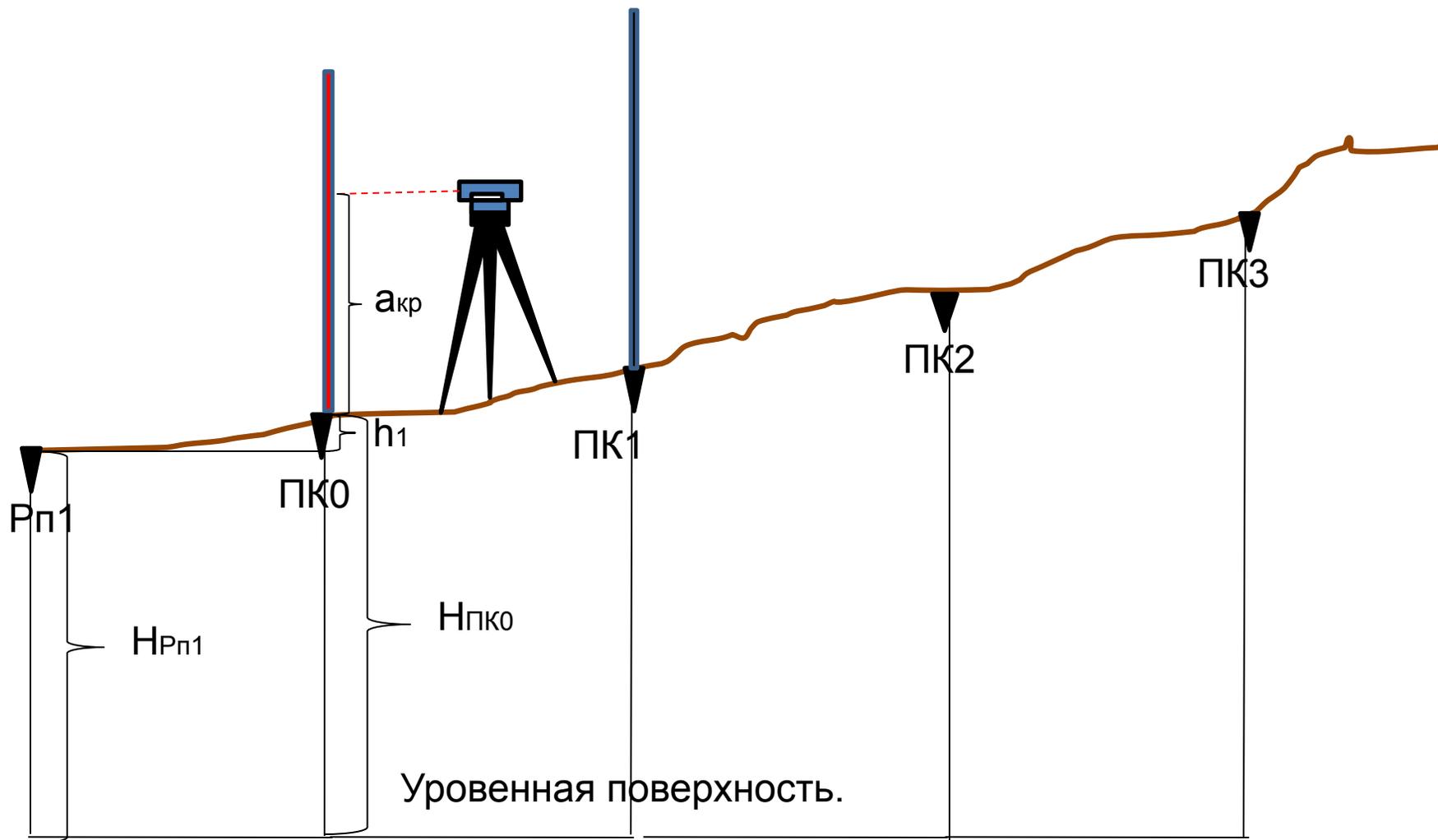
Устанавливаем нивелир между точками ПК0 и ПК1 и берем отсчеты по черной и красной сторонам реек.







Уровенная поверхность.



Рп1

ПК0

ПК1

ПК2

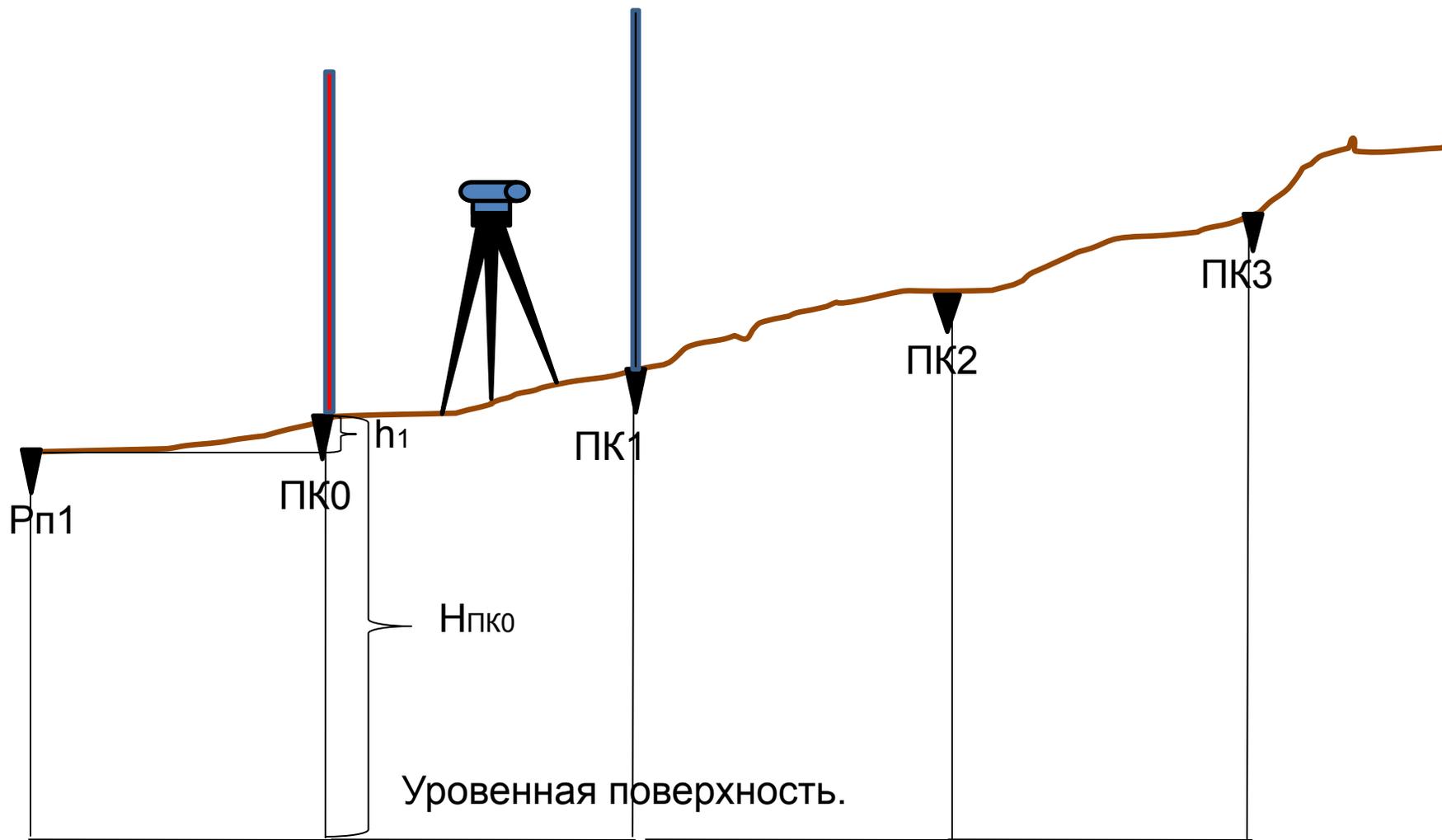
ПК3

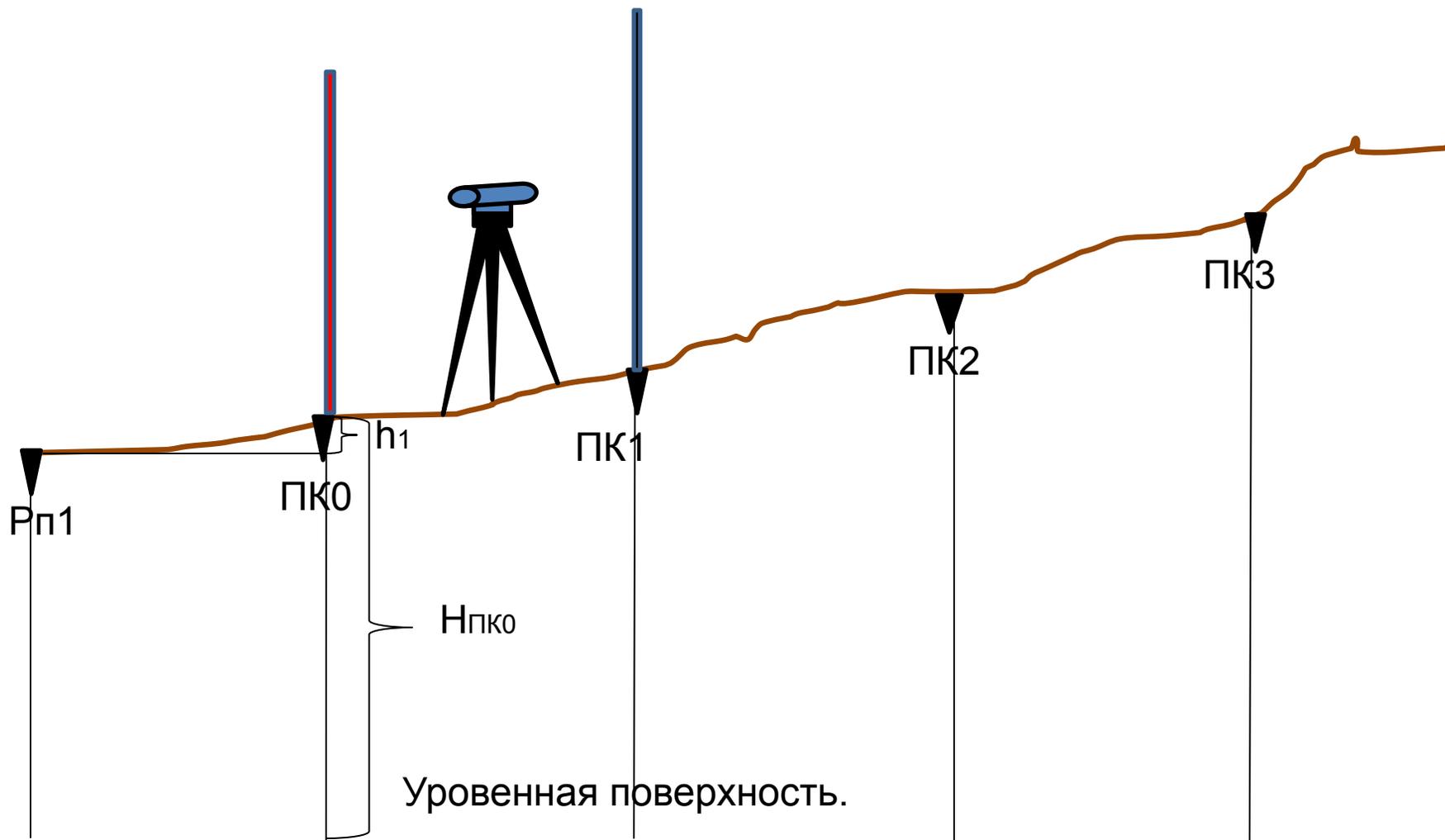
$H_{Рп1}$

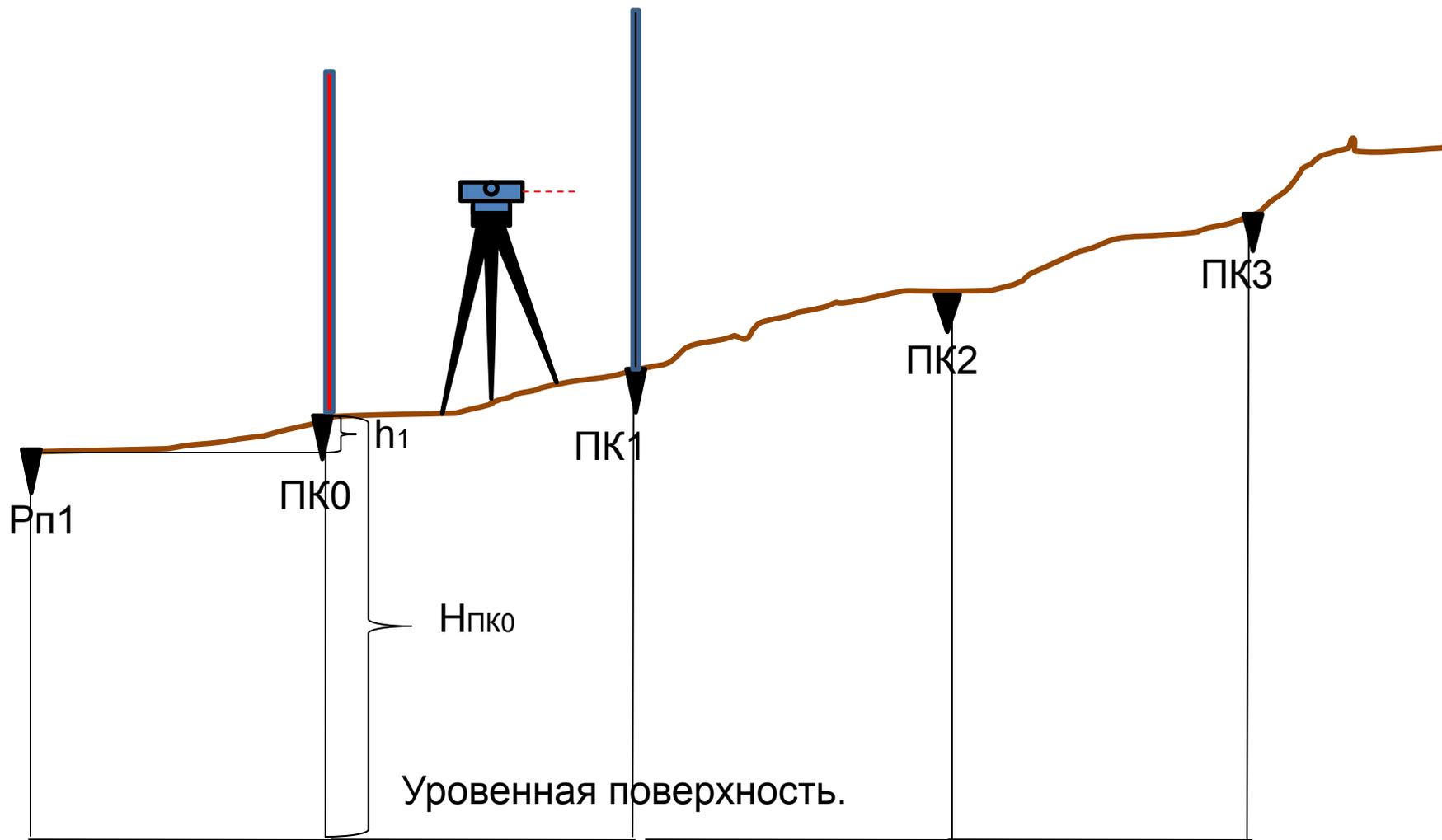
$H_{ПК0}$

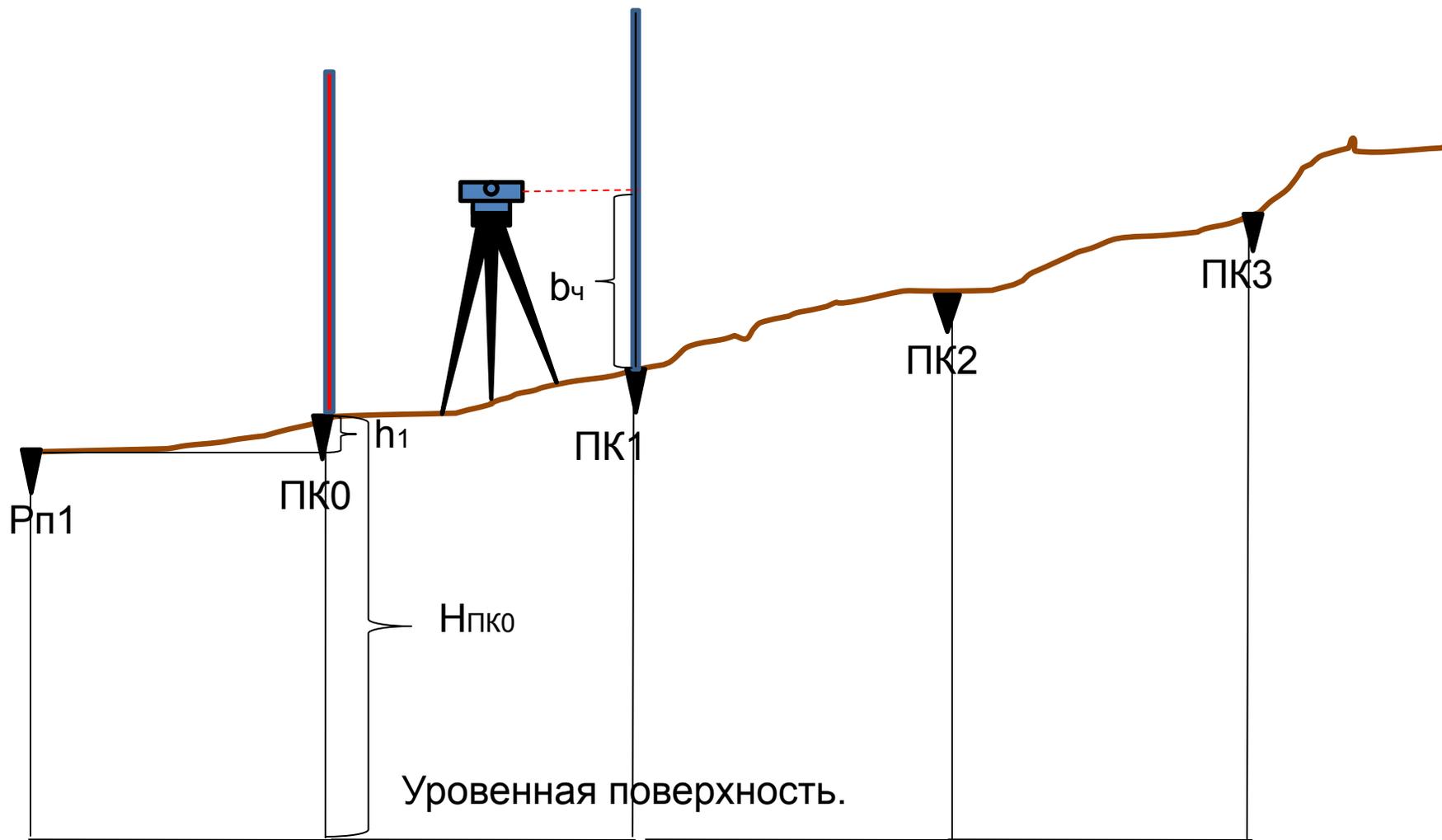
h_1

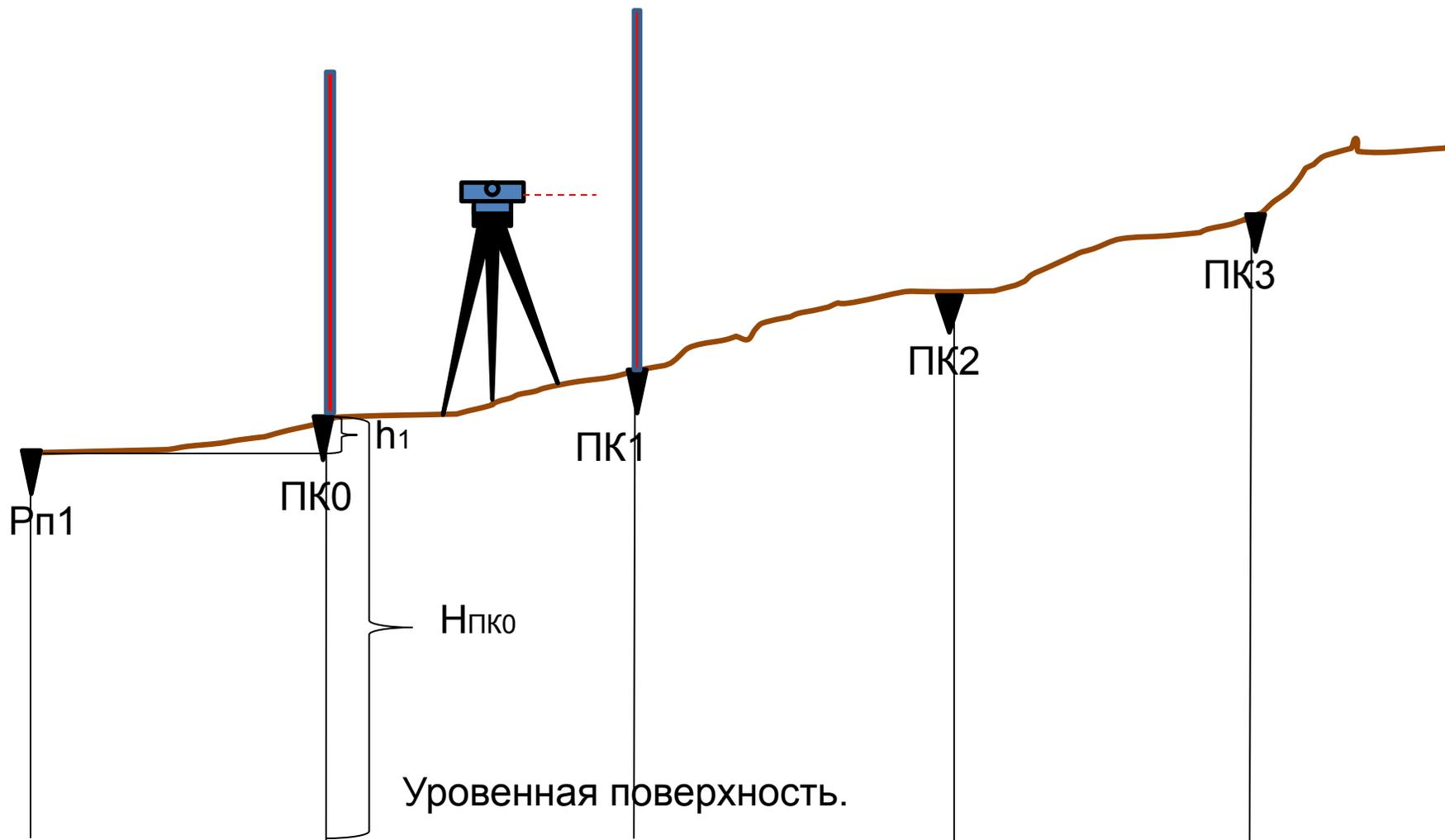
$a_{кр}$

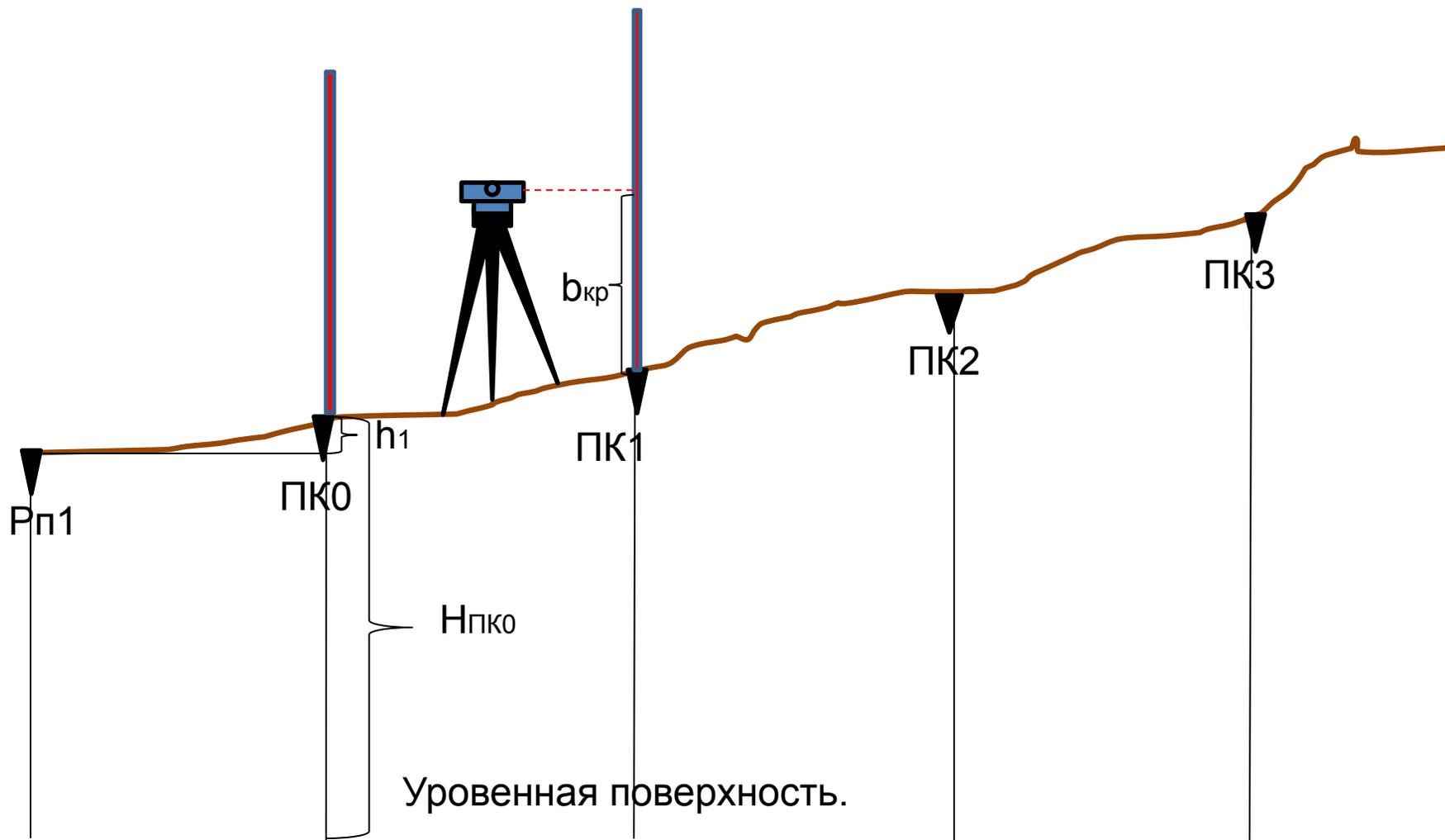








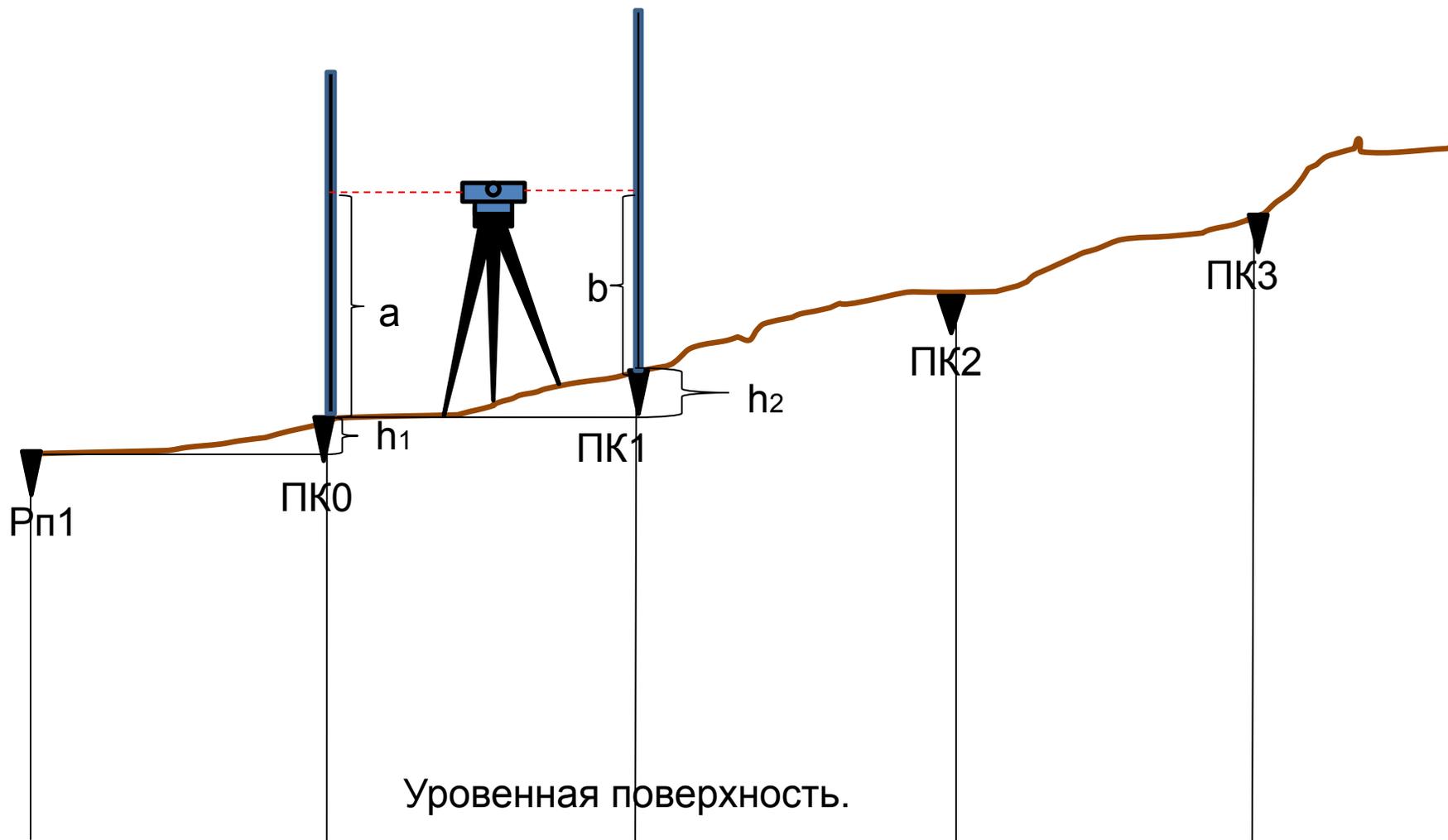




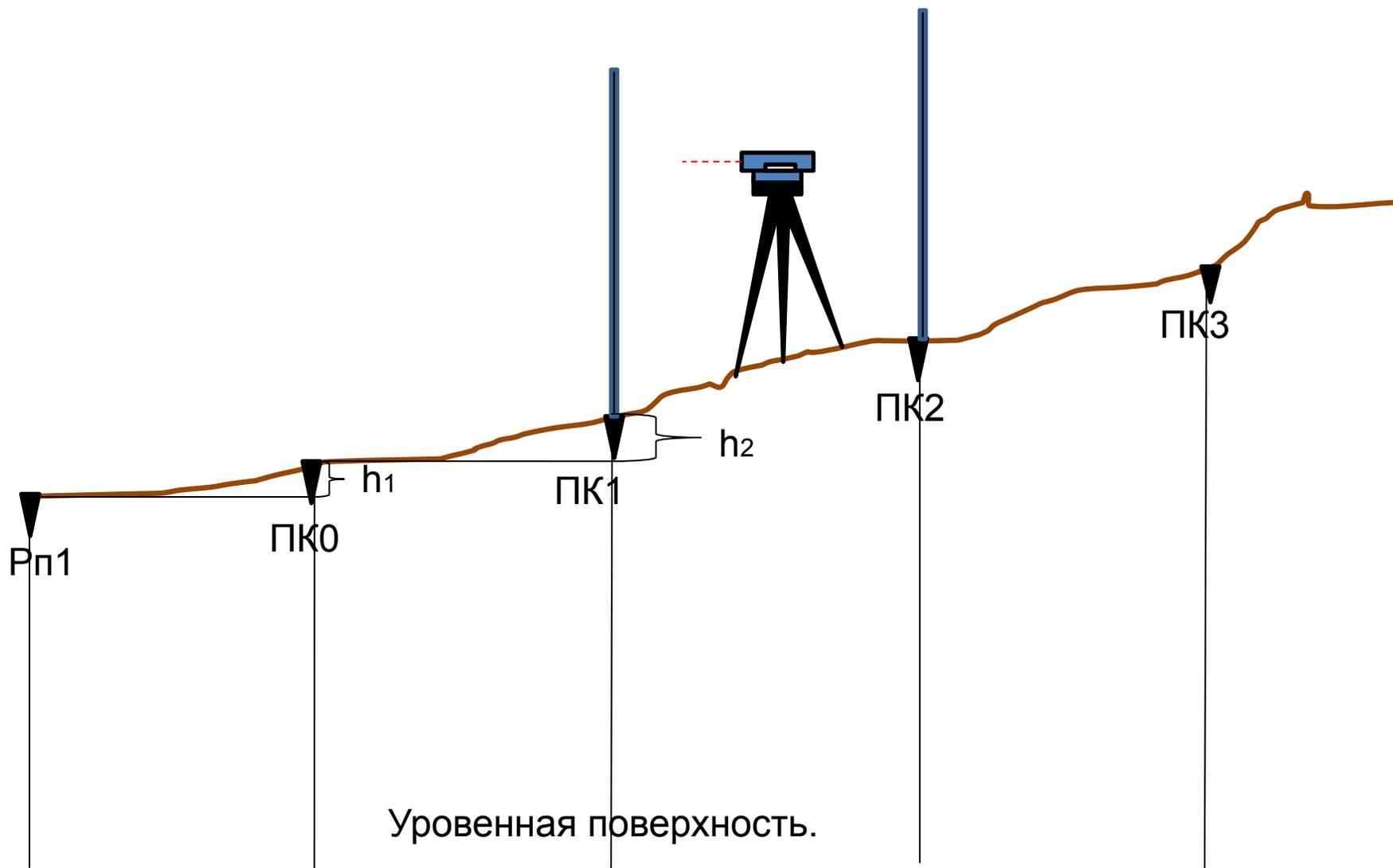
$$h_1 = a_{ч2} - b_{ч2}$$

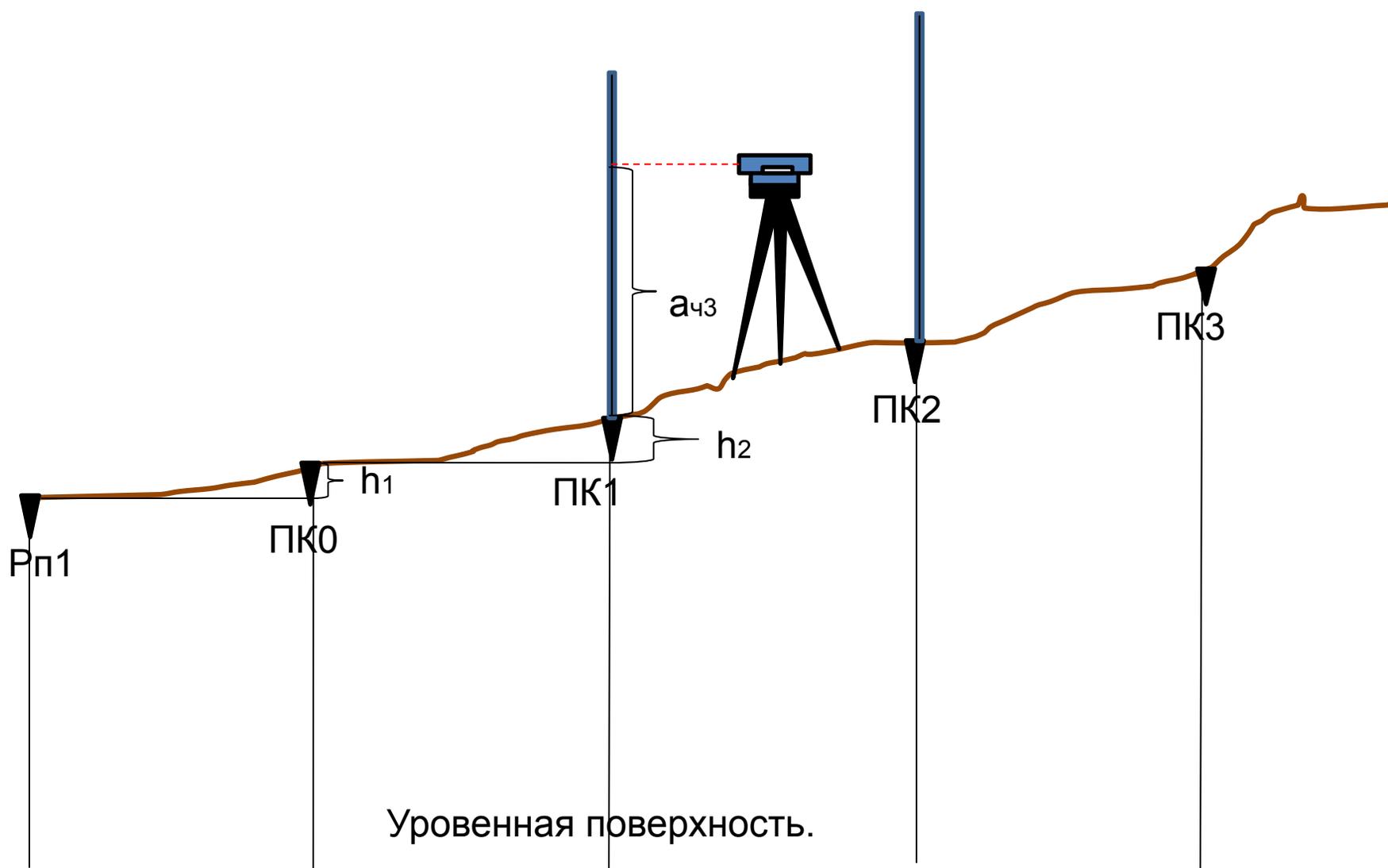
$$h_2 = a_{кр2} - b_{кр2}$$

$$h_{ср2} = (h_1 + h_2)/2$$



Аналогичным образом определяем превышения между оставшимися точками.





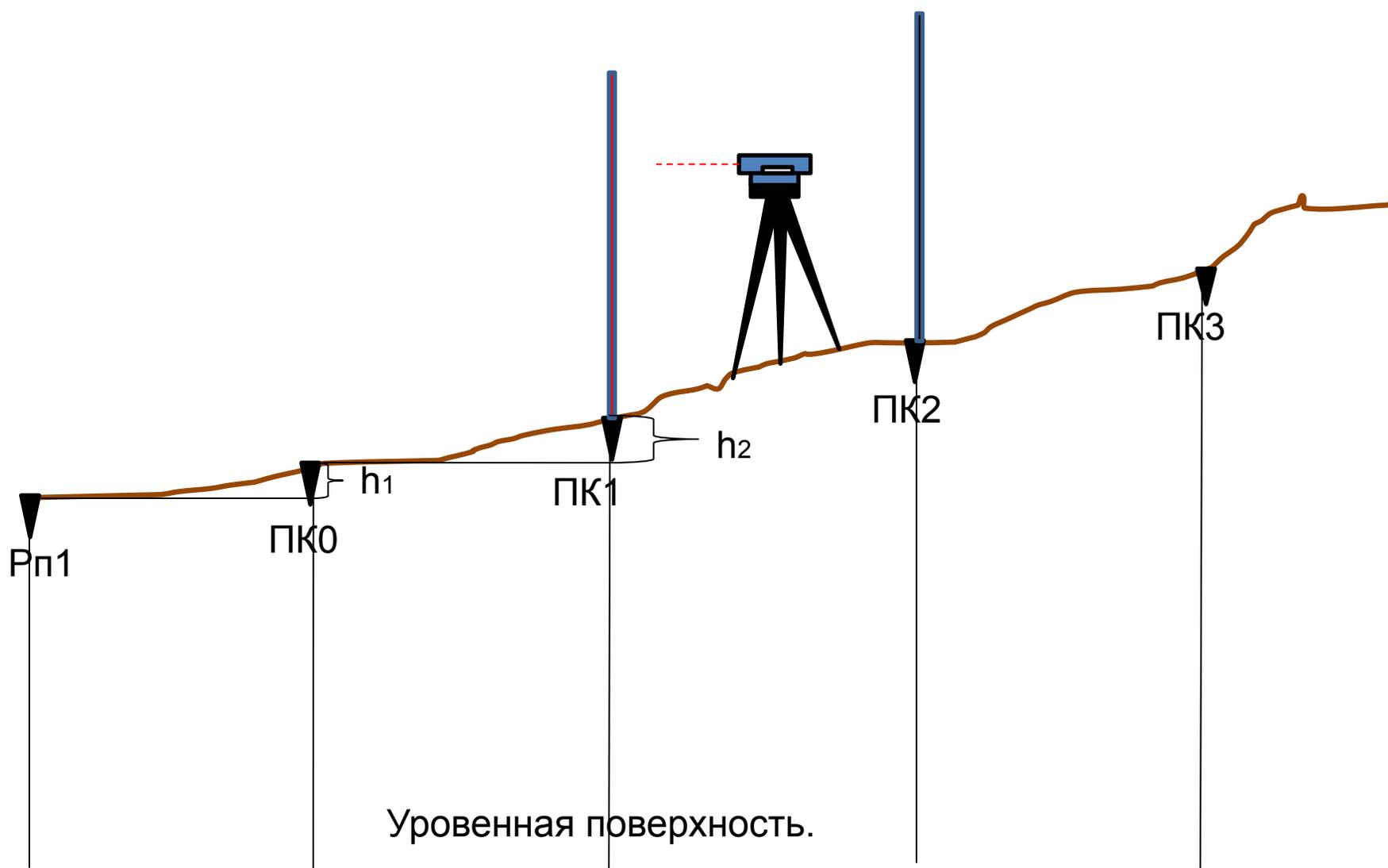
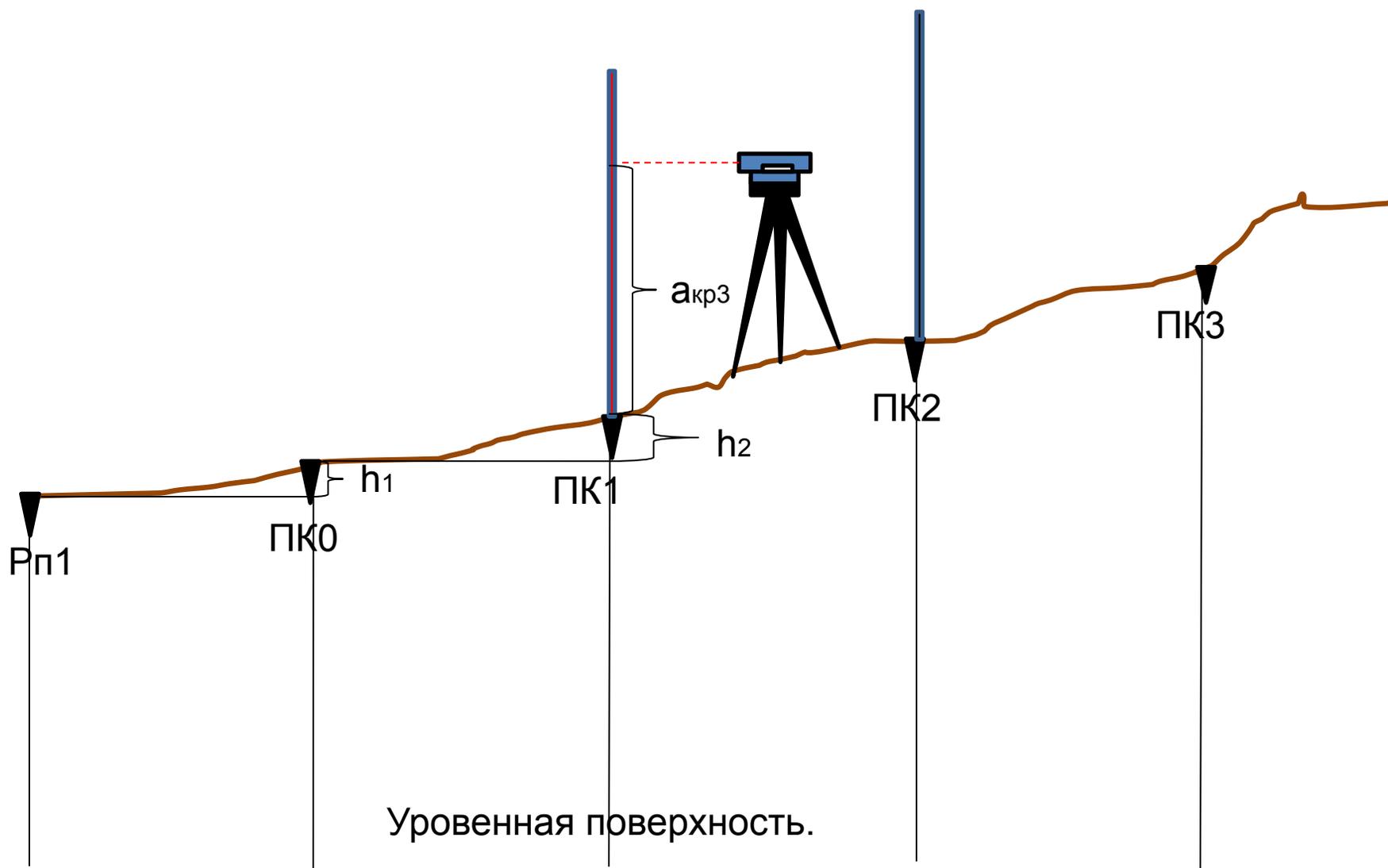
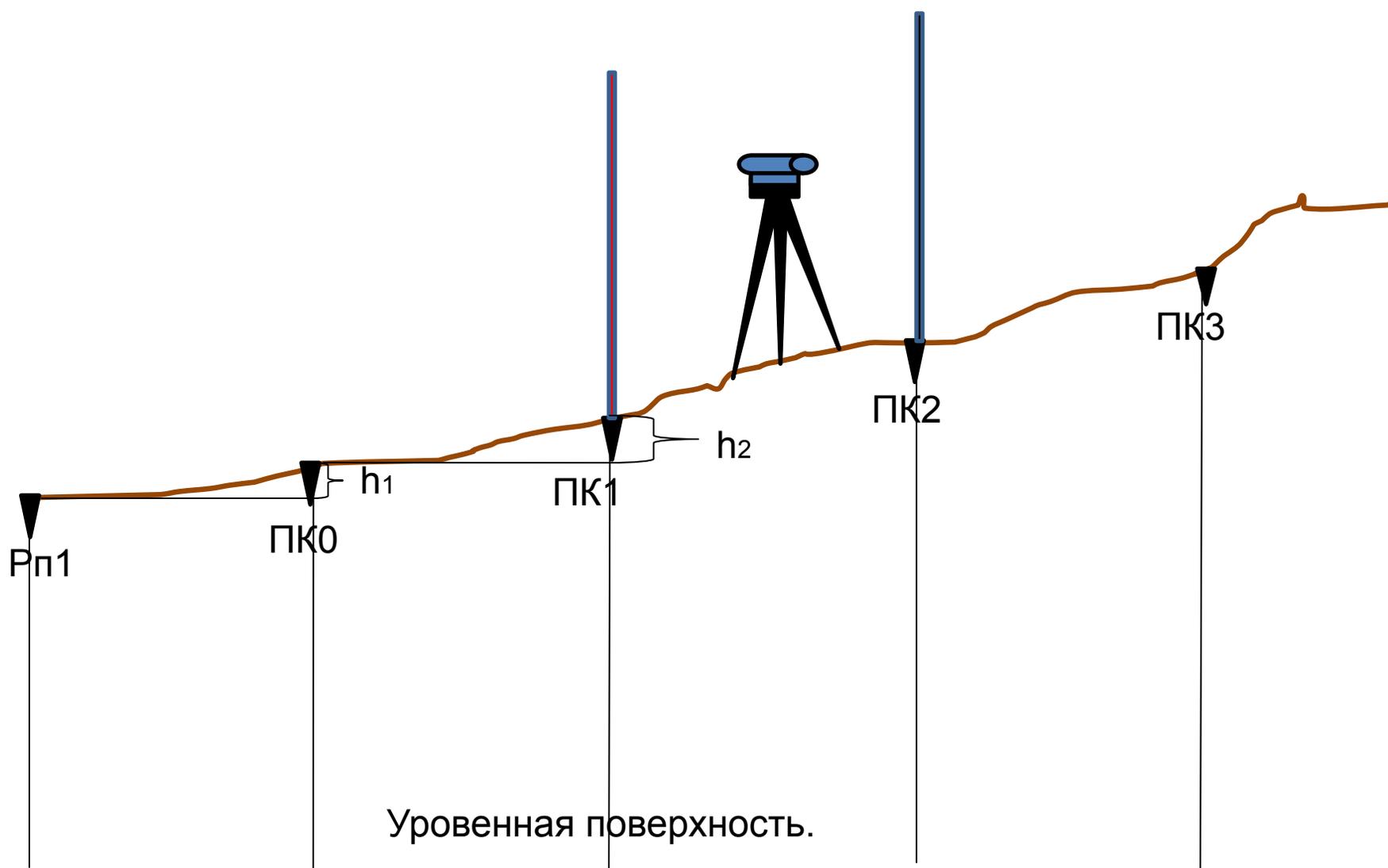
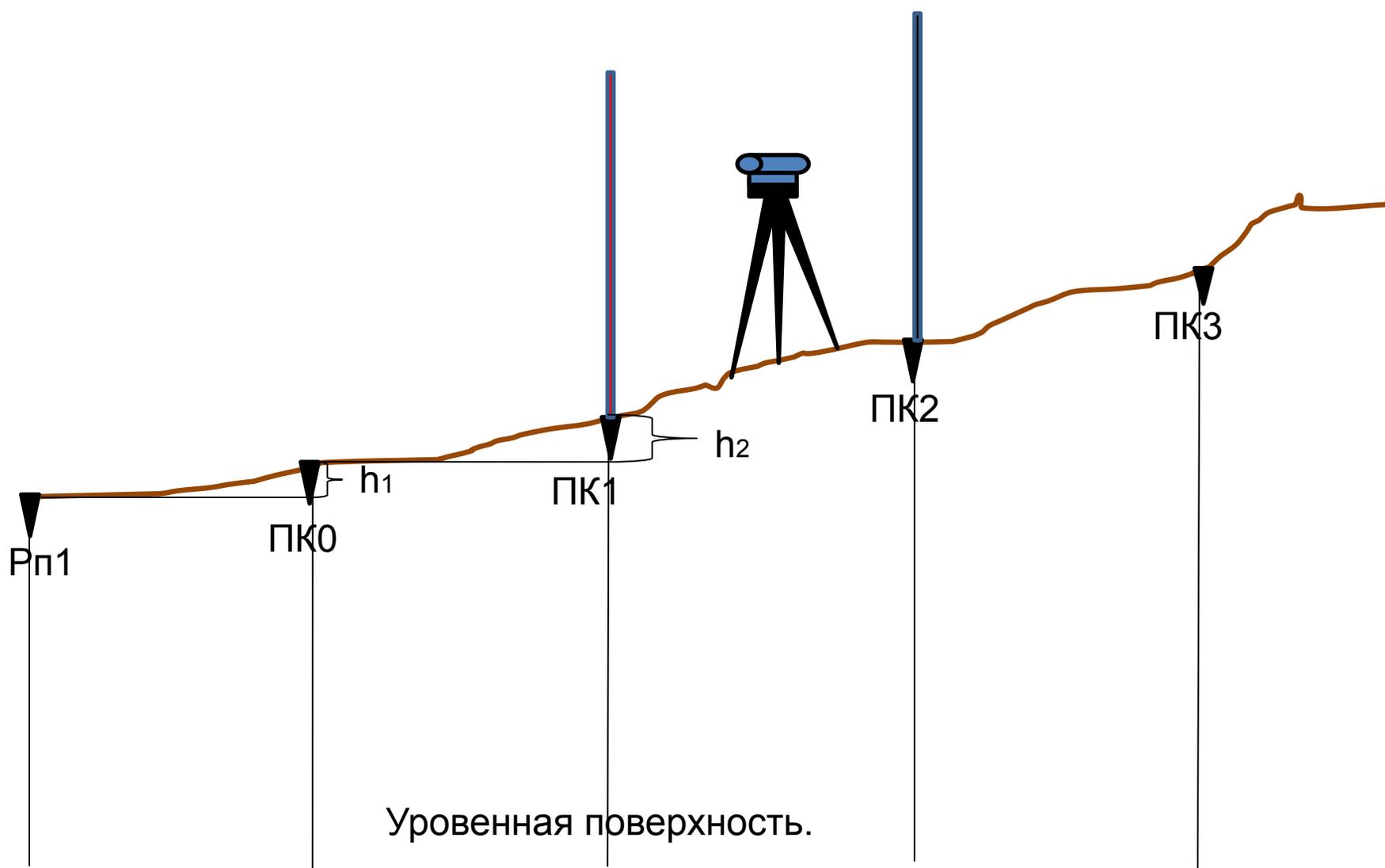
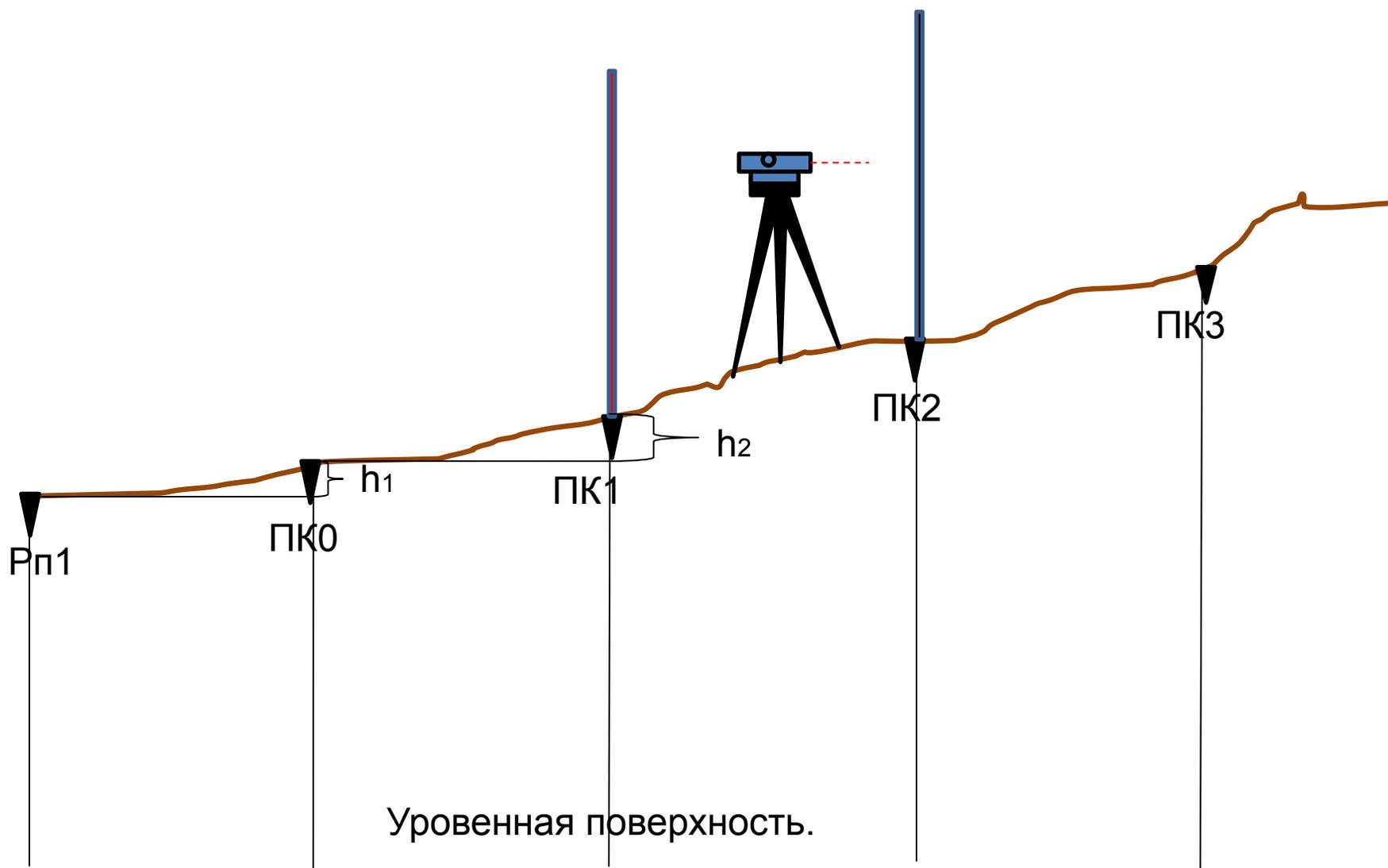


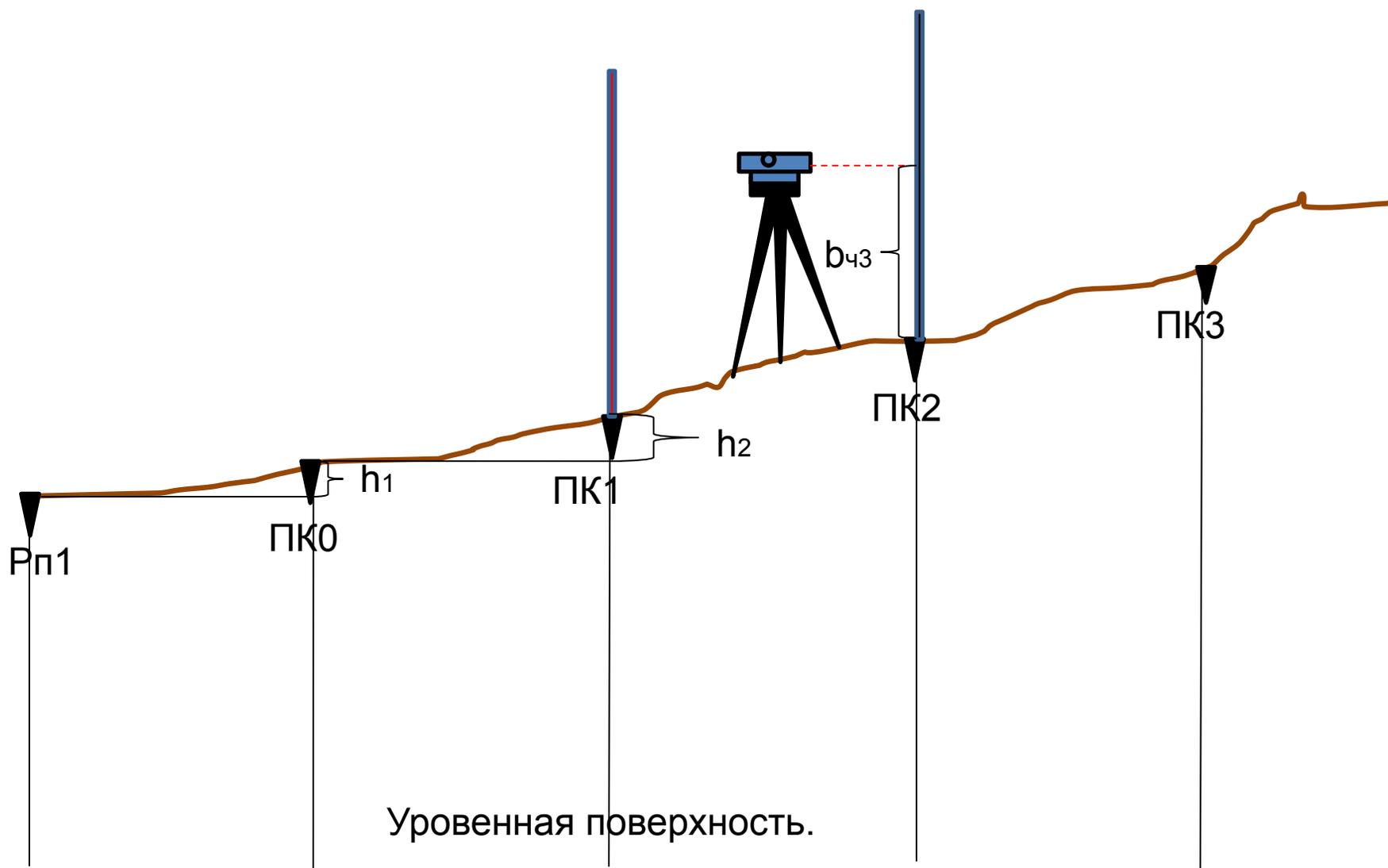
Рис
6

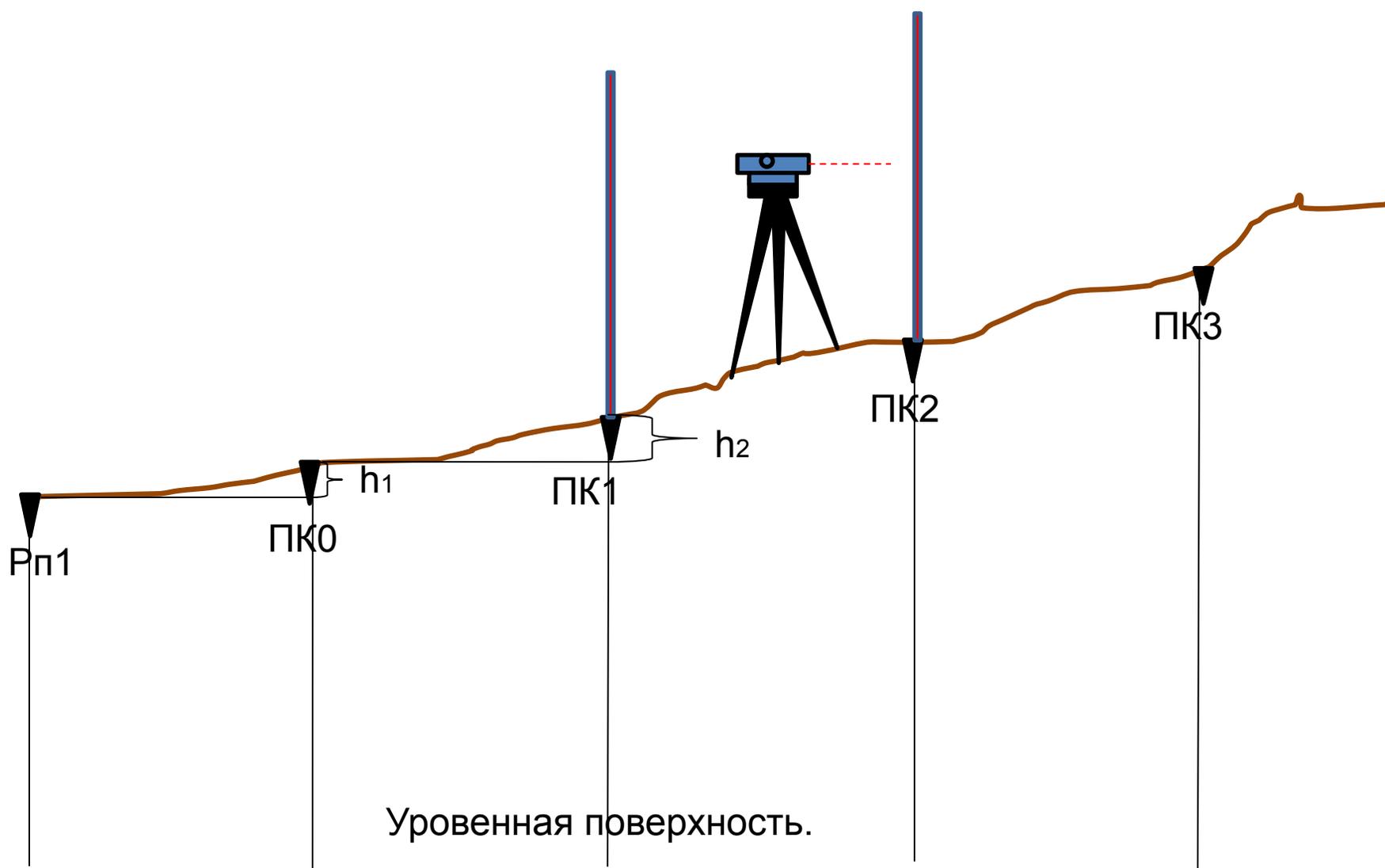


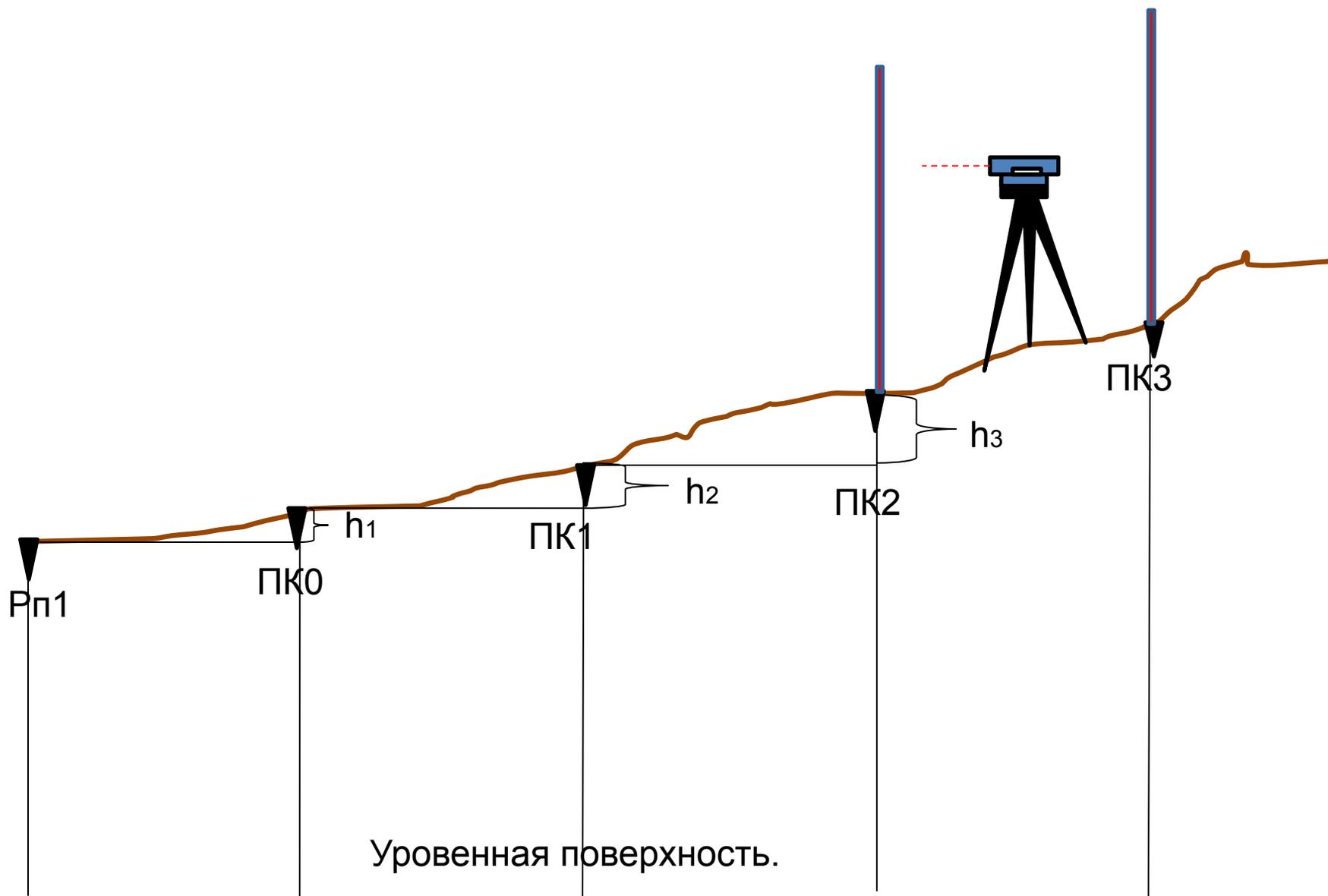


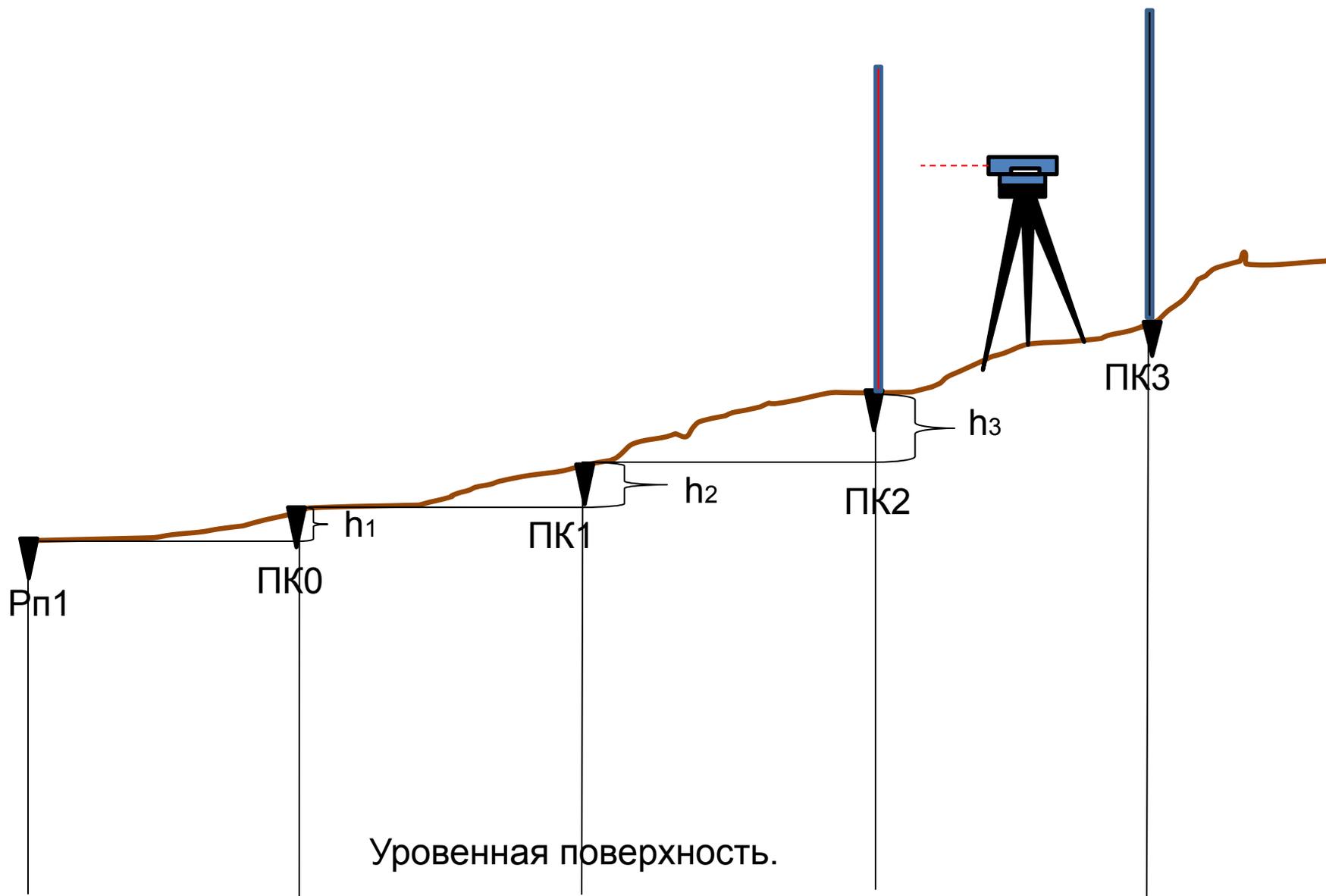


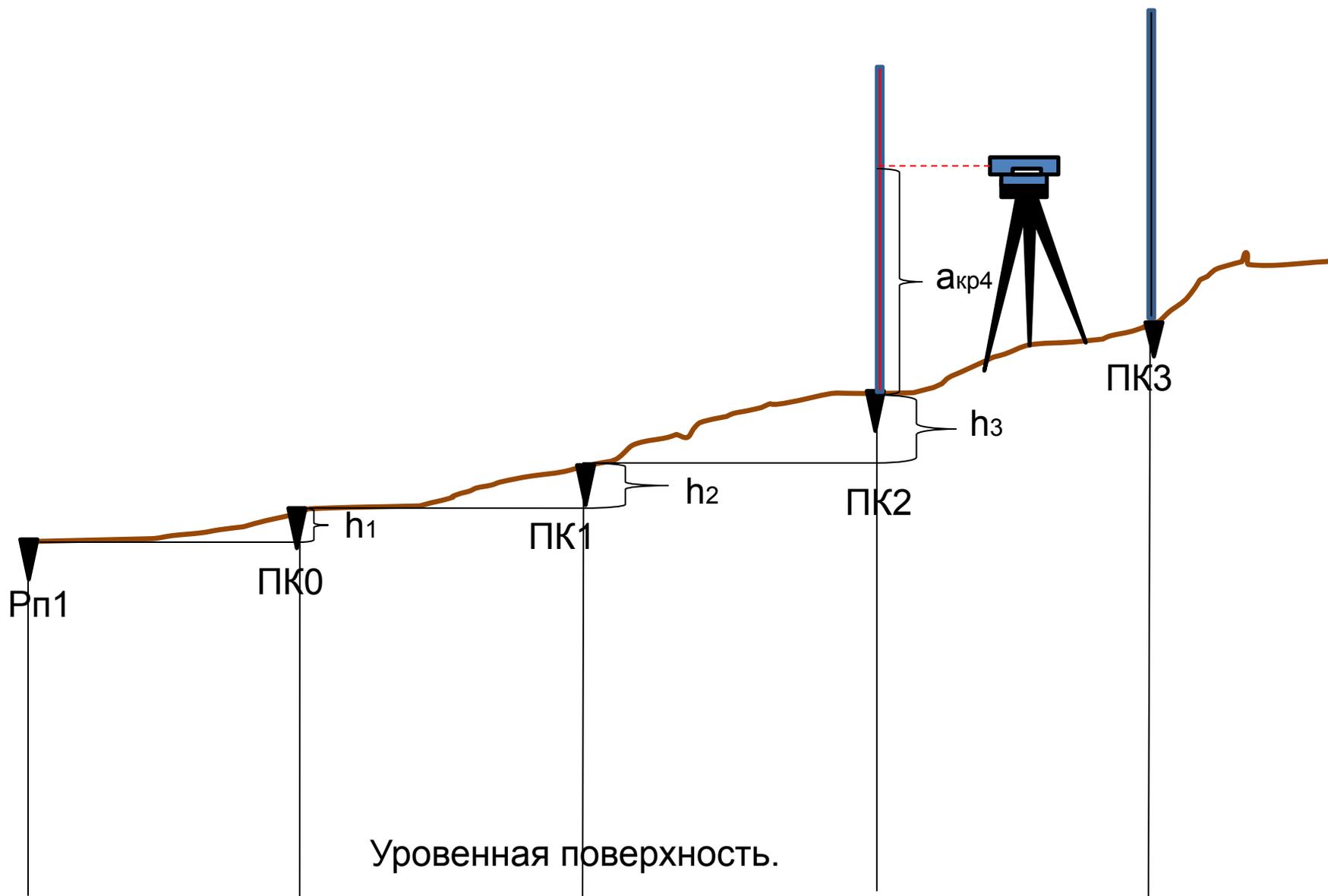


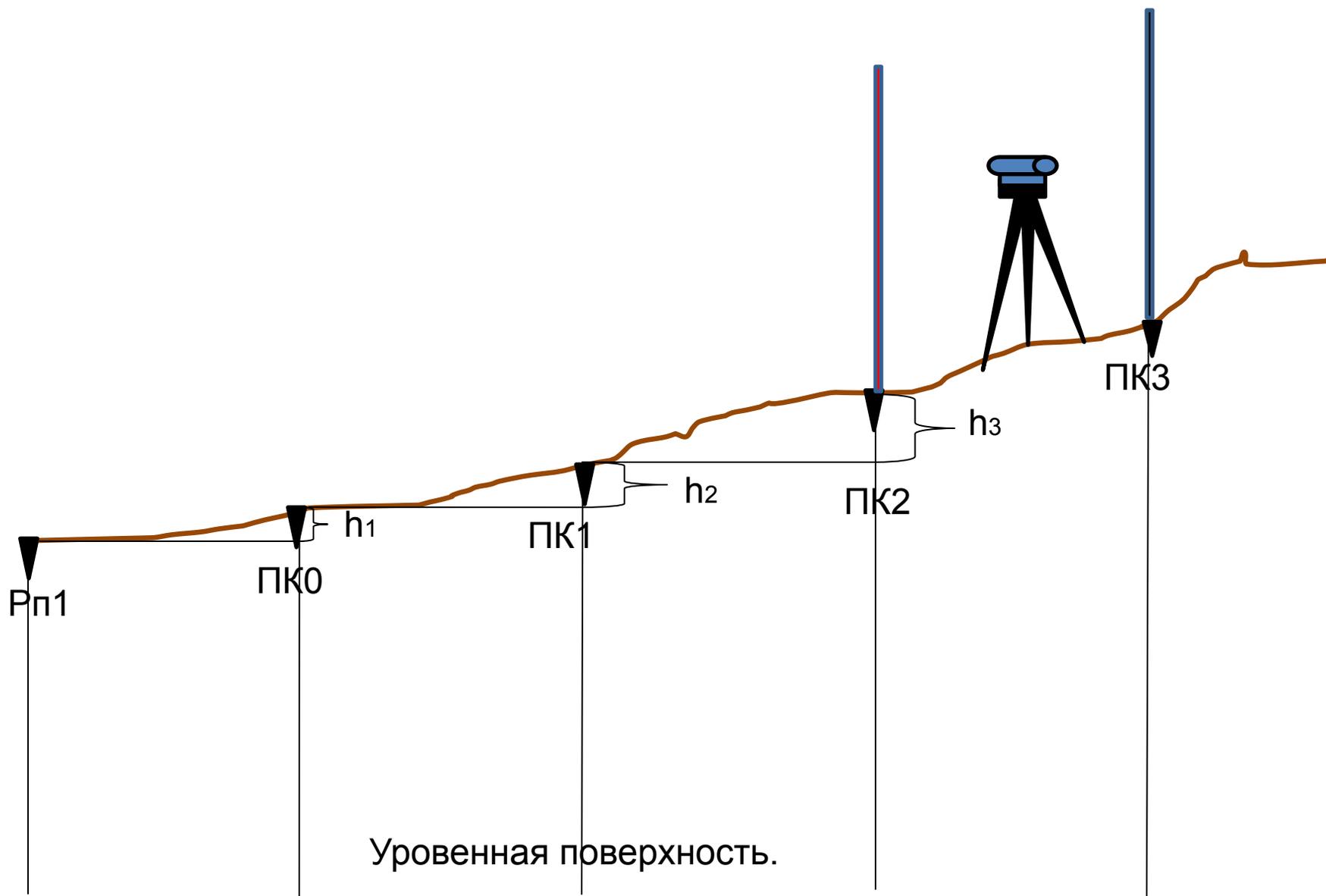


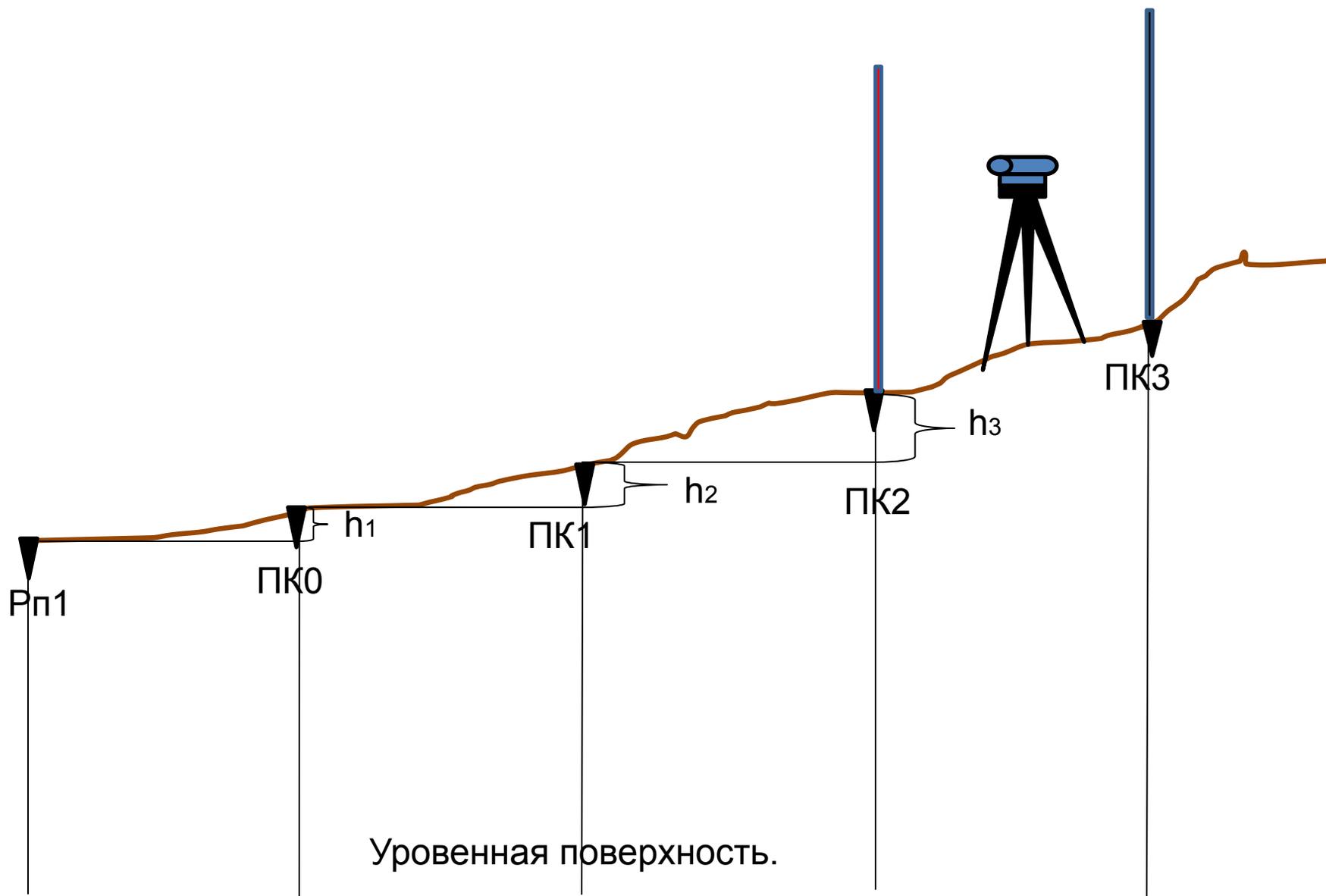


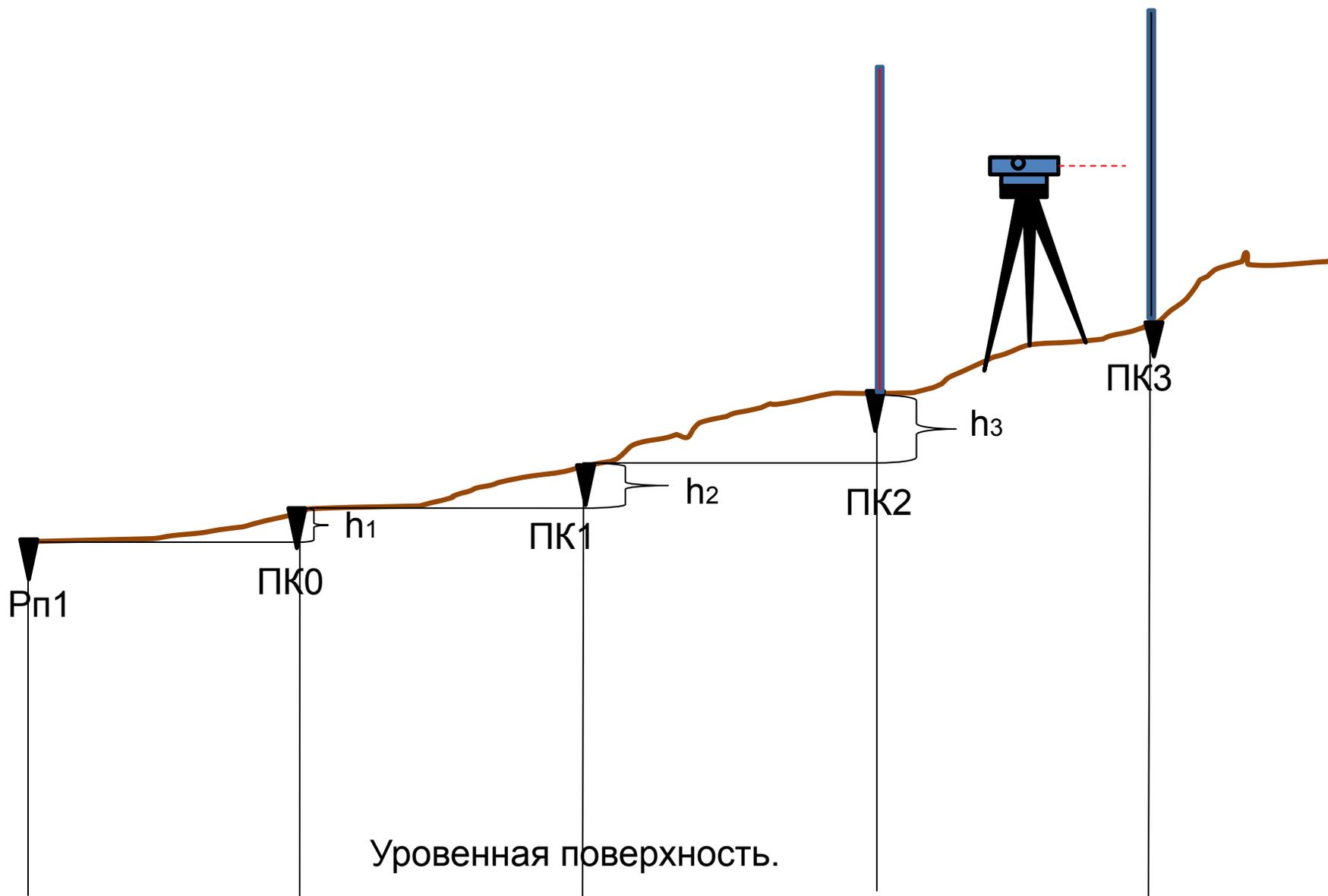


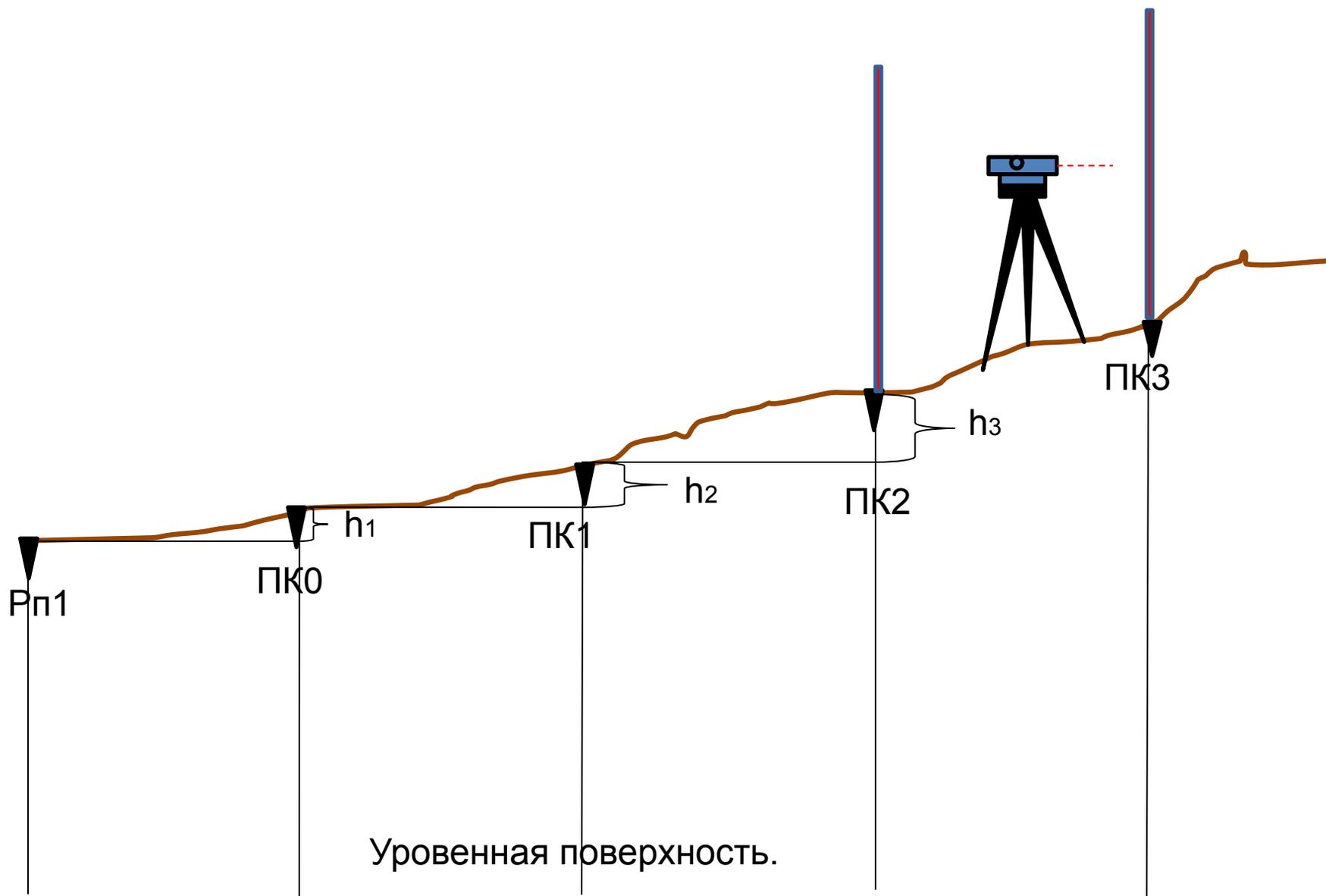








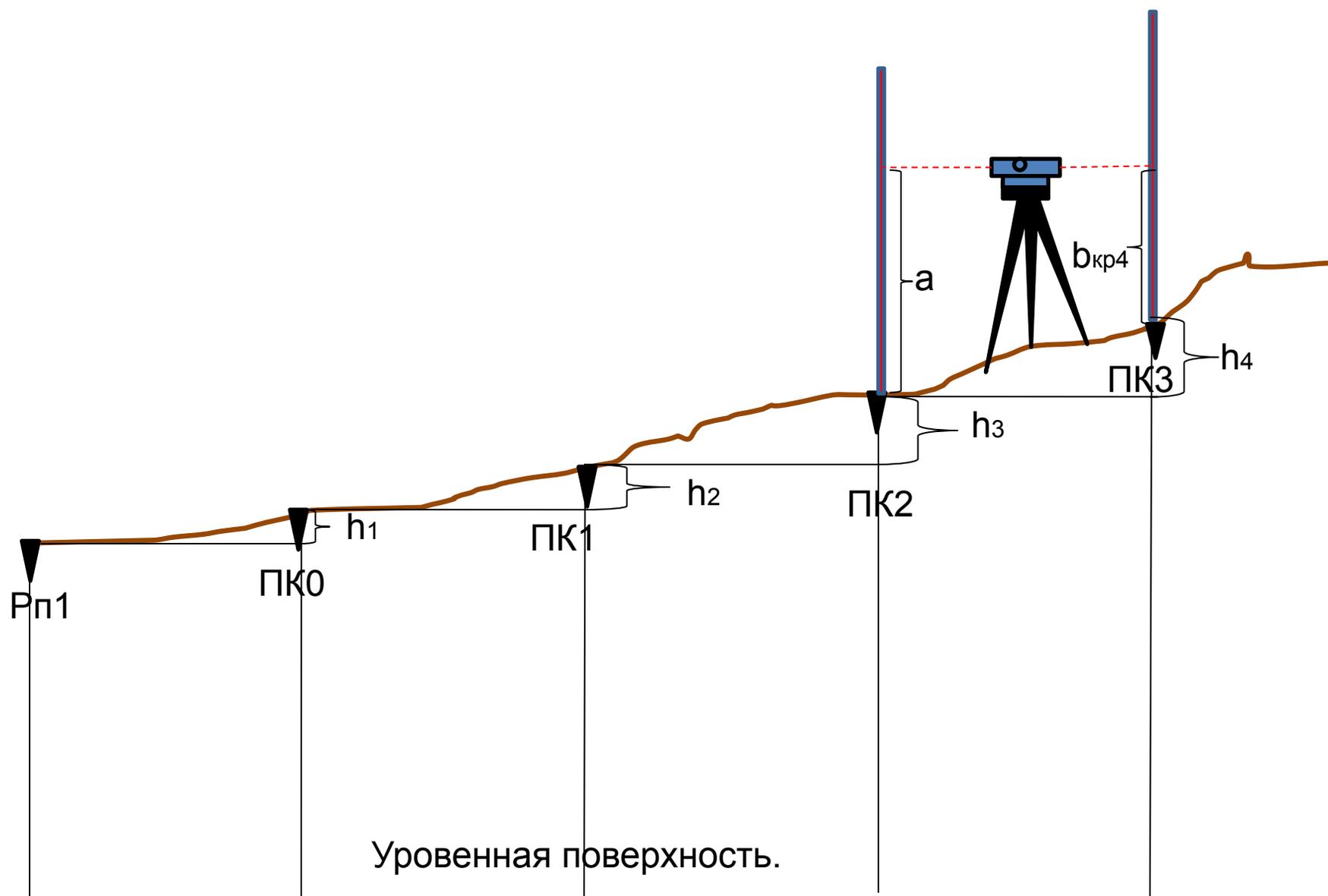




$$h_1 = a_{ч4} - b_{ч4}$$

$$h_2 = a_{кр4} - b_{кр4}$$

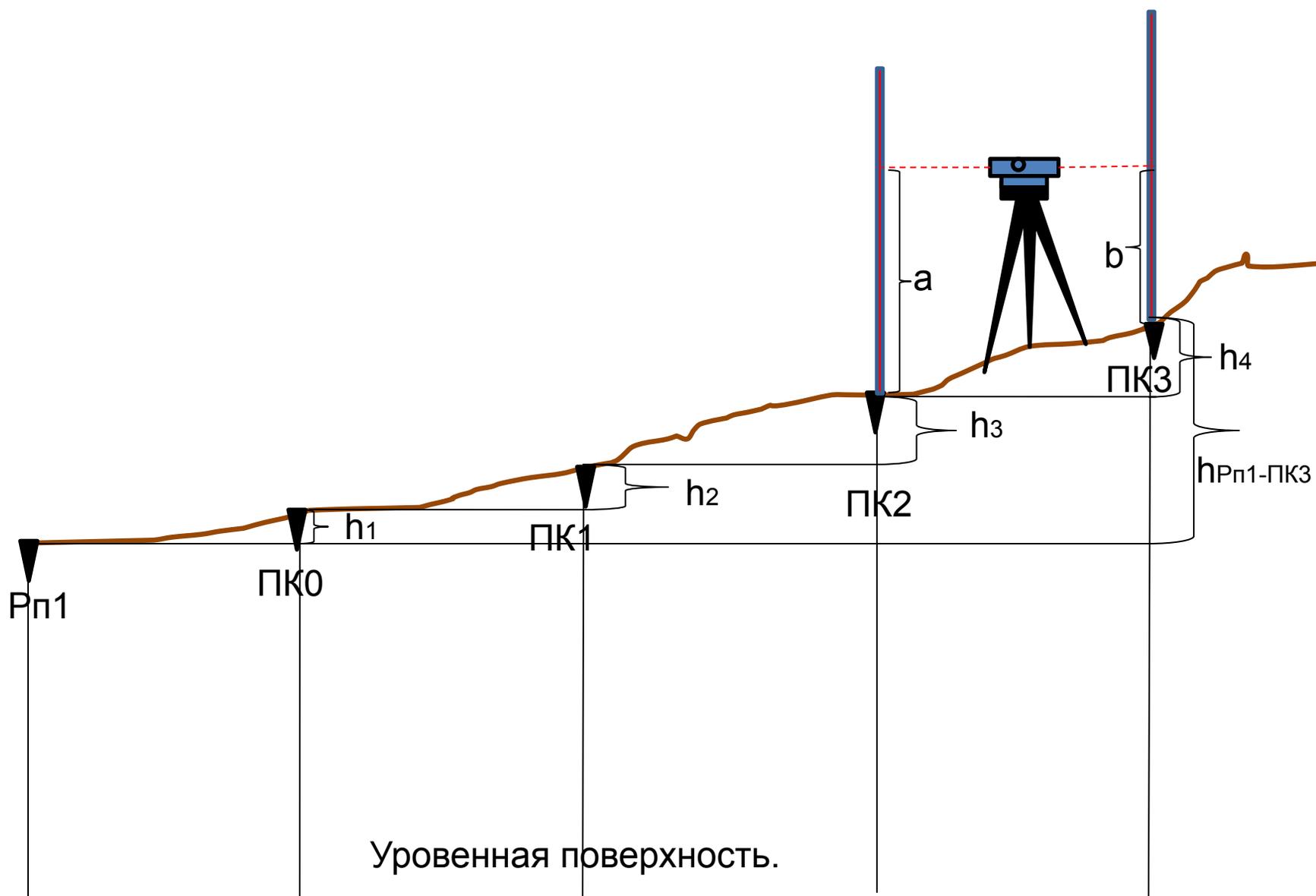
$$h_{ср4} = (h_1 - h_2)/2$$



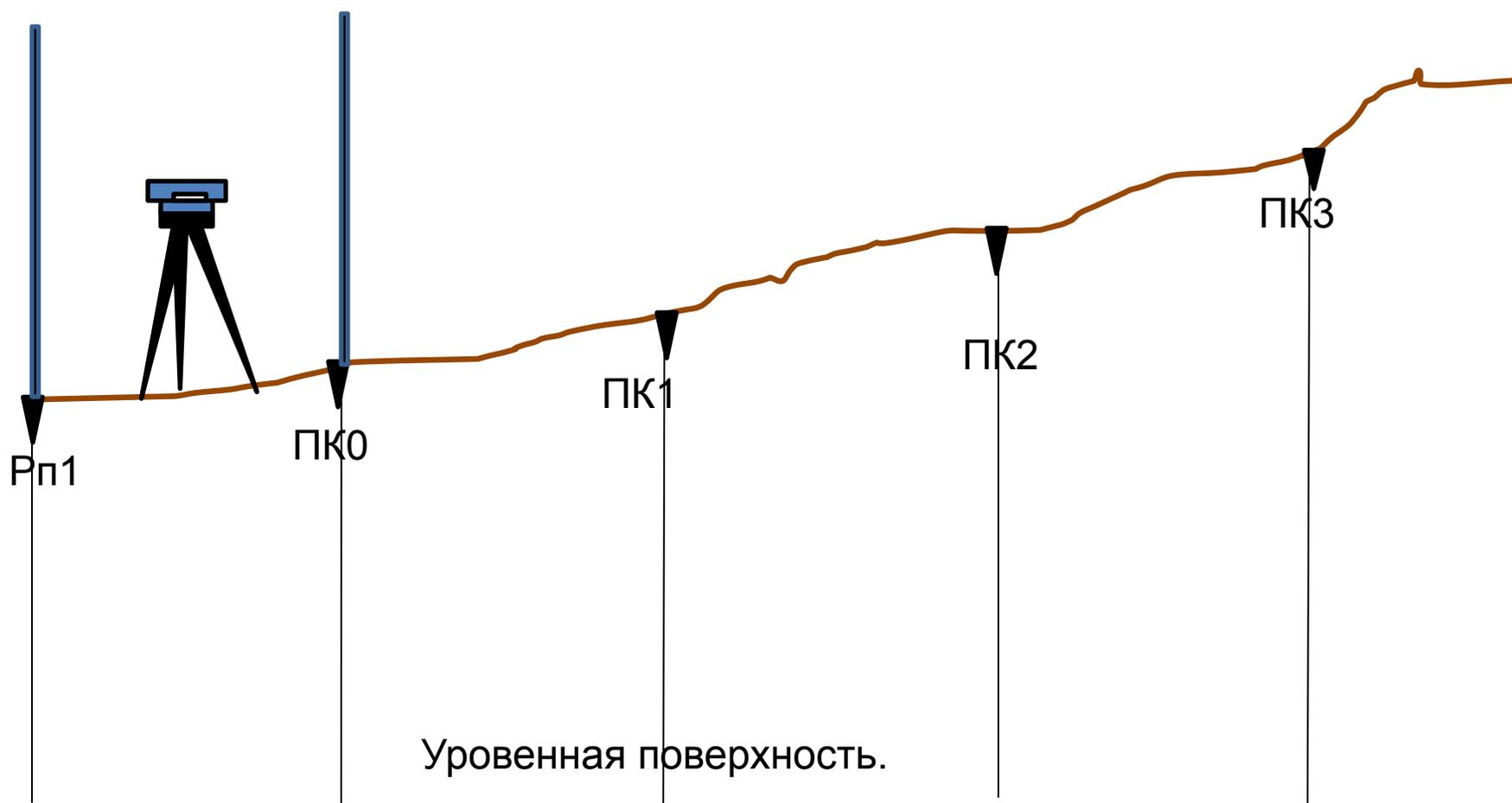
Как видно из рисунка, превышение между точками Рп1 и ПК3 равно сумме средних превышений :

$$h_{Рп1-ПК3} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

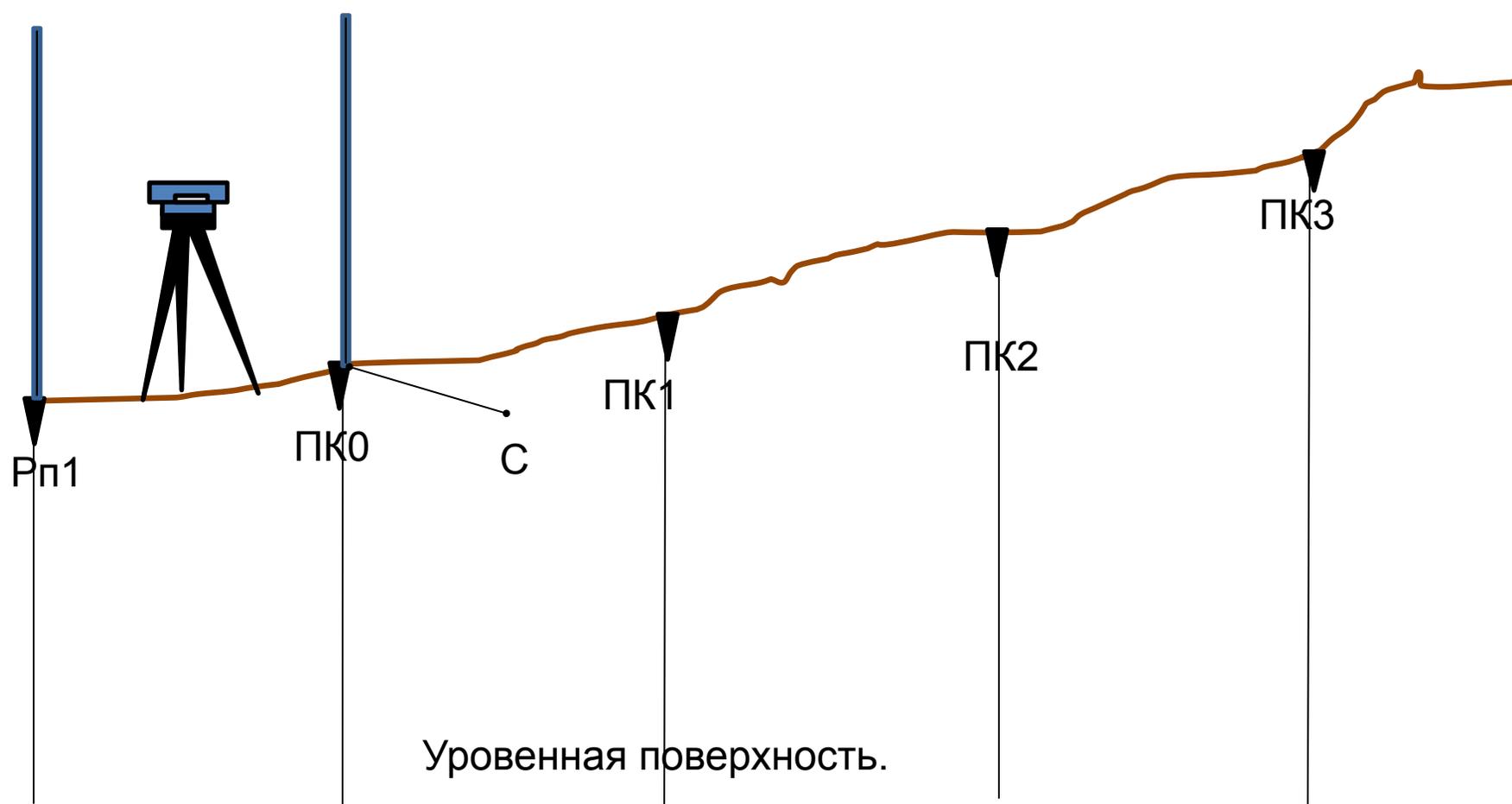
следовательно превышение между крайними точками профиля равно сумме взглядов назад (Σa) минус сумма взглядов вперед (Σb) .



Отметки промежуточных точек определяются через горизонт прибора. Пусть требуется определить отметку точки С, расположенной на поперечнике в 20 метрах справа от линии трассы.

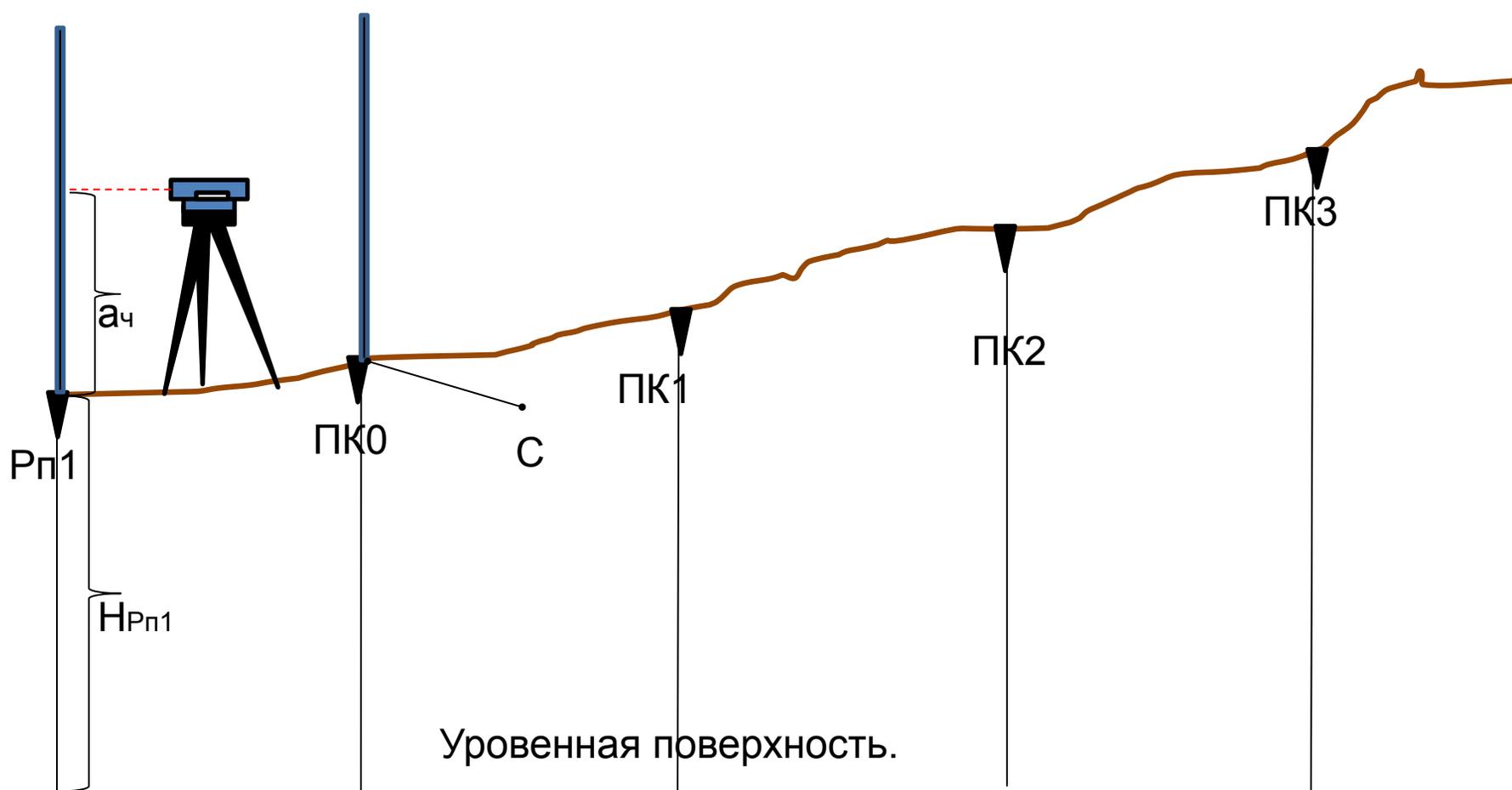


Нивелир наводится на заднюю рейку и берется отсчет $a_ч$

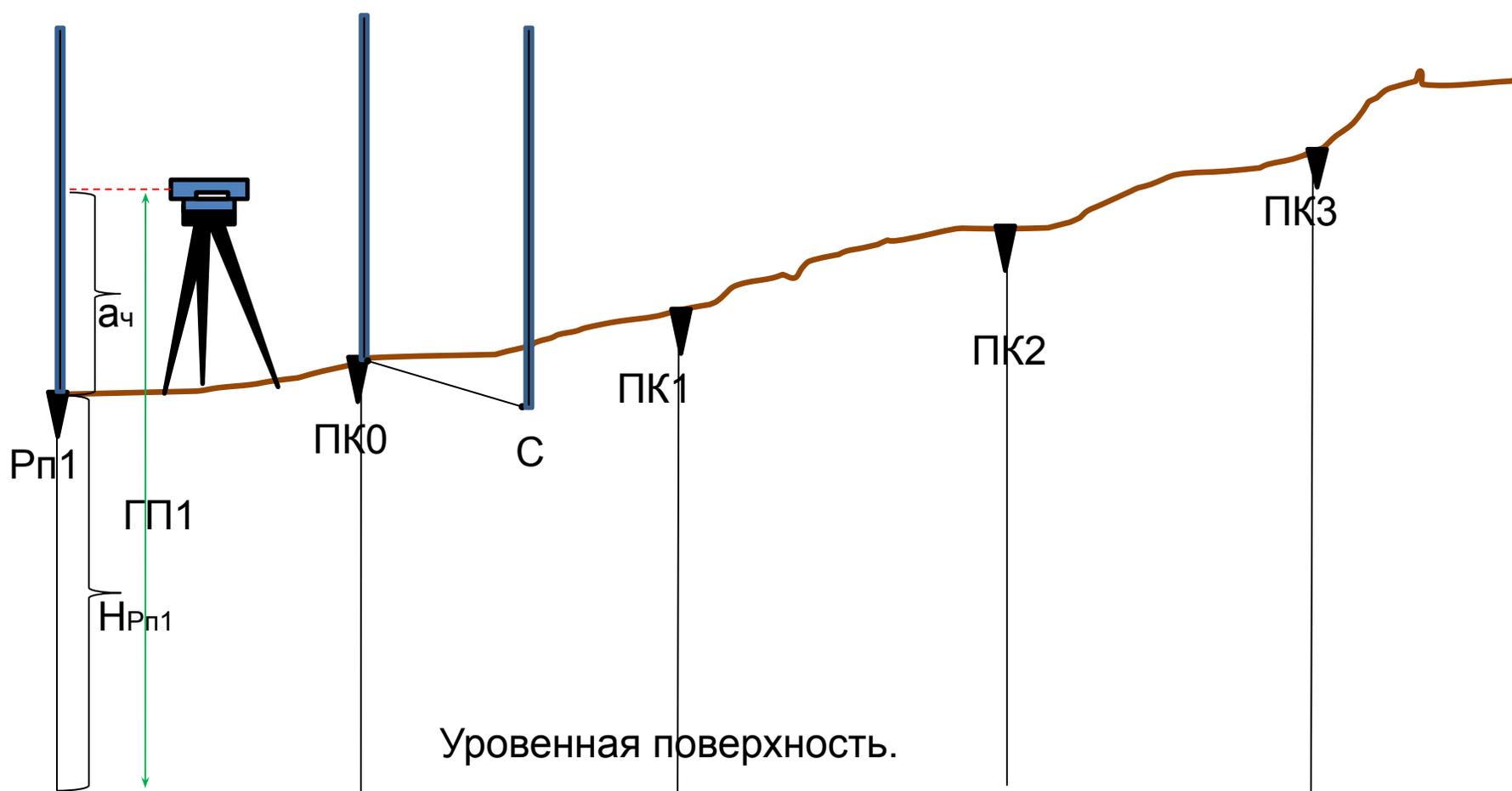


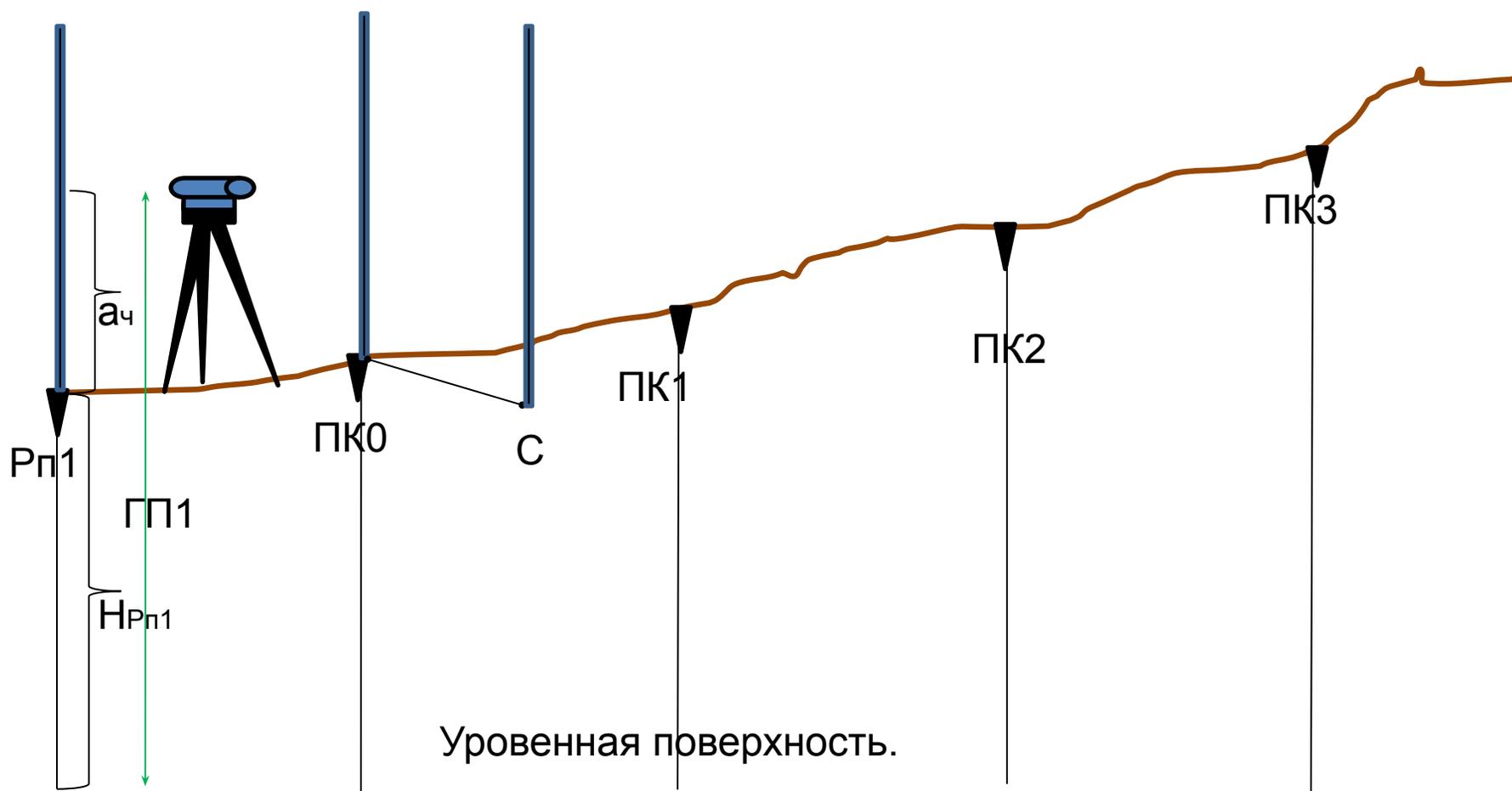
Нивелир наводится на заднюю рейку и берется отсчет $a_ч$

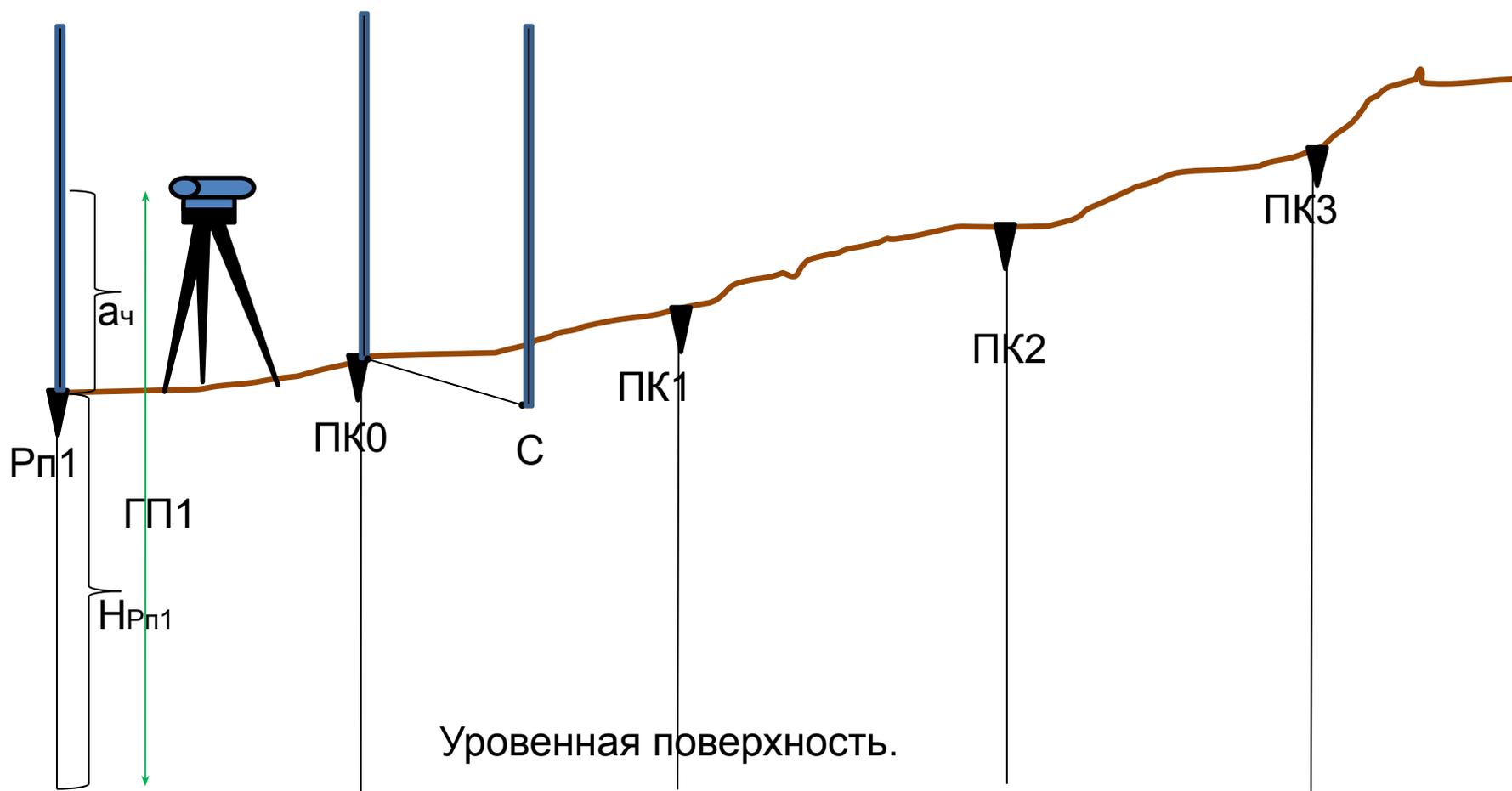
$$ГП1 = Н_{РП1} + a_ч$$

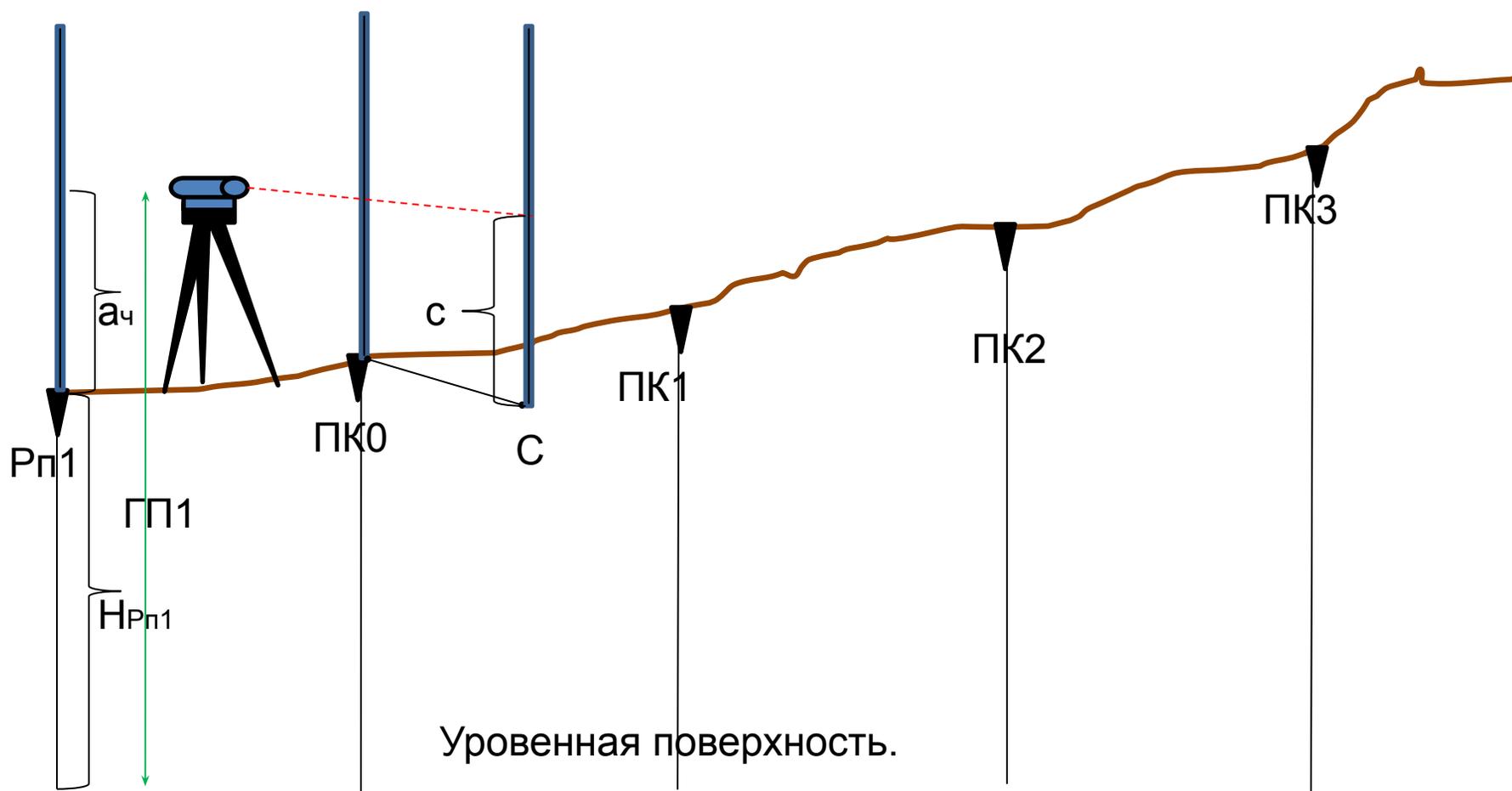


Рейка устанавливается на точку С и по ней берется отсчет с, по черной стороне рейки.









Результаты нивелирования трассы автодороги заносятся в специальный журнал (Таблица №1). Как видно из (Рис 2) профиль состоит их шести отрезков по 100 метров. Концам отрезков соответствуют пикеты от ПК0 до ПК6.

Трасса привязана к двум реперам (Рп1 и Рп2).
Абсолютная отметка первого репера задается преподавателем. Превышение между реперами равно -2.930 м., т.е. ($h_{Рп1-2} = H_{Рп1} - H_{Рп2} = - 2.930$ м).

Обработка результатов нивелирования трассы производится в следующей последовательности.

1. Определяется превышение между всеми связующими точками, как разница отсчетов между задними и передними рейками (по черной и красной сторонам реек).

Из таблицы №1 можно видеть, что СТ1 была установлена между РП1 и ПК0.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712						
		6494						
	ПК0		2108					
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

На станции 1 отсчет по рейке установленной на Рп1 будет взглядом назад, а на ПК0 – взглядом вперед. Следовательно $h_1 = a_ч - b_ч = 1712 - 2108 = -0396$ м. Вносим это значение в таблицу №1 в столбец вычисленные превышения.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712						
		6494						
	ПК0		2108					
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0396			
		6494						
	ПК0		2108					
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

$h_2 = a_{кр} - b_{кр} = 6494 - 6892 = -0398$. Вносим это значение в таблицу.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494						
	ПК0		2108					
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494						
	ПК0		2108		- 0398			
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

$h_{cp1} = (h_1 + h_2)/2 = -0397$. Вносим это значение в столбец средние превышения.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494						
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

Аналогичным образом рассчитываем превышения между ПК0 и ПК1.

$$h_1 = 0650 - 2706 = - 2056$$

$$h_2 = 5432 - 7484 = - 2052$$

$h_{cp2} = - 2054$ м. Вносим эти значения в таблицу.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650						
		5432						
	ПК1		2706					
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2056			
		5432						
	ПК1		2706		-2052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

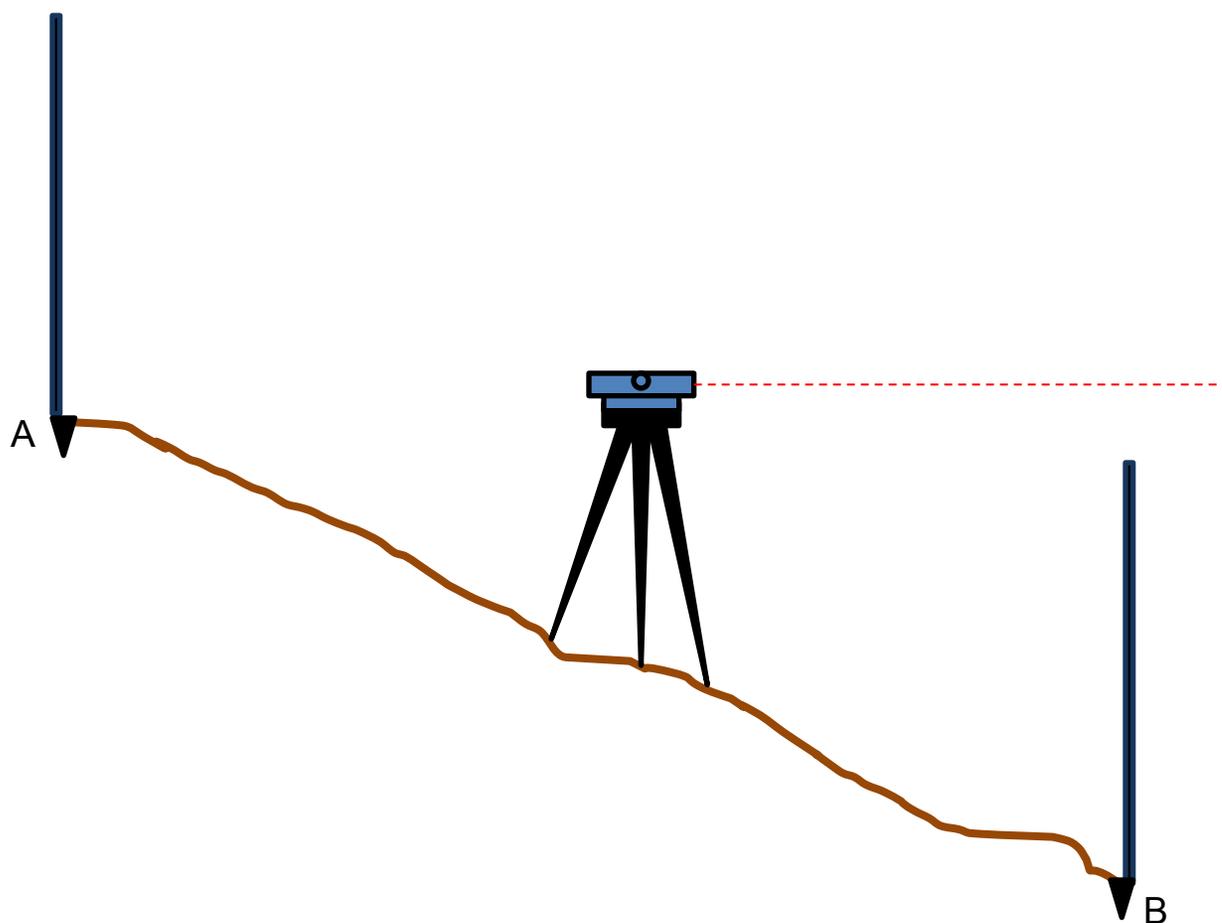
№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

Между ПК1 и ПК2 в таблице №1 находится точка X.

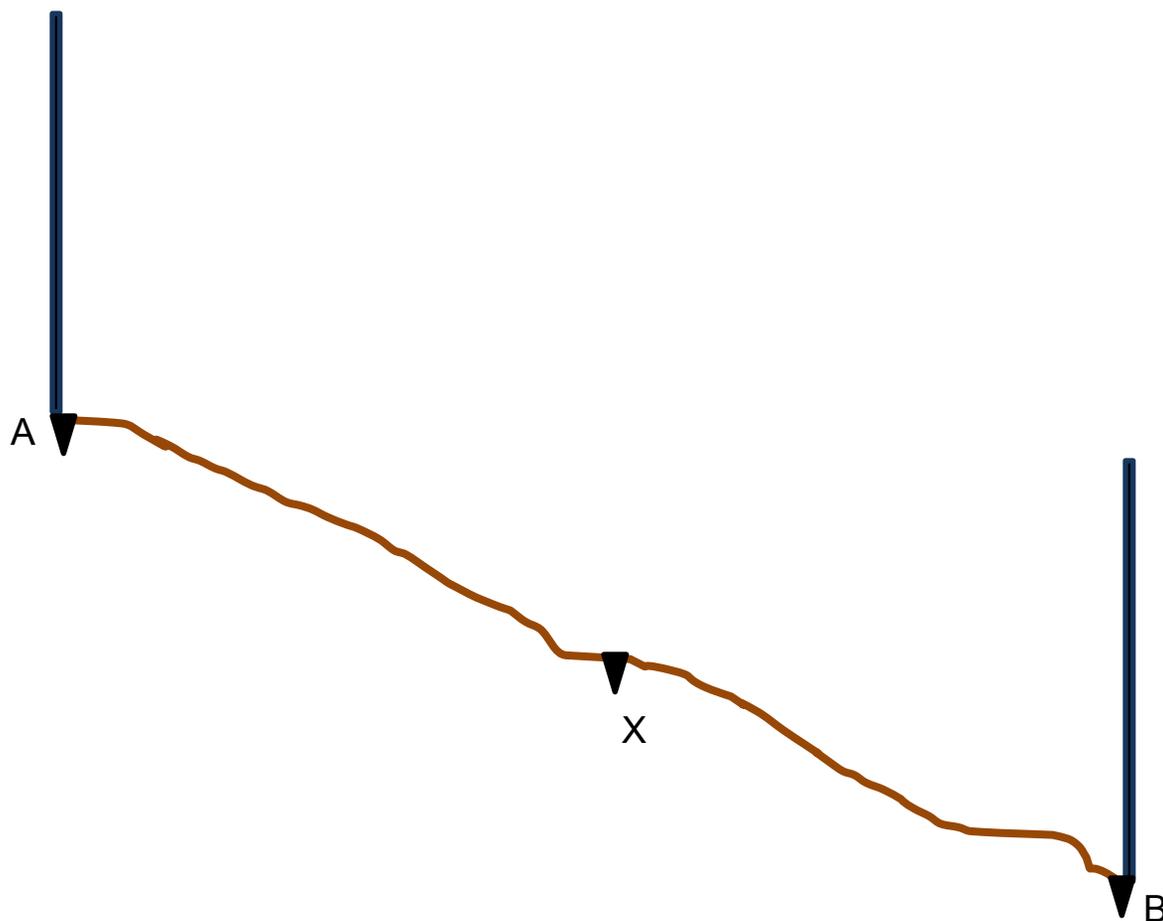
ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

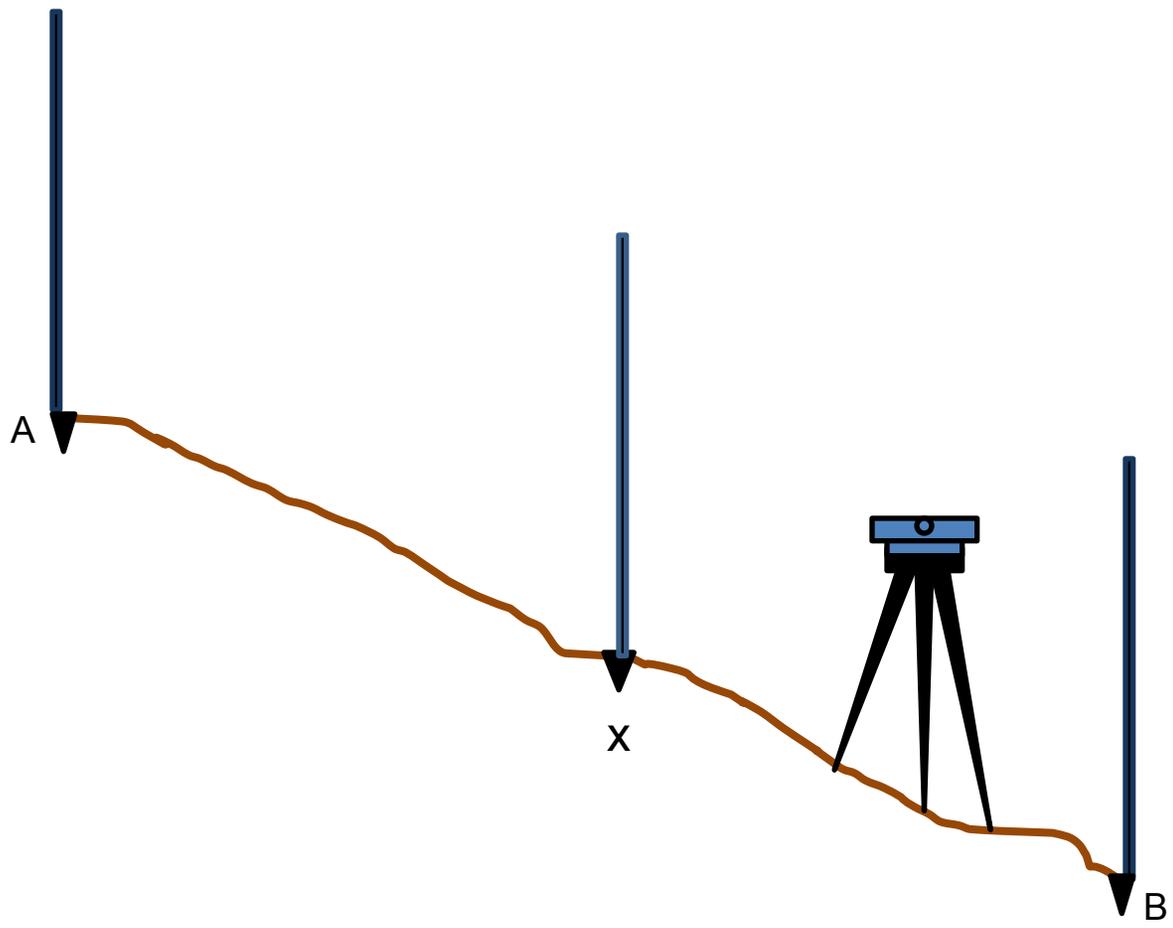
№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

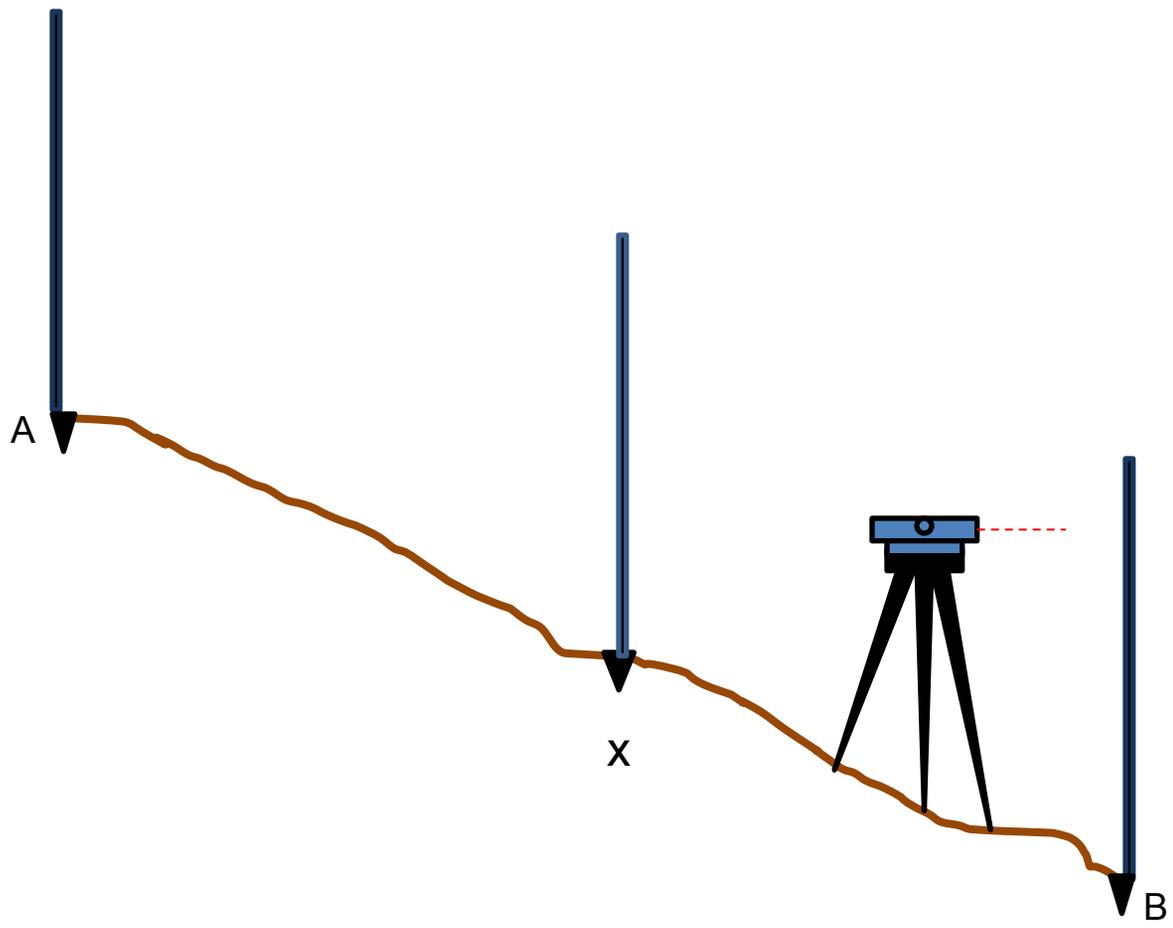
Эти точки называются иксовыми, они вводятся в тех случаях, когда превышение между нивелируемыми точками больше высоты рейки (3 метра), или расстояния между точками превышают допустимые значения для нивелира.

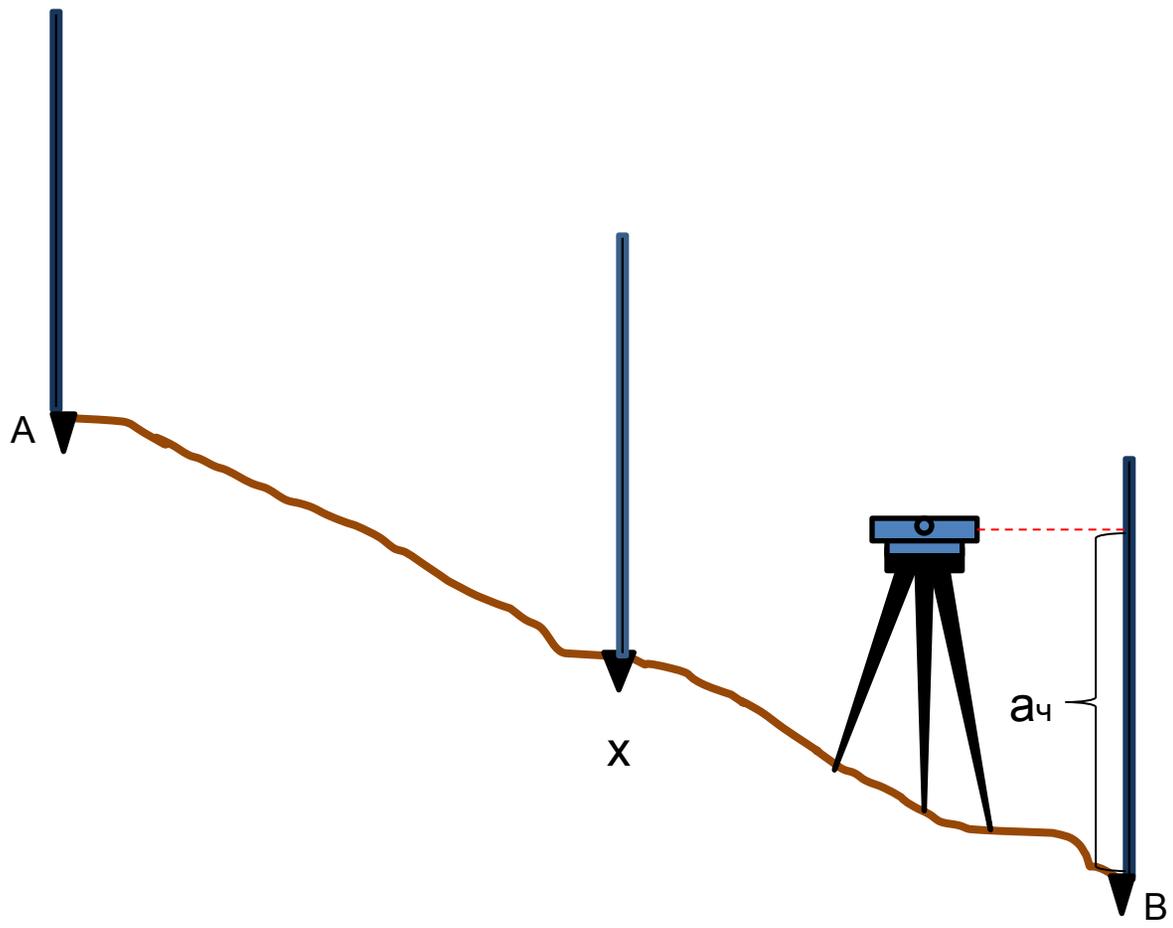


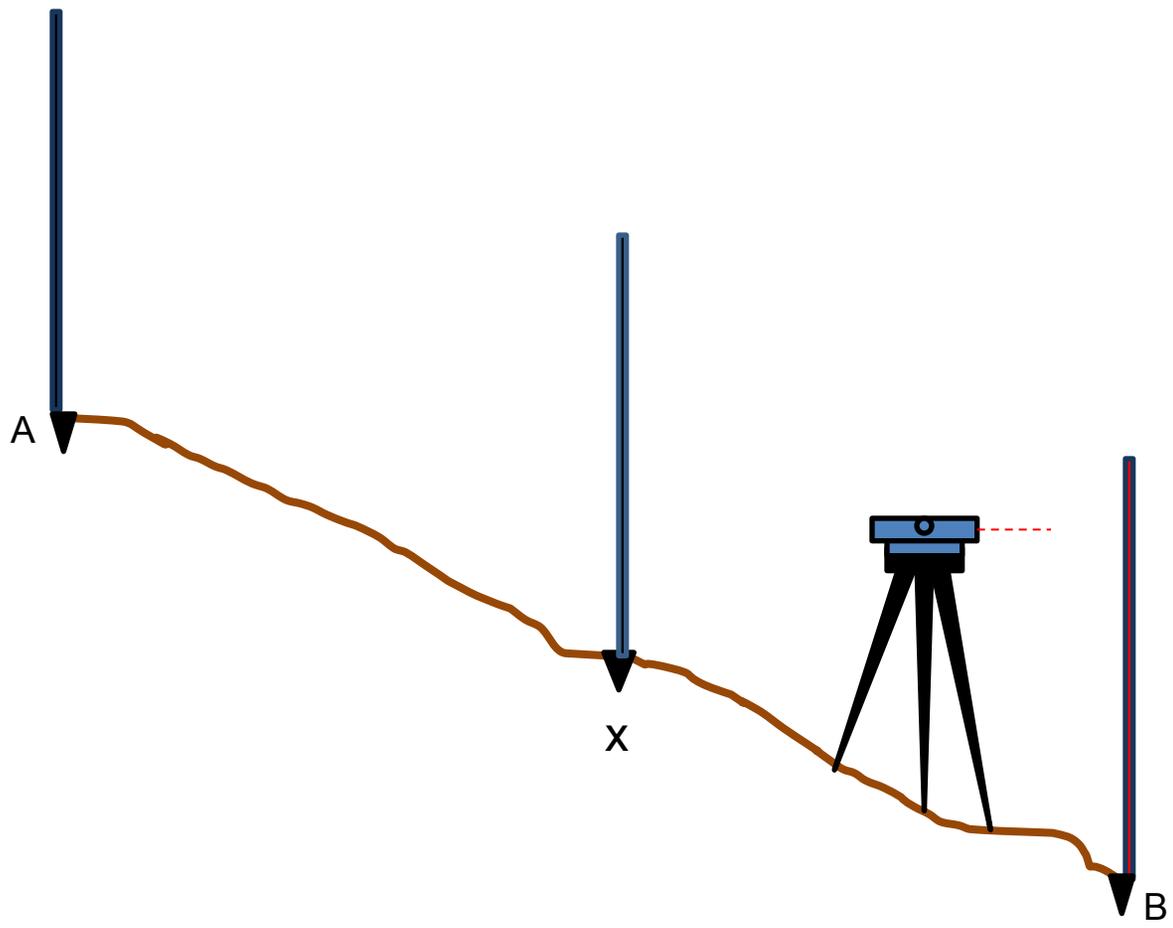
В этом случае нивелируемый отрезок Между связующими точками А и В делится на две или более частей, нивелирование в которых производится тем же способом, как и для связующих точек.

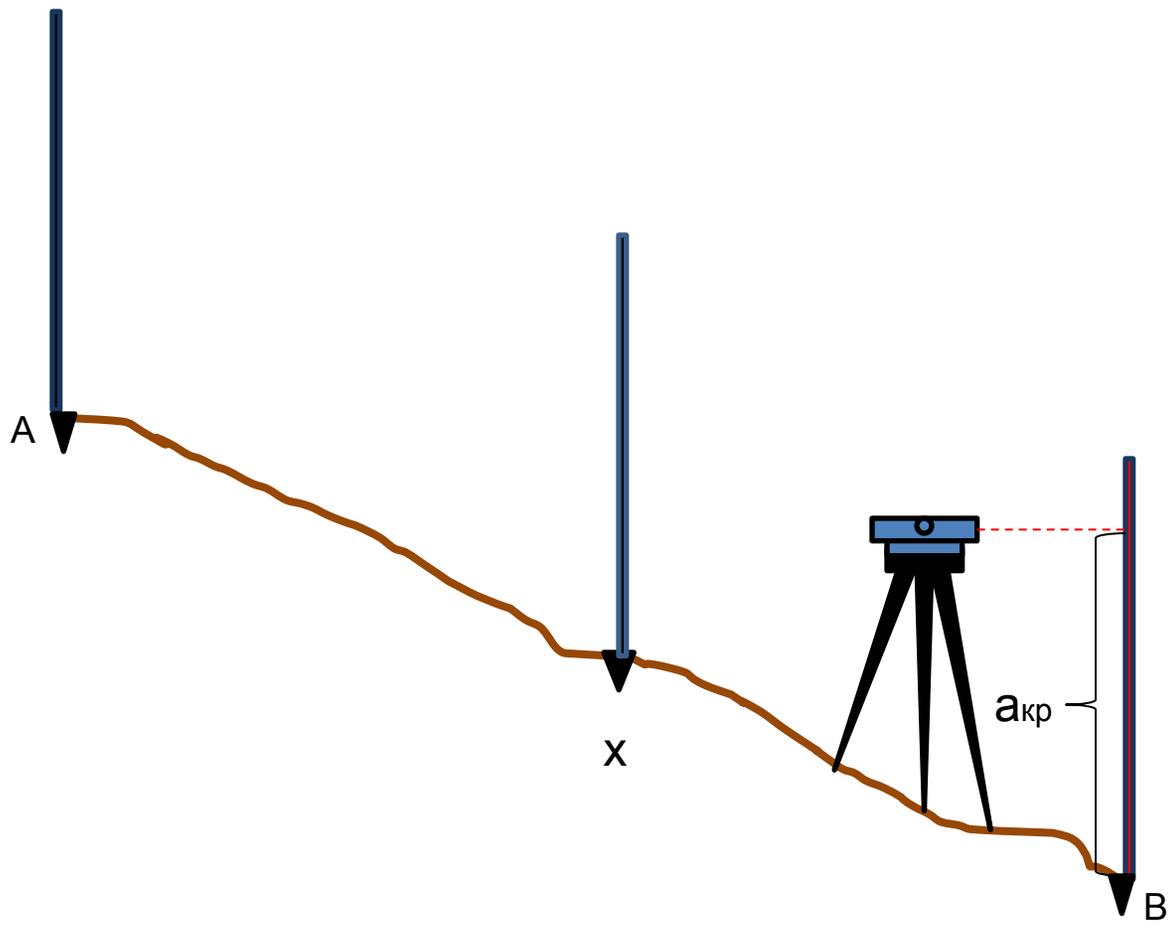


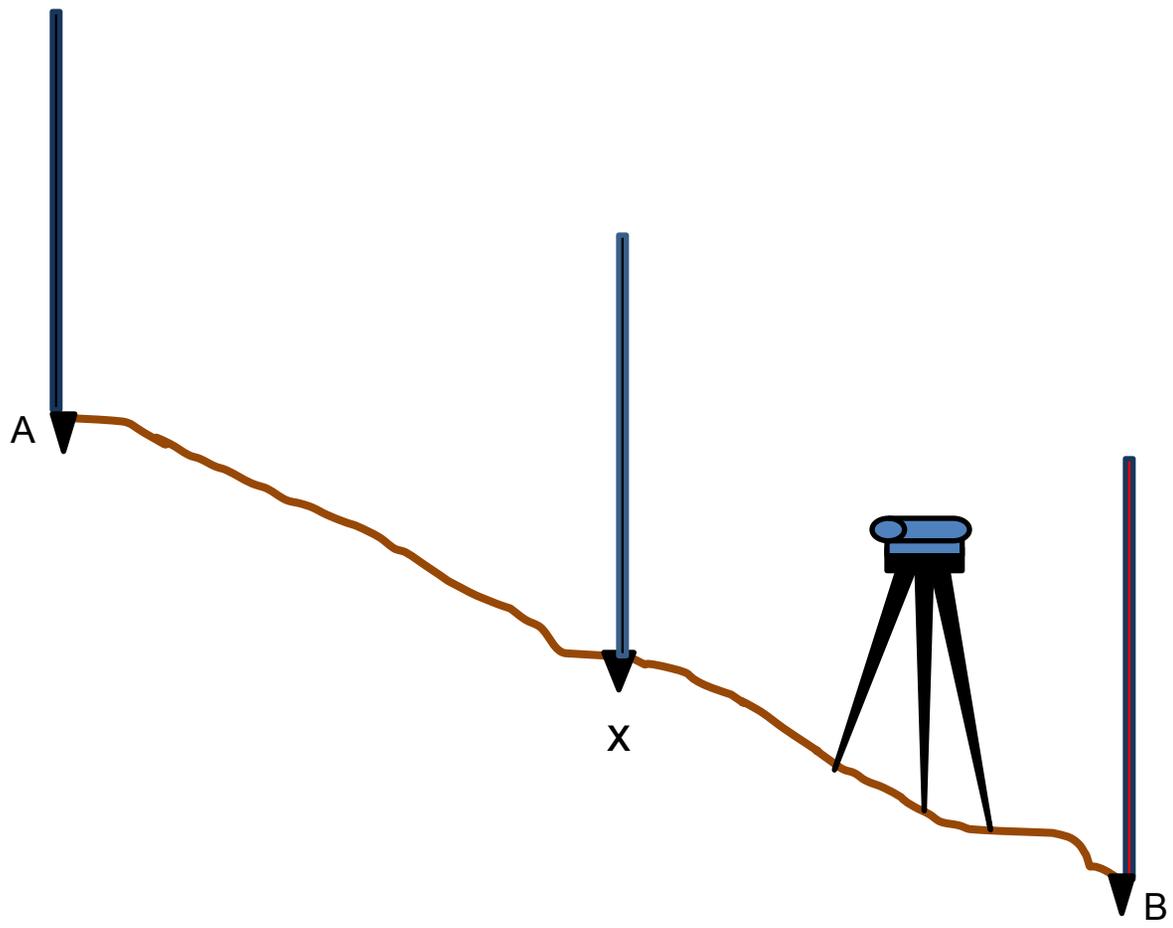


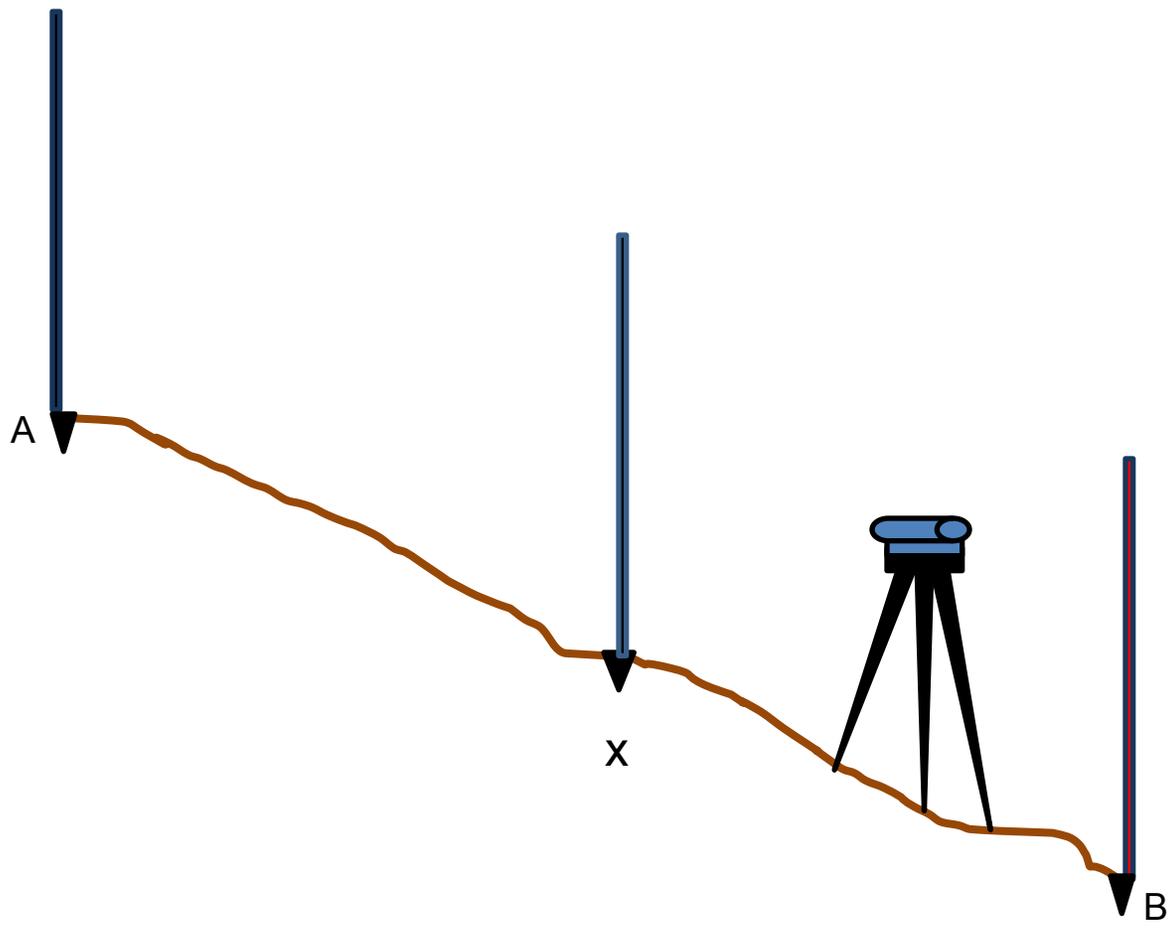


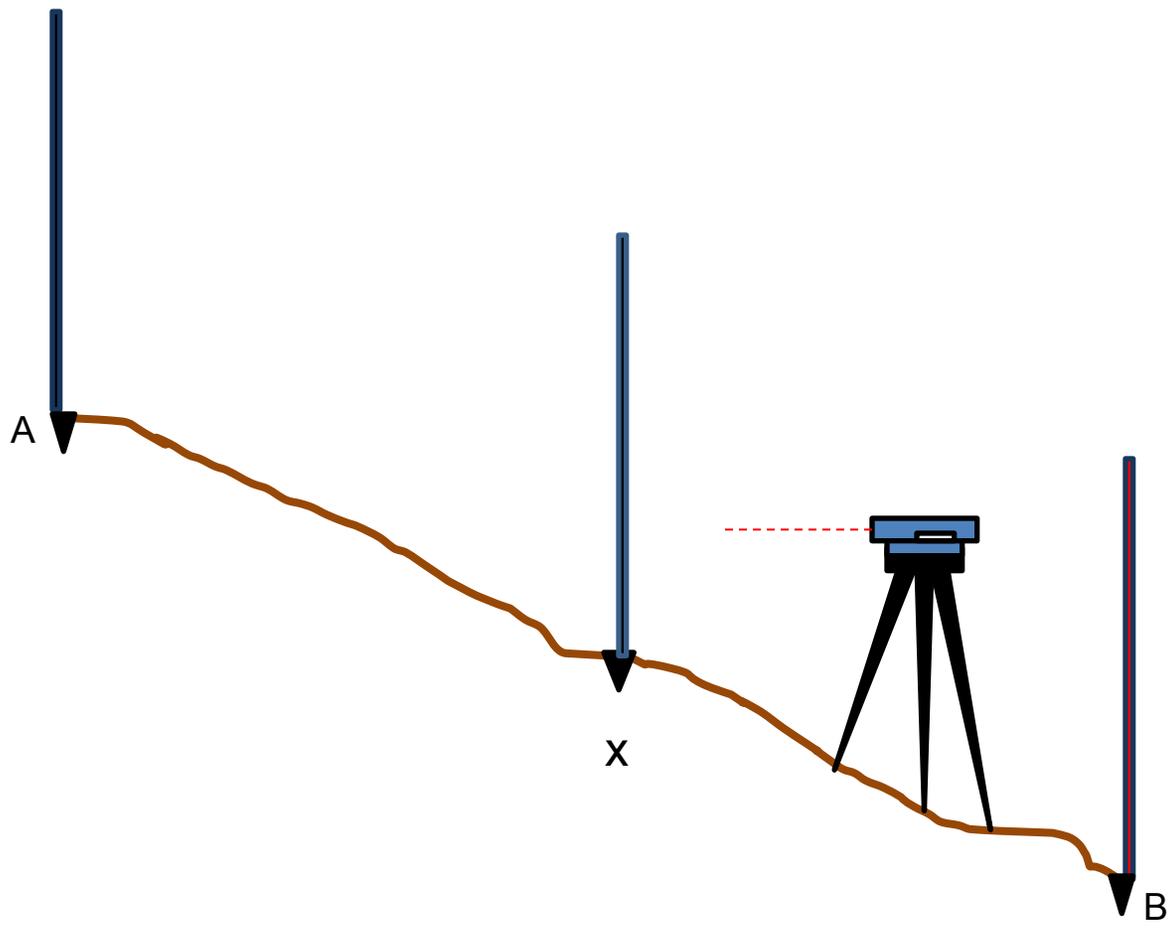


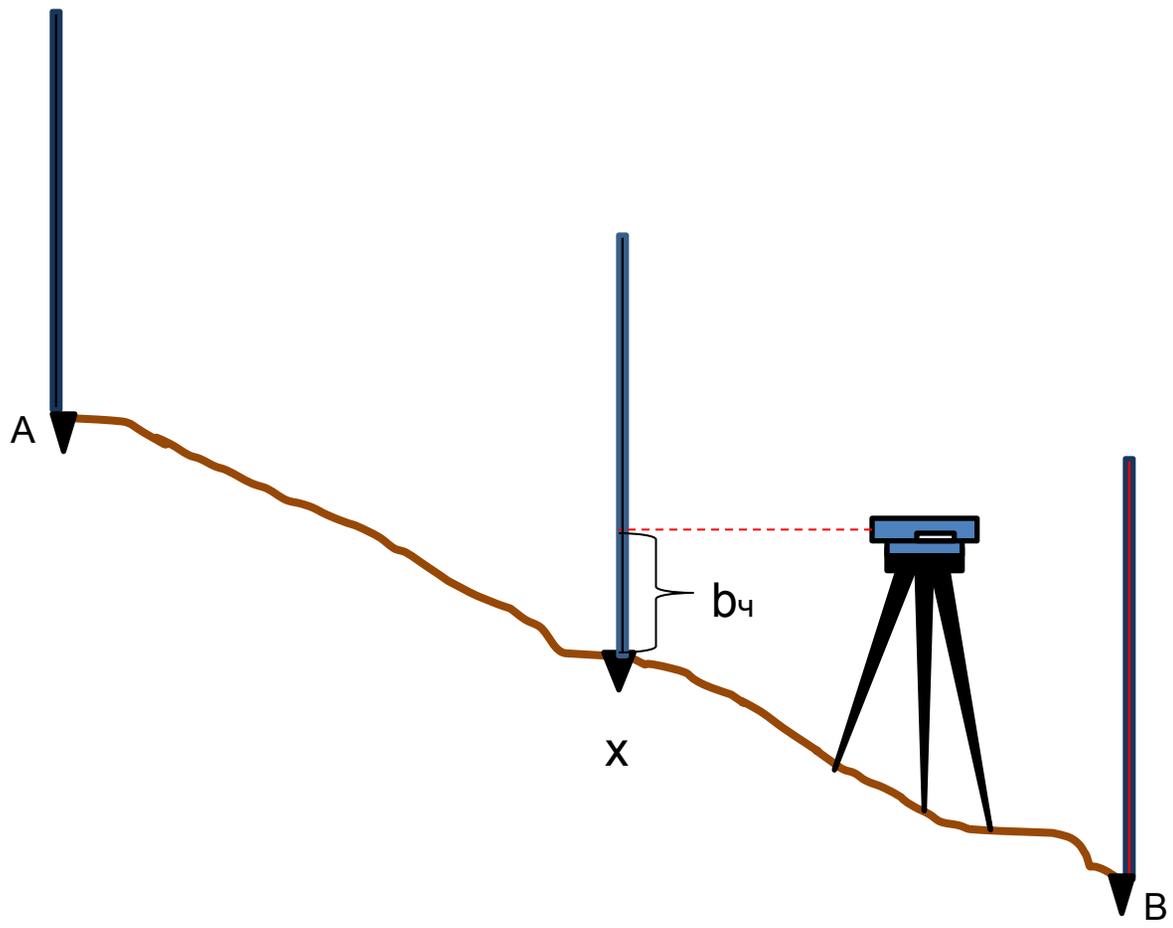


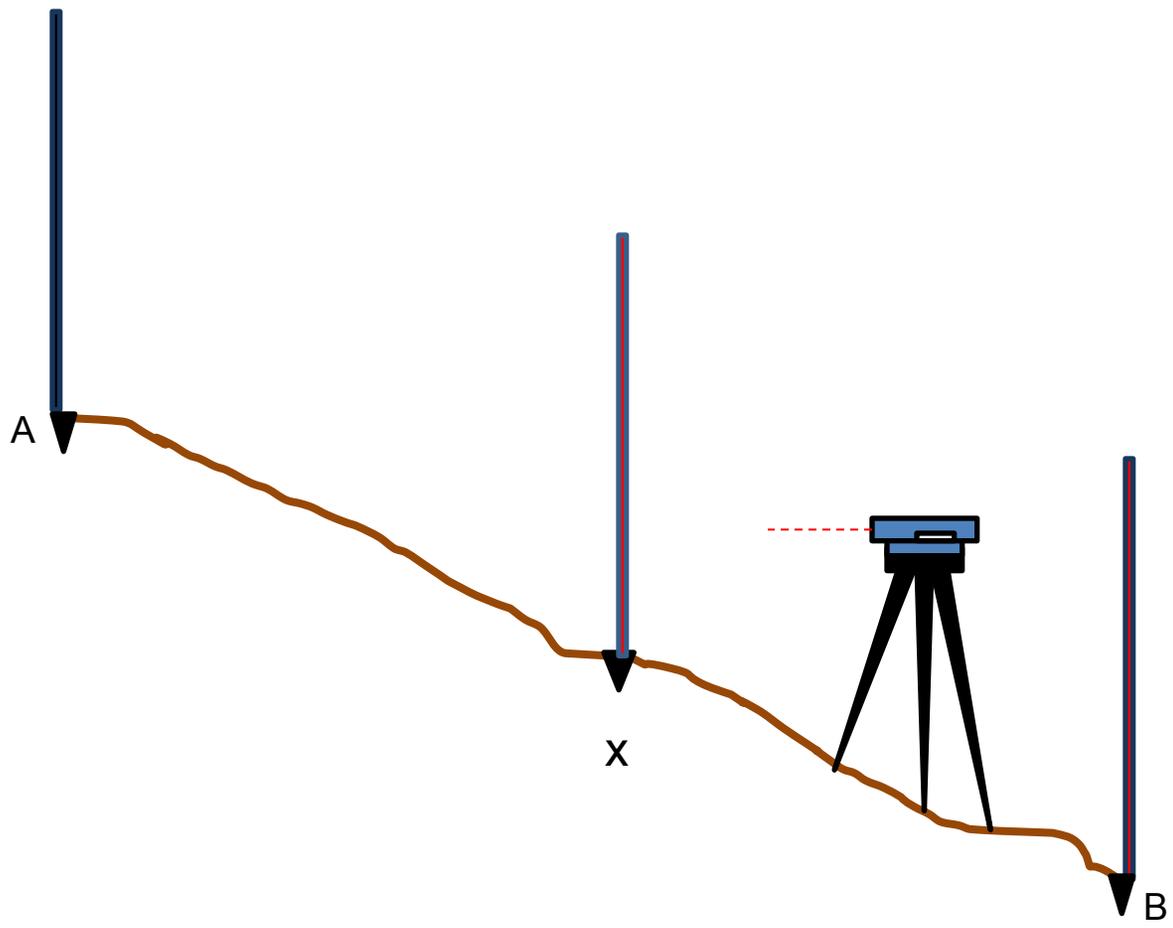








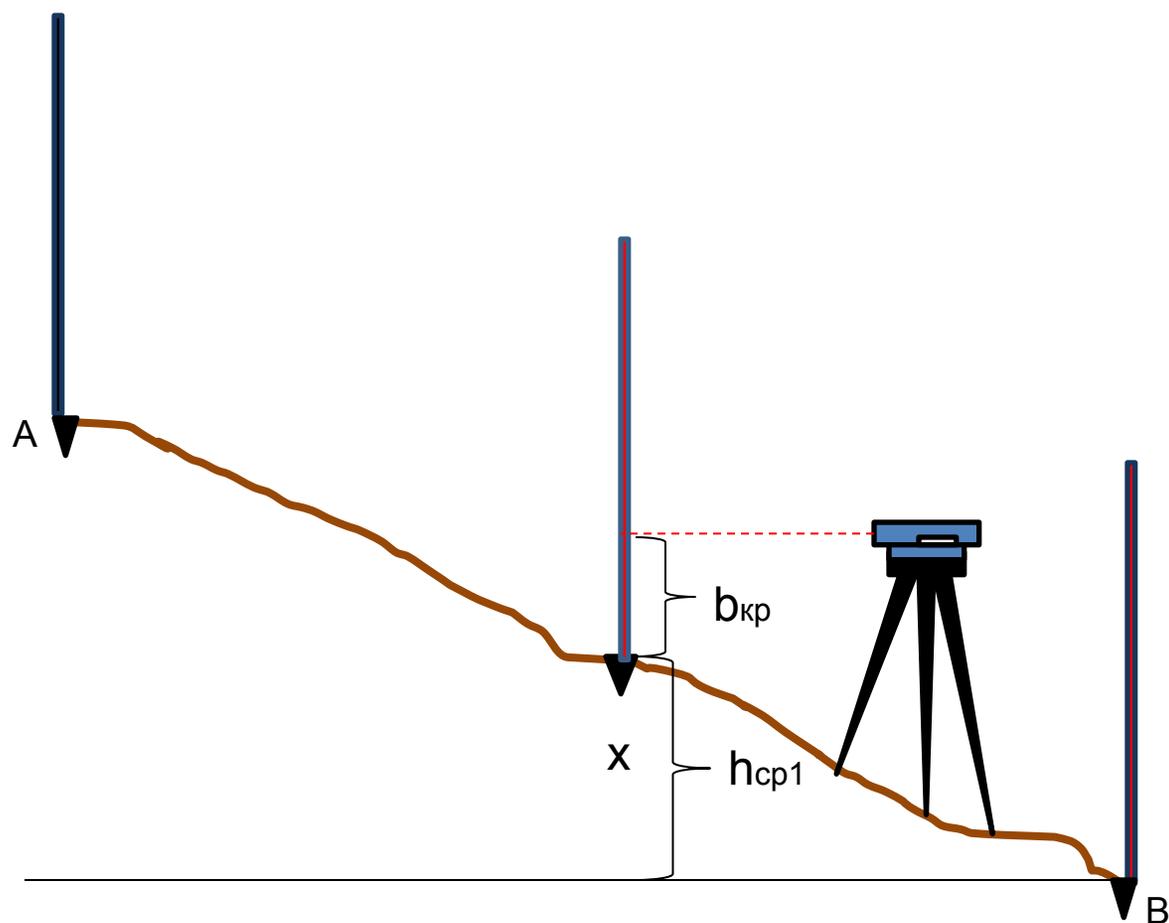


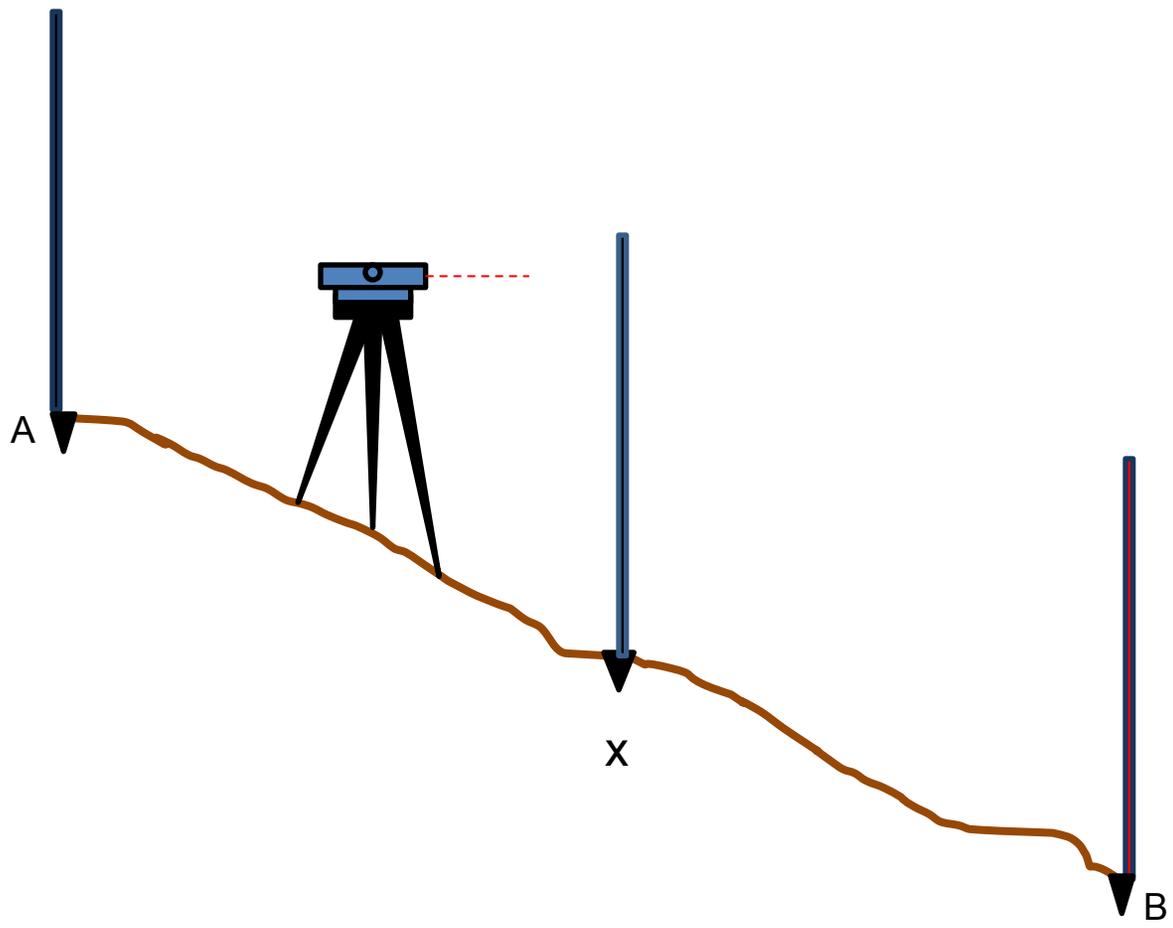


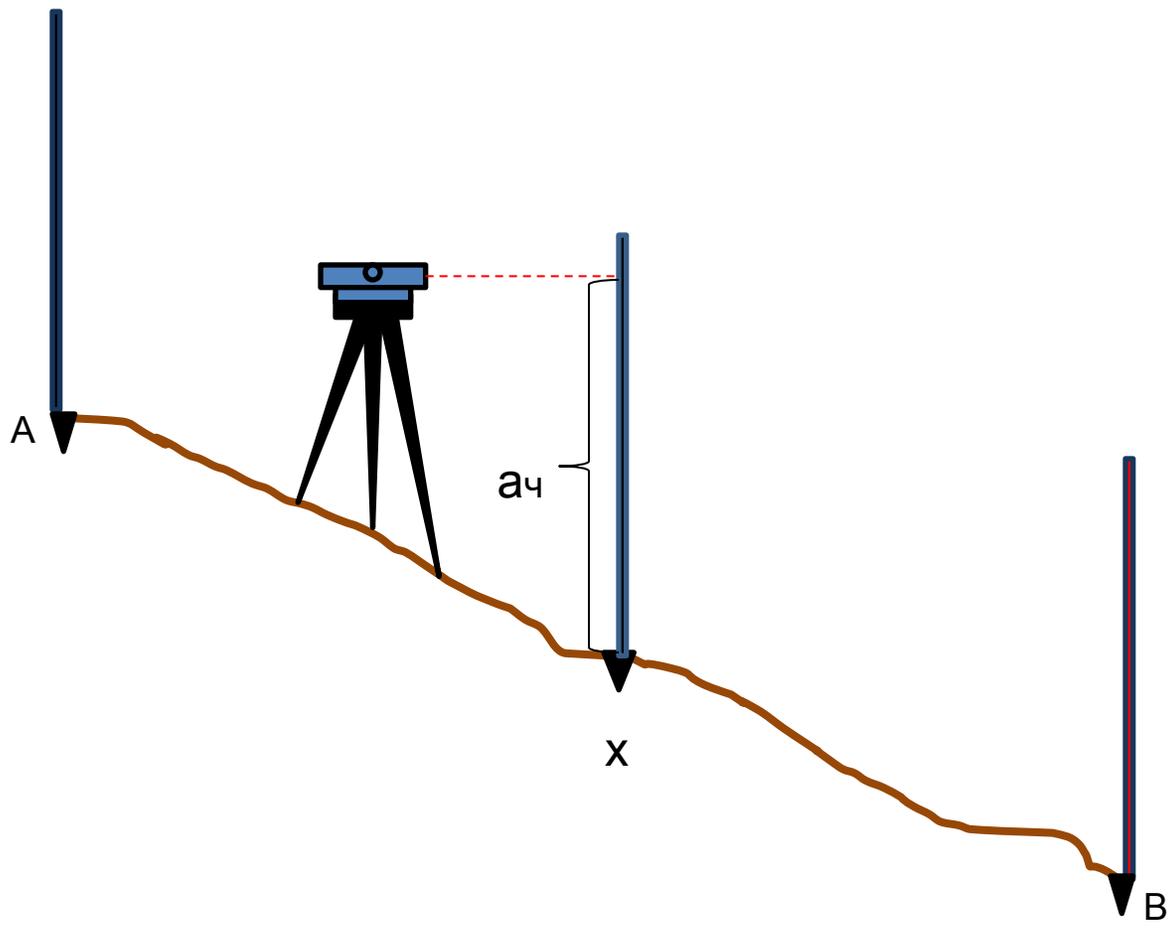
$$h_1 = a_ч - b_ч$$

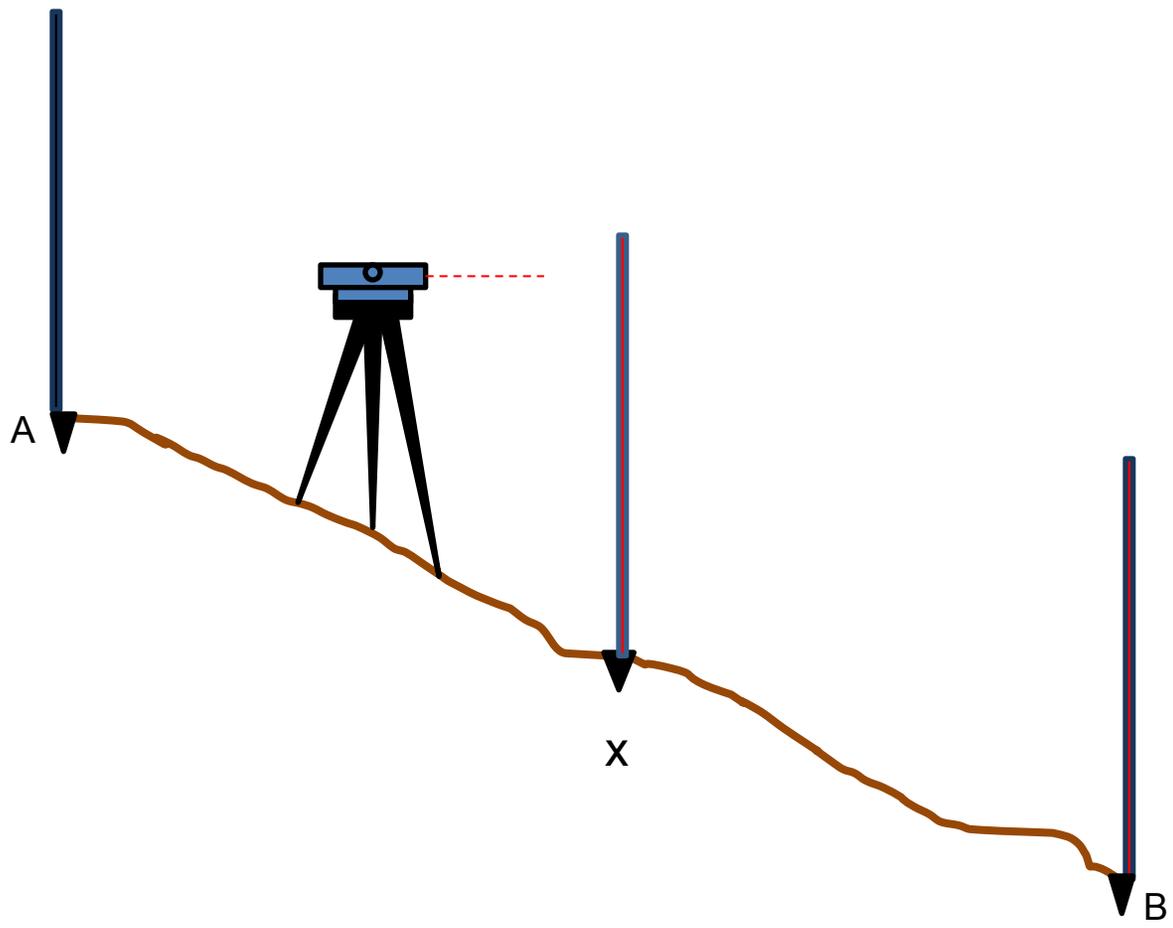
$$h_2 = a_{кр} - b_{кр}$$

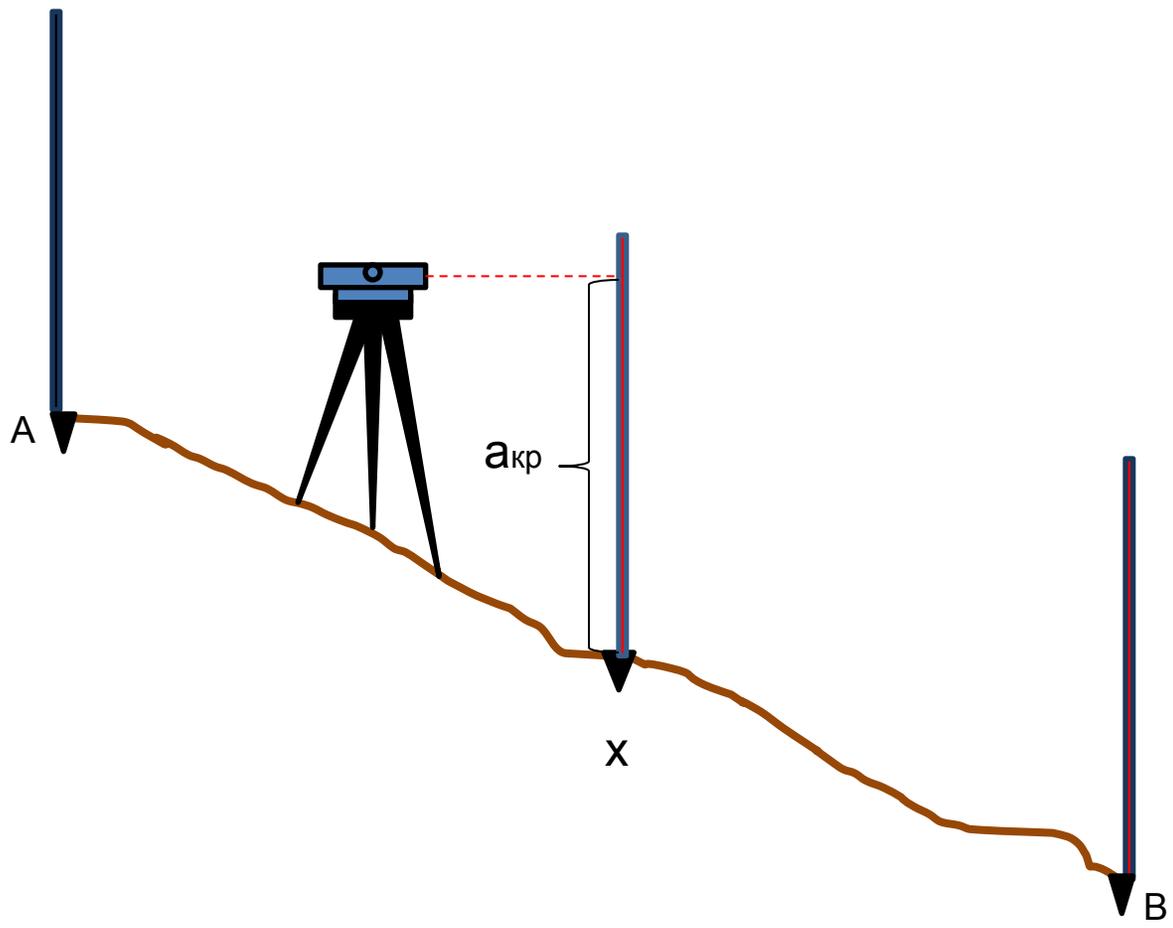
$$h_{cp1} = (h_1 + h_2)/2$$

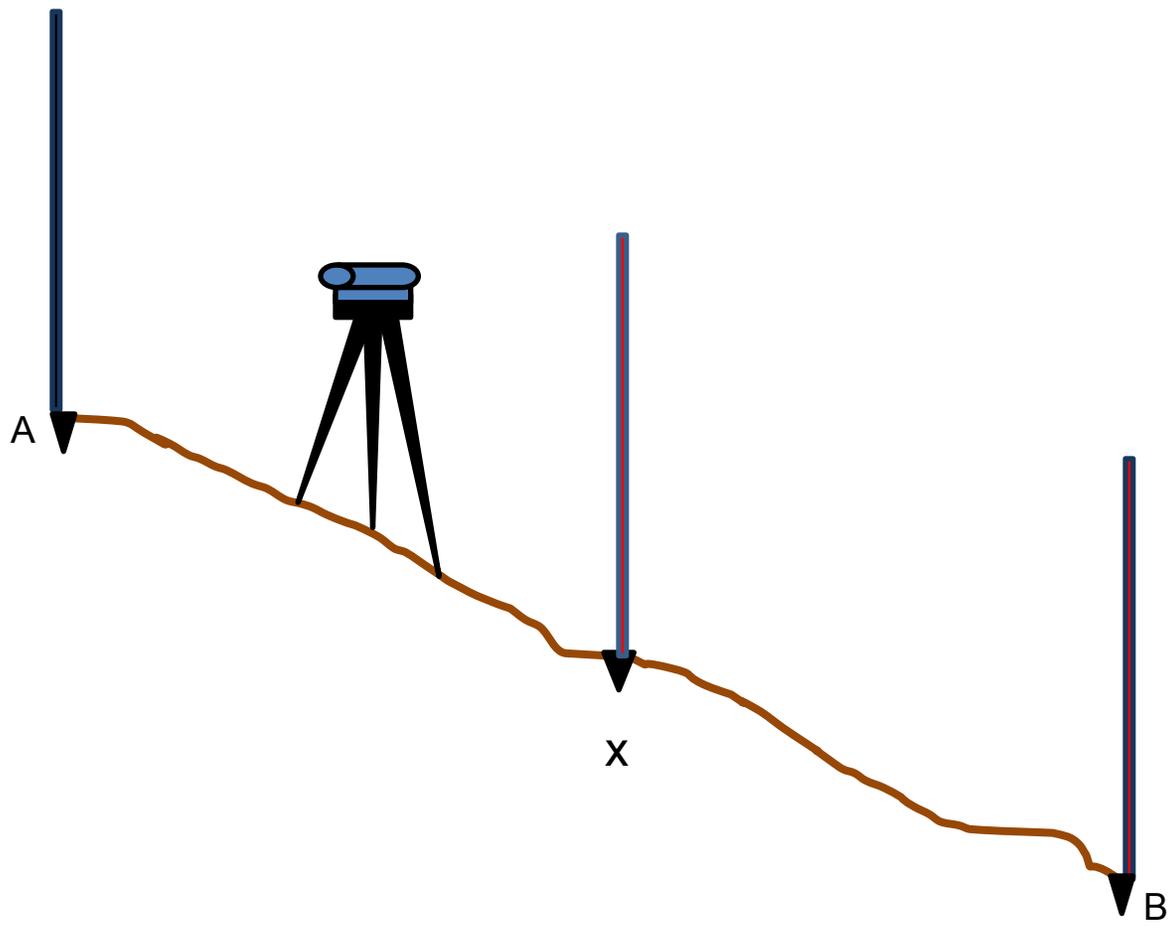


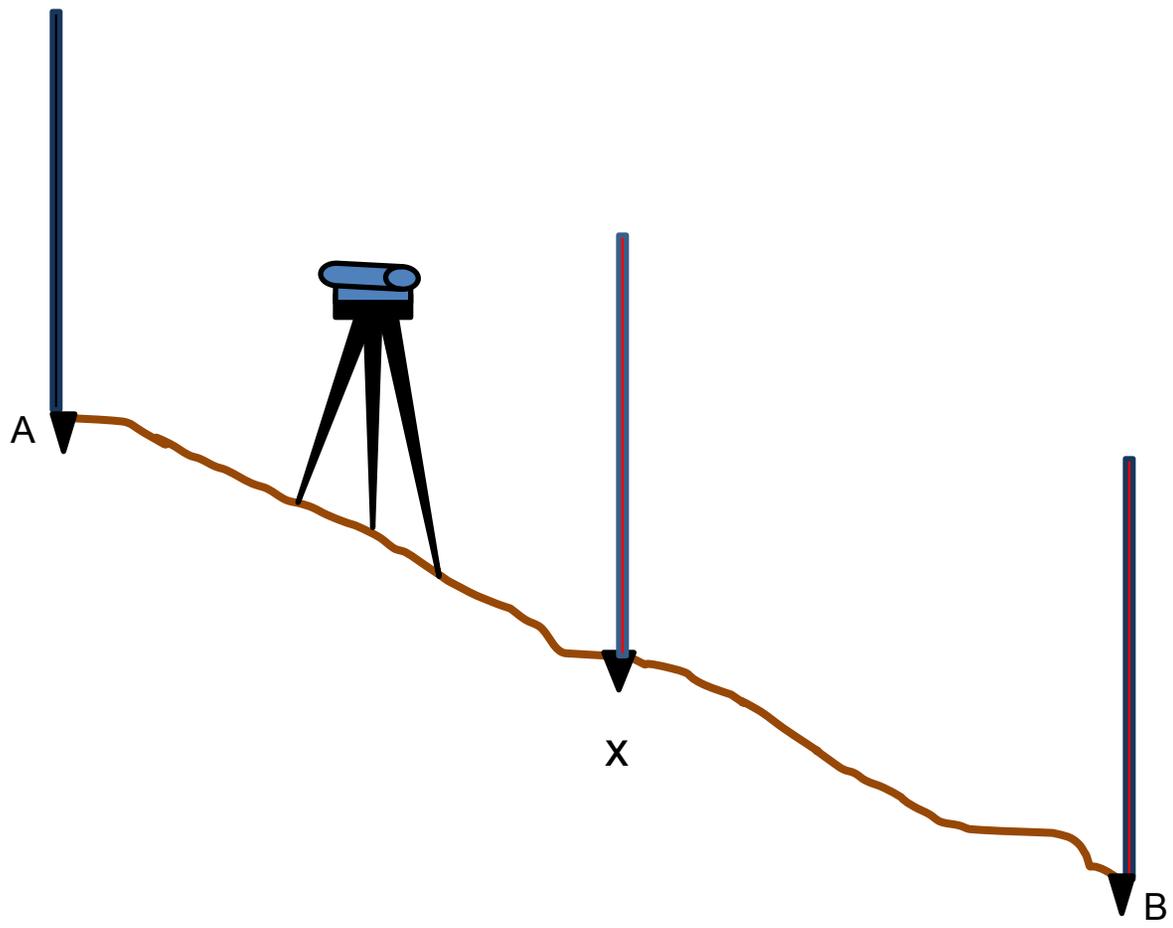


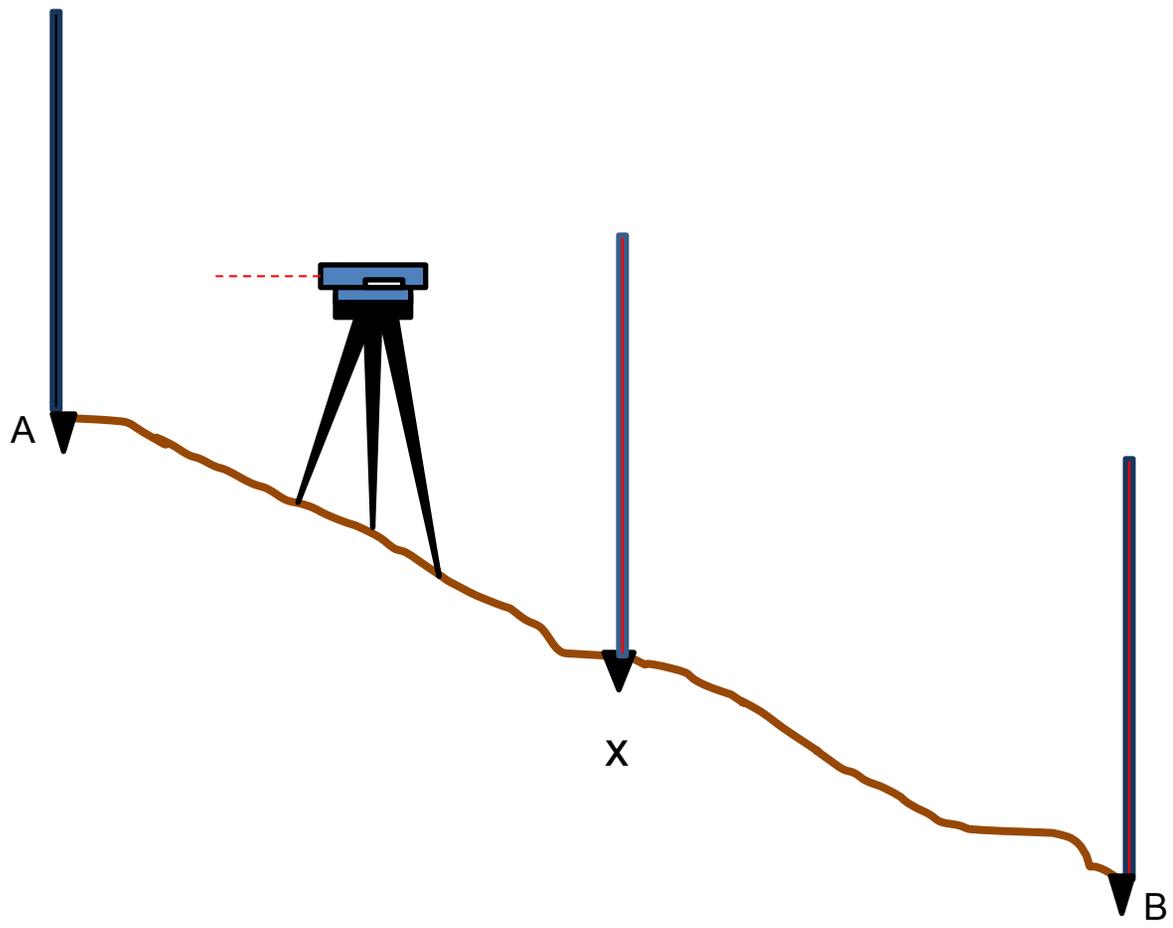


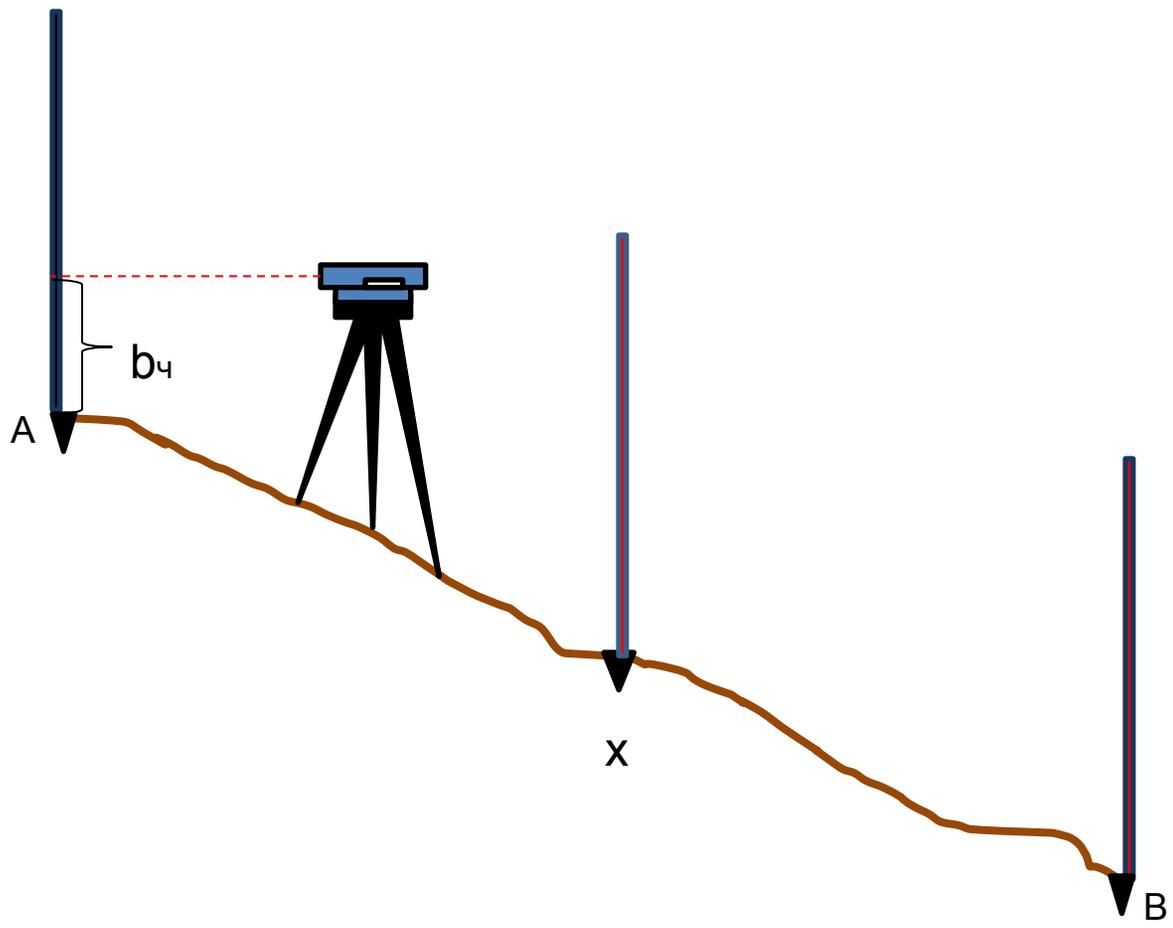


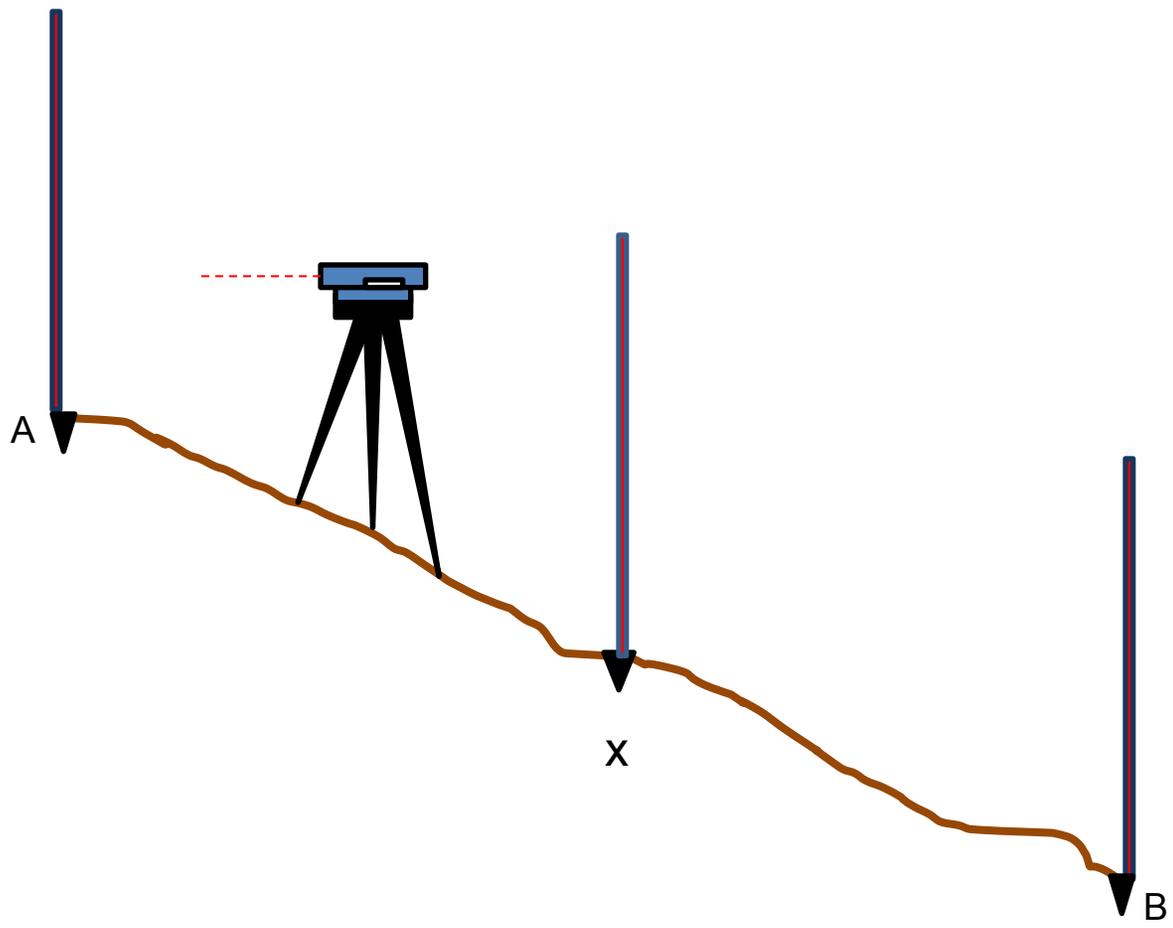








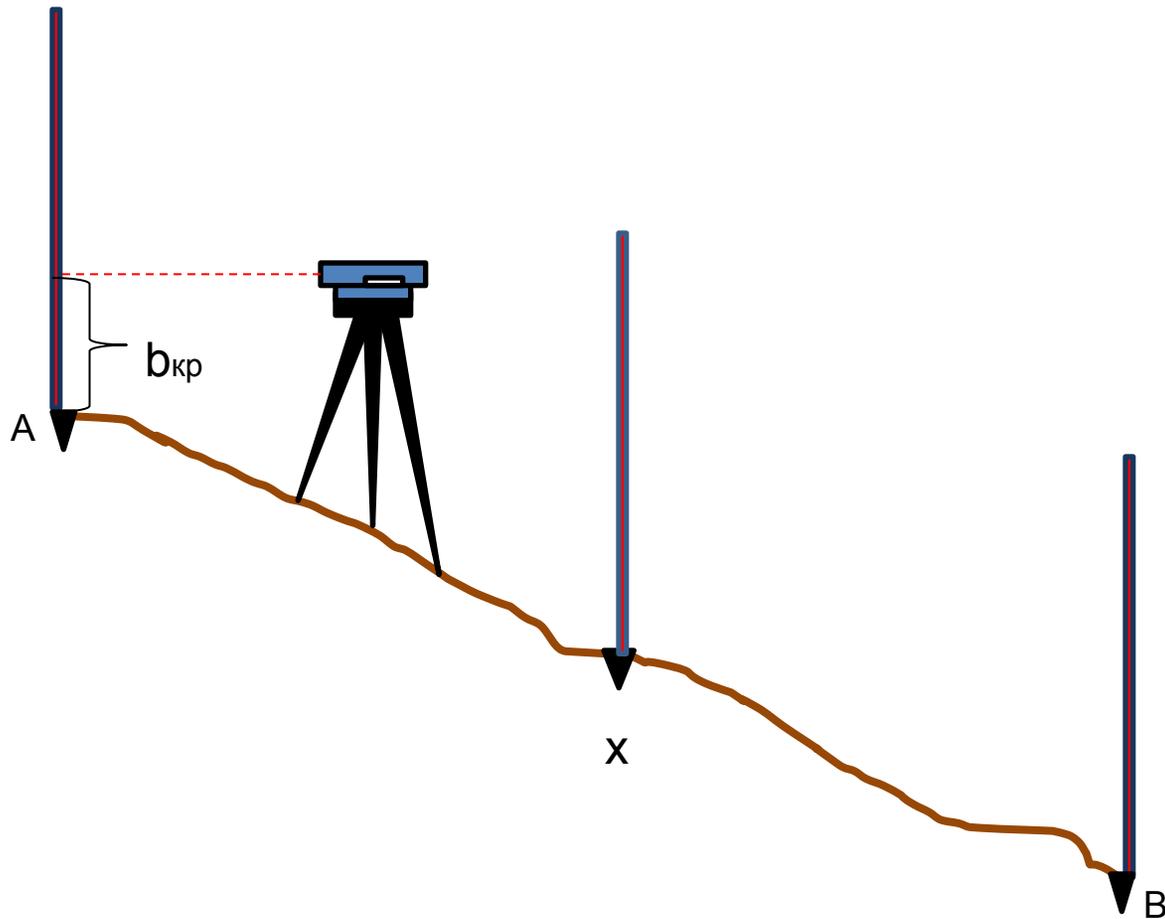




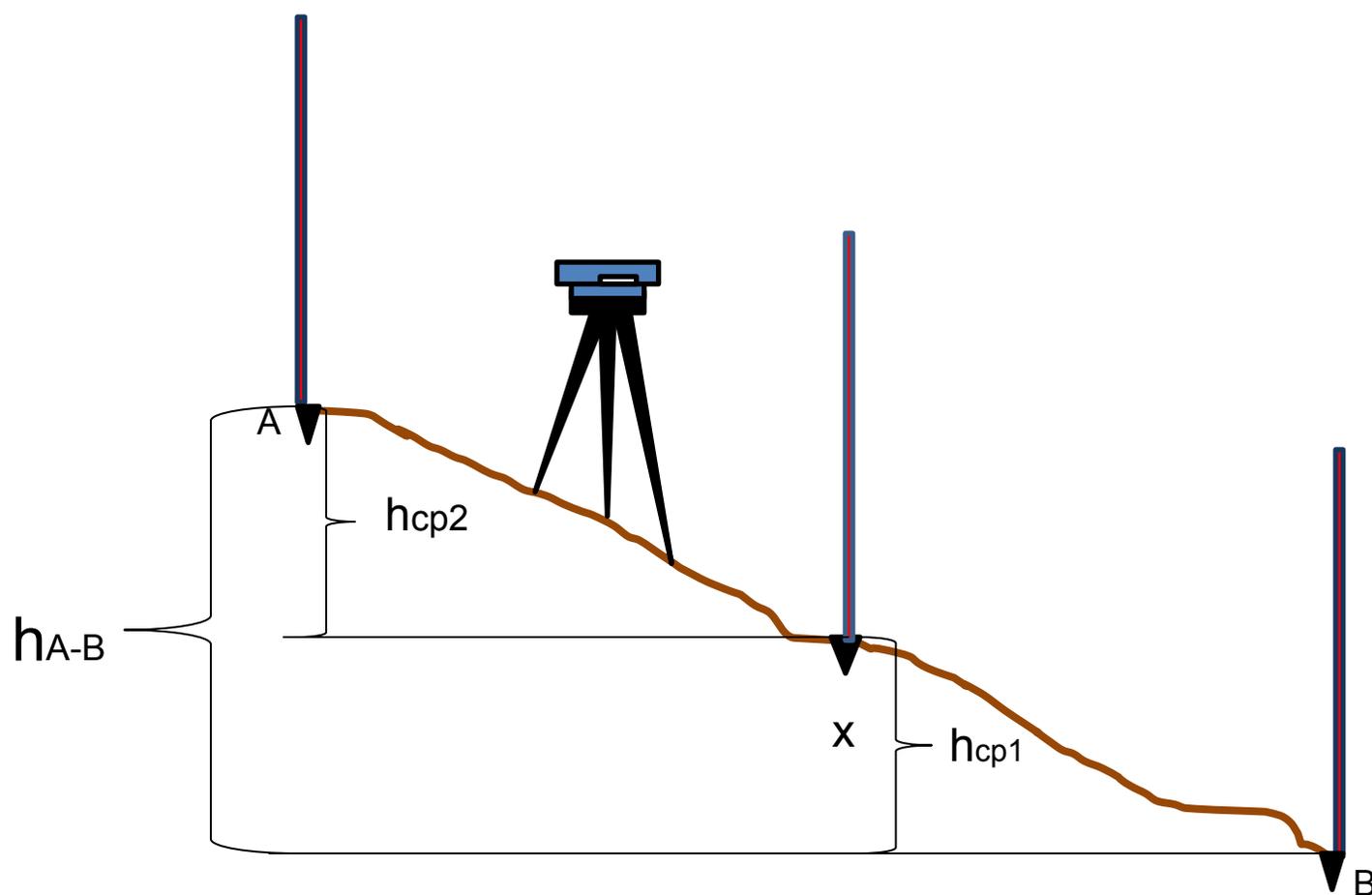
$$h_1 = a_4 - b_4$$

$$h_2 = a_{кр} - b_{кр}$$

$$h_{cp2} = (h_1 + h_2)/2$$



Превышение между точками А и В ($h_{A-B} = h_{cp1} + h_{cp2}$),
равно сумме превышений на отрезках X–А и X–В.



Иксовые точки служат для передачи отметок между связующими точками. Единственным отличием их от связующих точек, является то, что на профиле они не отображаются.

Находим превышения между остальными связующими точками и вносим их на первую страницу в таблице №1.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020						
		5800						
	X		2080					
			6858					
4	X	0478						
		5257						
	ПК2		2390					
			7169					
5	ПК2	1090						
		5875						
	ПК4		0358					
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060			
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058			
			6858					
4	X	0478			-1.912			
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912			
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732			
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734			
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

Производим постраничный контроль: складываем все превышения в столбце задние отсчеты по рейкам. Сумма отсчетов равна $\Sigma a = 33808$. таким же образом находим сумму превышений в столбце передние отсчеты. $\Sigma b = 43186$. Находим разницу между этими суммами. $\Sigma h = \Sigma a - \Sigma b = 33.808 - 43.186 = -9.378$ м.

Находим сумму всех вычисленных превышений.

$\Sigma h_{\text{выч.}} = -9.378$. Сумма вычисленных превышений должна быть равна разнице между суммами отсчетов на задние и передние рейки. $\Sigma h_{\text{выч.}} = \Sigma a - \Sigma b = -9.378$ м.

Сумма средних превышений равна половине вычисленных превышений.

$\Sigma h_{\text{ср.}} = \Sigma h_{\text{выч.}} / 2 = -9.378 / 2 = -4.689$ м.

Все полученные данные вносятся в строки графы постраничный контроль.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060			
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058			
			6858					
4	X	0478			-1.912			
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912			
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732			
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734			
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186					
			-9378					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060			
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058			
			6858					
4	X	0478			-1.912			
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912			
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732			
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734			
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

Заполняем вторую страницу таблицы №1, вычисляя превышения между оставшимися пикетами.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311						
		7095						
	ПК5		1406					
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525						
		6305						
	ПК6		0545					
			5325					
8	ПК6	1309						
		6090						
	Рп2		1411					
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073					
			3562					
Контроль по ходу		58443	64259					
			5816					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073					
			3562					
Контроль по ходу		58443	64259					
			5816					

Производим постраничный контроль аналогично
странице 1.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073					
			3562					
Контроль по ходу		58443	64259					
			5816					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566			
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259					
			5816					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259					
			5816					

Производим контроль по ходу, т.е. находим суммарные значения во всех графах Таблицы №1.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259					
			5816					

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

УВЯЗКА НИВЕЛИРНОГО ХОДА.

Определив сумму всех средних превышений (Графа контроль по ходу. Таблица №1), видим, что она равна $\Sigma h_{\text{ср}} = -2.908$ м., но разница между отметками точек Рп1 и Рп2 равна -2.930 ($H_{\text{Рп1}} - H_{\text{Рп2}} = -2.930$). Эта величина является фактическим превышением между точками Рп1 и Рп2, так как она получена по результатам нивелирования более высокого класса.

Находим разницу между полученным и фактическим превышениями: $- 2.908 - (- 2.930) = 0.022 \text{ м} = fh_{\text{пол.}}$
вычисленное значение является невязкой нивелирного хода. Определяем допустимость полученной невязки. Допустимая невязка равна $fh_{\text{доп.}} = \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} = 0.039 \text{ м}$., где L длина нивелирного хода в километрах.

Сравниваем допустимую невязку с полученной и видим, что $fh_{\text{доп.}} = 0.039 \text{ м} = 39 \text{ мм} > fh_{\text{пол.}} = 0.022 \text{ м} = 22 \text{ мм}$., делаем вывод, что измерения произведены правильно.

Для того, чтобы уравнять нивелирный ход, необходимо избавиться от полученной невязки, т.е. равномерно разбросать ее на все превышения с обратным знаком. Следовательно 22 мм. надо разделить на 8 (число превышений см. Таб.№1), но 22 на 8 нацело не делится. Так как геометрическое нивелирование производится с точностью до 1 мм, то доли мм. при расчетах не учитываются.

Поэтому делим 22 мм. на 6 (число превышений между пикетами) и получаем $22 : 6 = 3$; $6 \cdot 3 = 18$, в остатке остается 4 миллиметра. Делим это число пополам и добавляем к превышениям полученным между крайними пикетами и реперами. $18 + 4 = 22$ мм. Вносим полученные поправки в столбец (средние превышения), строкой выше строки, где записаны средние превышения.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396			
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056			
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060			
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058			
			6858					
4	X	0478			-1.912			
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912			
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732			
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734			
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003		
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058			
			6858					
4	X	0478			-1.912	-0.003		
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912			
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003		
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734			
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905			
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980			
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102			
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.783		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003		
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.783		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

Исправленные превышения вносятся в таблицу №1 строкой ниже средних превышений.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398			
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003		
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052			
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058			
			6858					
4	X	0478			-1.912	-0.003		
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912			
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003		
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734			
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399		
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003		
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052	-2.057		
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058	-0.062		
			6858					
4	X	0478			-1.912	- 0.003		
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912	-1.915		
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003		
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734	+0.730		
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003		
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905			
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980			
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106			
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003		
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902		
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

Сумма исправленных превышений должна быть равна
-2930.

$$(-0.399)+(-2.057)+(-1.915)+0.730+0.902+0.977+(-0.106) = -2.930$$

Увязав нивелирный ход, определяем абсолютные отметки всех связующих точек по формуле:

$N_{\text{посл.}} = N_{\text{пред.}} + h_{\text{испр.}}$, где $N_{\text{пред.}}$ - отметка предыдущей точки, $h_{\text{испр.}}$ - исправленное превышение.

Например: $H_{ПК0} = H_{Рп1} + (-0.399) = 42.487 - 0.399 = 42.088$ м.отметка $H_{Рп1}$ – задается преподавателем. Аналогичным образом рассчитываем отметки всех связующих точек и вносим их в таблицу №1.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399		
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003		
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052	-2.057		
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058	-0.062		
			6858					
4	X	0478			-1.912	-0.003		
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912	-1.915		
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003		
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734	+0.730		
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		42.487
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399		42.088
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003		42.088
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052	-2.057		40.031
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		40.031
		5800				-1.059		
	Х		2080		-1.058	-0.062		38.969
			6858					
4	Х	0478			-1.912	-0.003		38.969
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912	-1.915		37.054
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003		37.054
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734	+0.730		37.784
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003	37.784	
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902		
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003		37.784
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902		38.686
			6190					
	ПК4+30			1160				
	ПК5							38.686
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		38.686
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		39.663
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		39.663
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		39.557
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.7831		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

Производим контрольный расчет:

$H_{Pп1} - H_{Pп2} = 39.557 - 42.487 = - 2.930$, что свидетельствует о правильности проведенных расчетов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНЫХ ОТМЕТОК ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТОЧЕК.

Определение отметок промежуточных точек производится через горизонт прибора по формуле:
 $H_{\text{пром.}} = ГП - с$, где $с$ — отсчет по черной стороне рейки, установленной на промежуточную точку.

Как видно из таблицы №1 отсчеты на промежуточные точки брались на станции №2, между ПК0 и ПК1, станции №5, между ПК2 и ПК4 и на станции №6, между ПК4 и ПК5.

Определяем значения горизонта прибора на этих станциях:

$$\text{ГП1СТ}_2 = \text{Н}_{\text{ПК0}} + a_{\text{ч}} = 42.088 + 0.650 = 42.738$$

$$\text{ГП2СТ}_2 = \text{Н}_{\text{ПК1}} + b_{\text{ч}} = 40.031 + 2.706 = 42.737$$

$$\text{ГПсрСТ}_2 = 42.738$$

Аналогичным образом определяем значения ГП на других станциях, данные вносим в таблицу №1.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002	42.487	
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399		42.088
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003	42.088	
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052	-2.057	40.031	
			7484					
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003	40.031	
		5800				-1.059		
	Х		2080		-1.058	-0.062	38.969	
			6858					
4	Х	0478			-1.912	-0.003	38.969	
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912	-1.915	37.054	
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003	37.054	
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734	+0.730	37.784	
			5141					
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		42.487
		6494				- 0.397		42.088
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399		
				6892				
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003	ГИ1 = 42.738	42.088
		5432				-2.054		ГИ2 = 42.737
	ПК1		2706		-2.052	-2.057		
				7484			ГИ ср = 42.738	
	ПК0+70			1600				
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		40.031
		5800				-1.059		38.969
	X		2080		-1.058	-0.062		
				6858				
4	X	0478			-1.912	-0.003		38.969
		5257				-1.912		37.054
	ПК2		2390		-1.912	-1.915		
				7169				
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003	ГИ1 = 38.144	37.054
		5875				+0.733		ГИ2 = 38.142
	ПК4		0358		+0.734	+0.730		
				5141			ГИср =38.143	
	ПК2+44			2960				
	ПК2+76			2962				
	ПК3			1510				
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003		37.784
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902		38.686
			6190					
	ПК4+30			1160				38.686
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		38.686
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		39.663
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		39.663
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		39.557
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003	ГИ1 = 40.095	37.784
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902	ГИ2 = 40.092	38.686
			6190					
	ПК4+30			1160			ГИ ср = 40.094	38.686
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		38.686
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		39.663
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		39.663
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		39.557
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

Определяем отметки промежуточных точек.

$$H_{ПК0+70} = ГПсрСТ_2 - c = 42.738 - 1.600 = 41.138$$

Аналогичным образом определяем отметки других промежуточных точек и вносим их в таблицу №1.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).	
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние			
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		42.487	
		6494				- 0.397			42.088
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399			
			6892						
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003	ГИ1 = 42.738		
		5432				-2.054		ГИ2 = 42.737	40.031
	ПК1		2706		-2.052	-2.057	ГИ ср = 42.738		
			7484						
	ПК0+70			1600					
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		40.031	
		5800				-1.059			38.969
	X		2080		-1.058	-0.062			
			6858						
4	X	0478			-1.912	-0.003			
		5257				-1.912			37.054
	ПК2		2390		-1.912	-1.915			
			7169						
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003	ГИ1 = 38.144		
		5875				+0.733		ГИ2 = 38.142	37.784
	ПК4		0358		+0.734	+0.730	ГИср =38.143		
			5141						
	ПК2+44			2960					
	ПК2+76			2962					
	ПК3			1510					
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689			
			-9378		-4.689				

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица №1 (страница №1)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
1	Рп1	1712			- 0.396	- 0.002		42.487
		6494				- 0.397		
	ПК0		2108		- 0.398	-0.399		42.088
			6892					
2	ПК0	0650			-2.056	- 0.003	ГИ1 = 42.738	42.088
		5432				-2.054		
	ПК1		2706		-2.052	-2.057	ГИ2 = 42.737 ГИ ср = 42.738	40.031
			7484					
	ПК0+70			1600				41.138
3	ПК1	1020			-1.060	-0.003		40.031
		5800				-1.059		
	X		2080		-1.058	-0.062		38.969
			6858					
4	X	0478			-1.912	-0.003		38.969
		5257				-1.912		
	ПК2		2390		-1.912	-1.915		37.054
			7169					
5	ПК2	1090			+0.732	-0.003	ГИ1 = 38.144	37.054
		5875				+0.733		
	ПК4		0358		+0.734	+0.730	ГИ2 = 38.142 ГИср =38.143	37.784
			5141					
	ПК2+44			2960				35.183
	ПК2+76			2962			35.181	
	ПК3			1510			36.633	
Постраничный контроль		33808	43186		-9.378	-4.689		
			-9378		-4.689			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003	ГИ1 = 40.095	37.784
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902	ГИ2 = 40.092	38.686
			6190					
	ПК4+30			1160			ГИ ср = 40.094	38.686
	ПК5							
	Лево 10			0622				
	Право 10			0758				
	ПК5+20			0302				
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		38.686
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		39.663
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		39.663
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		39.557
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ ТРАССЫ АВТОДОРОГИ Таблица№1 (Страница №2)

№ Станции	Нивелируемые точки	Отсчеты по рейкам			Превышения		Горизонт инструмента (м).	Отметки точек (м).
		мм. Задние	передние	Промежуточные	вычисленные	средние		
6	ПК4	2311			+0.905	-0.003	ГИ1 = 40.095	37.784
		7095				+0.905		
	ПК5		1406		+0.905	+0.902	ГИ2 = 40.092	38.686
			6190					
	ПК4+30			1160			ГИ ср = 40.094	38.934
	ПК5							38.686
	Лево 10			0622				39.472
	Право 10			0758				39.336
	ПК5+20			0302				39.792
7	ПК5	1525			+0.980	-0.003		38.686
		6305				+0.980		
	ПК6		0545		+0.980	+0.977		39.663
			5325					
8	ПК6	1309			-0.102	-0.002		39.663
		6090				-0.104		
	Рп2		1411		-0.106	-0.106		39.557
			6196					
Постраничный контроль		24635	21073		+3.566	+1.781		
			3562		+1.783			
Контроль по ходу		58443	64259		-5.816	-2.908		
			5816		-2.908			

В таблице №2 даны промеры глубин р.Сура.

Таблица №2

Положение точек Отметки	Глубины	
ПК2+44 Урез воды	0.00	
ПК2+52 (дно)	2.50	
ПК2+60 (дно)	3.20	
ПК2+68 (дно)	2.80	
ПК2+76 (урез воды)	0.00	

Из таблицы №1 нам известны отметки точек ПК2+44 и ПК2+76, которые равны 53.182 м. Это среднее значение между двумя отметками. Вносим их в таблицу №2.

В таблице №2 даны промеры глубин р.Сура.

Таблица №2

Положение точек Отметки	Глубины	
ПК2+44 Урез воды	0.00	
ПК2+52 (дно)	2.50	
ПК2+60 (дно)	3.20	
ПК2+68 (дно)	2.80	
ПК2+76 (урез воды)	0.00	

В таблице №2 даны промеры глубин р.Сура.

Таблица №2

Положение точек Отметки	Глубины	
ПК2+44 Урез воды	0.00	35.182
ПК2+52 (дно)	2.50	
ПК2+60 (дно)	3.20	
ПК2+68 (дно)	2.80	
ПК2+76 (урез воды)	0.00	35.182

Определяем отметки дна р. Сура.

$$H_{ПК2+52} = 35.182 - 2.50 = 32.682 \text{ м.}$$

$$H_{ПК2+60} = 35.182 - 3.20 = 31.982 \text{ м.}$$

$$H_{ПК2+68} = 35.182 - 2.80 = 32.382 \text{ м.}$$

Вносим их в таблицу №2.

В таблице №2 даны промеры глубин р.Сура.

Таблица №2

Положение точек Отметки	Глубины	
ПК2+44 Урез воды	0.00	35.182
ПК2+52 (дно)	2.50	
ПК2+60 (дно)	3.20	
ПК2+68 (дно)	2.80	
ПК2+76 (урез воды)	0.00	35.182

В таблице №2 даны промеры глубин р.Сура.

Таблица №2

Положение точек Отметки	Глубины	
ПК2+44 Урез воды	0.00	35.182
ПК2+52 (дно)	2.50	32.682
ПК2+60 (дно)	3.20	31.982
ПК2+68 (дно)	2.80	32.382
ПК2+76 (урез воды)	0.00	35.182

ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОДОРОГИ.

1. Профиль автодороги строится на листе миллиметровой бумаги формата А3. Продольный профиль автодороги является исходным документом при проектировании автодорог.

Профиль строится по материалам нивелирования трассы автодороги (таблица №1), в 1:2000 масштабе (горизонтальный масштаб) и для выразительности рельефа в 10 раз крупнее (1:200) в вертикальном масштабе.

Все необходимые для построения профиля данные заносятся в графы, расположенные в нижней части профиля и образующие сетку профиля. Размер и порядок граф показан на рис.7.

1	10 мм.	Уклоны и расстояния	
2	15 мм.	Проектные отметки	
3	15 мм.	Абсолютные отметки	
4	10 мм.	Расстояния	
5	20 мм.	План полосы местности	
6	10 мм.	Грунты	
7	30 мм.	Прямые и кривые	

Рис 7

Построение профиля начинается с построения сетки, нижняя граница сетки граф профиля проводится таким образом, что бы мог поместиться штамп.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

Уклоны и расстояния	
Проектные отметки	
Абсолютные отметки	
Расстояния	
План полосы местности	
Грунты	
Прямые и кривые	

Сетка профиля строится таким образом, что бы верхняя граница верхней графы совпала с утолщенной линией миллиметровки. Начало трассы также выбирается на утолщенной линии, в 5 – 7 сантиметрах от края листа.

2. Верхняя граница сетки профиля совпадает с линией условного горизонта, которая выбирается таким образом, чтобы самая маленькая абсолютная отметка линии профиля находилась не ближе 4 см. от нее. Такой отметкой по данным нивелирования является 31.982 (отметка самой глубокой точки р.Сура).

$31.982 - 8 = 23.982$ м. 8 м. в масштабе 1:200 равно 4 см. Отметка условного горизонта должна быть кратна 2, т.е. ближайшими отметками отвечающими этим требованиям являются 20 и 22 м. Для удобства построений выбираем отметку условного горизонта равную 20 метрам.

В 5 миллиметрах левее ПК0 восстанавливаем перпендикуляр, на котором откладывается шкала высот от линии условного горизонта.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

Уклоны и расстояния	
Проектные отметки	
Абсолютные отметки	
Расстояния	
План полосы местности	
Грунты	
Прямые и кривые	

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Уклоны и расстояния	
Проектные отметки	
Абсолютные отметки	
Расстояния	
План полосы местности	
Грунты	
Прямые и кривые	

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния	
Проектные отметки	
Абсолютные отметки	
Расстояния и пикеты	
План полосы местности	
Грунты	
Прямые и кривые	

4. Заполняем графу расстояния и пикеты. Так как расстояние между пикетами равно 100 м., откладываем вправо от нулевого пикета шесть отрезков по 5 см. = 100м., в 1:2000 масштабе.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния	
Проектные отметки	
Абсолютные отметки	
Расстояния и пикеты	
План полосы местности	
Грунты	
Прямые и кривые	

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

Для нахождения плюсовой точки ПК0+70, откладываем от ПК0 3.5 см. = 70 метрам в 1:2000 масштабе.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

Восстановленный из найденной точки перпендикуляр делит расстояние между ПК0 и ПК1 на две части, в которые вписываем длины отрезков в метрах (70 и 30м), что в сумме дает 100 метров. Если интервал не делится (нет плюсовых точек то числа в нем не записываются (ПК1-ПК2, ПК3-ПК4)).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

Интервал между ПК2 и ПК3 делится на три части. Отложив от ПК2 в 1:2000 масштабе 44 и 76 метров и восстановив из полученных точек перпендикуляры, получаем три отрезка длиной 44; 32; 24 метра, значения которых вносим в графу пикеты и расстояния.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния							
Проектные отметки							
Абсолютные отметки							
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5
План полосы местности							
Грунты							
Прямые и кривые							

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Уклоны и расстояния						
Проектные отметки						
Абсолютные отметки						
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2 44	32	ПК3 24	ПК4 ПК5
План полосы местности						
Грунты						
Прямые и кривые						

Полученные значения в сумме также дают 100 метров.
Определяем и вписываем в графу все остальные
плюсовые точки.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния							
Проектные отметки							
Абсолютные отметки							
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2 44	32	ПК3 24	ПК4	ПК5
План полосы местности							
Грунты							
Прямые и кривые							

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния								
Проектные отметки								
Абсолютные отметки								
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2 44	32	ПК3 24	ПК4	ПК5	
План полосы местности								
Грунты								
Прямые и кривые								

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния										
Проектные отметки										
Абсолютные отметки										
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2 44		32	ПК3 24		ПК4 30	ПК5 70	
План полосы местности										
Грунты										
Прямые и кривые										

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния										
Проектные отметки										
Абсолютные отметки										
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70	ПК1 30	ПК2 44		32	ПК3 24		ПК4 30	ПК5 70	
План полосы местности										
Грунты										
Прямые и кривые										

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2			ПК3	ПК4	ПК5			
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности											
Грунты											
Прямые и кривые											

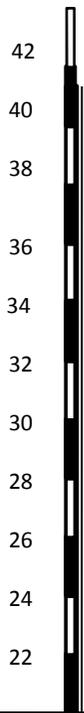
5. Заполняем графы план полосы местности и грунты.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности											
	p.Сура										
Грунты											
Прямые и кривые											

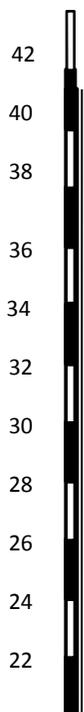
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5				
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5				
	ПК6										
					р.Сура						
Грунты											
Прямые и кривые											

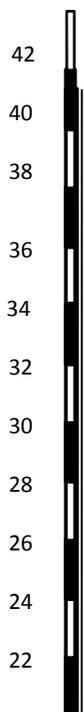
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5				
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5				
	ПК6										
	ПК0+70			р.Сура							
Грунты											
Прямые и кривые											

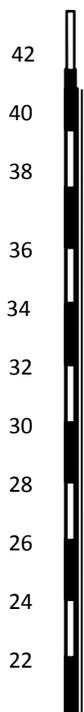
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1		ПК2		ПК3		ПК4		ПК5	
	ПК6										
	ПК0+70		ПК2+44		р.Сура		ПК2+76				
Грунты											
Прямые и кривые											

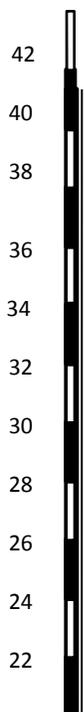
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5				
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3	ПК4	ПК5				
	ПК6										
	ПК0+70		ПК2+44	р.Сура	ПК2+76	ПК4+30		ПК5+20			
Грунты											
Прямые и кривые											

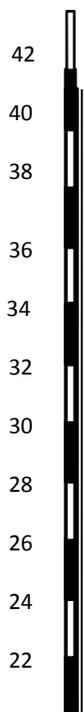
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1		ПК2	ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	ПК0+70 пашня			ПК2+44 р.Сура	ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня			
Грунты											
Прямые и кривые											

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

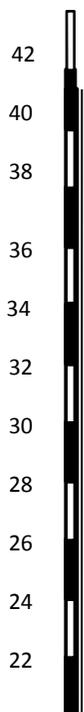


УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1		ПК2	ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	ПК0+70 пашня			ПК2+44 р.Сура	ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня			
Грунты	Супесь			Суглинки			Супесь				
Прямые и кривые											

6. Пользуясь данными из таблицы №1, заполняем графу абсолютные отметки, подписывая значения отметок напротив пикетов и плюсовых точек, округляя их до сотых.

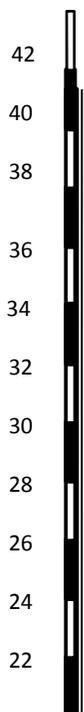
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки											
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1		ПК2	ПК3		ПК4	ПК5			
	ПК6										
	ПК0+70 пашня			ПК2+44 р.Сура	ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня			
Грунты	Супесь			Суглинки			Супесь				
Прямые и кривые											

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния										
Проектные отметки										
Абсолютные отметки	42.09									
Расстояния и пикеты	ПК0	ПК1	ПК2		ПК3		ПК4	ПК5		
	ПК6	70	30	44	32	24	30	70	20	80
План полосы местности	ПК0	ПК1		ПК2	ПК3		ПК4	ПК5		
	ПК6	ПК0+70 пашня		ПК2+44 р.Сура	ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня		
Грунты	Супесь			Суглинки			Супесь			
Прямые и кривые										

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03								
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1	ПК2			ПК3		ПК4	ПК5		
	70	30	44	32	24	30	70	20	80		
План полосы местности	ПК0 ПК6	ПК1		ПК2		ПК3		ПК4	ПК5		
	ПК0+70 пашня		ПК2+44 р.Сура		ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня			
Грунты	Супесь			Суглинки				Супесь			
Прямые и кривые											

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния											
Проектные отметки											
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03	37.05	35.18	35.18	36.63				
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1		ПК2		ПК3		ПК4		ПК5	
	70	30		44	32	24		30	70	20	80
План полосы местности	ПК0 ПК6	ПК1		ПК2		ПК3		ПК4	ПК5		
	ПК0+70 пашня			ПК2+44 р.Сура		ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня		
Грунты	Супесь			Суглинки				Супесь			
Прямые и кривые											

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

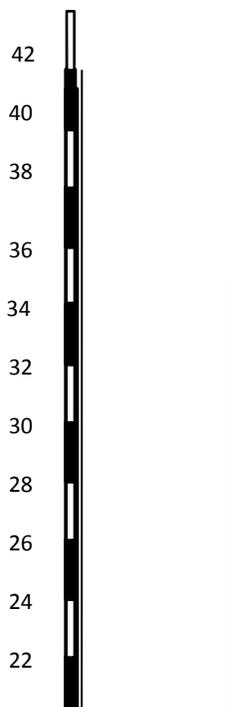


УГ 20 м.

Уклоны и расстояния														
Проектные отметки														
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03		37.05	35.18	35.18	36.63		37.78	38.93	38.69	39.79	39.66
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6		ПК1		ПК2			ПК3		ПК4		ПК5		
	70		30		44	32	24		30	70	20	80		
План полосы местности	ПК0 ПК6	ПК1			ПК2			ПК3		ПК4		ПК5		
	ПК0+70 пашня				ПК2+44 р.Сура		ПК2+76 луг		ПК4+30 ϕ		ПК5+20 пашня			
Грунты	Супесь				Суглинки				Супесь					
Прямые и кривые														

7. От линии условного горизонта, из точек соответствующих пикетам и плюсовым точкам, восстанавливаем перпендикуляры, на которых в 1:200 масштабе откладываем значения, равные разнице между абсолютной отметкой точки и условным горизонтом. ПК0(42.09 – 20 = 22.09м. = 11.04 см).

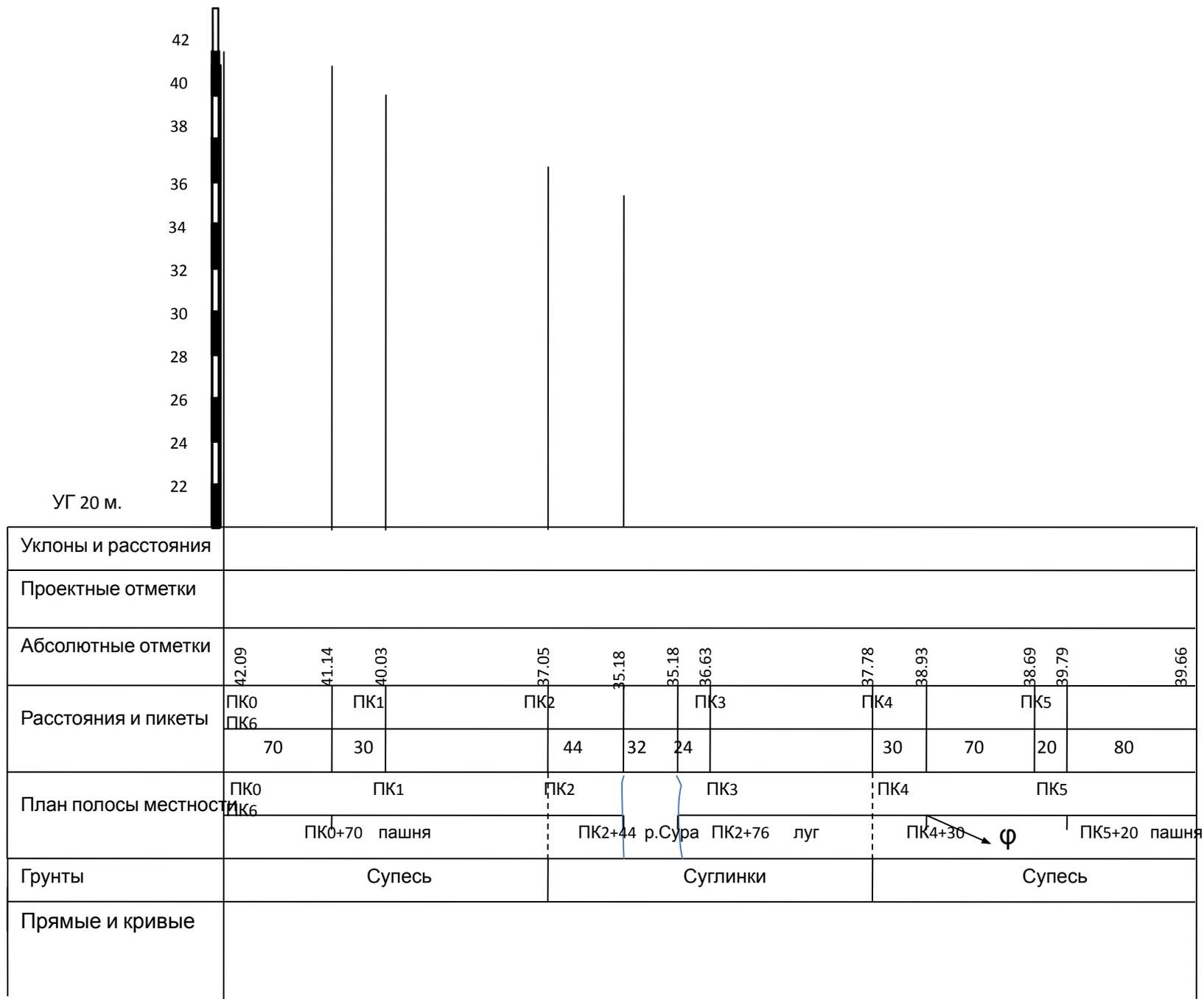
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



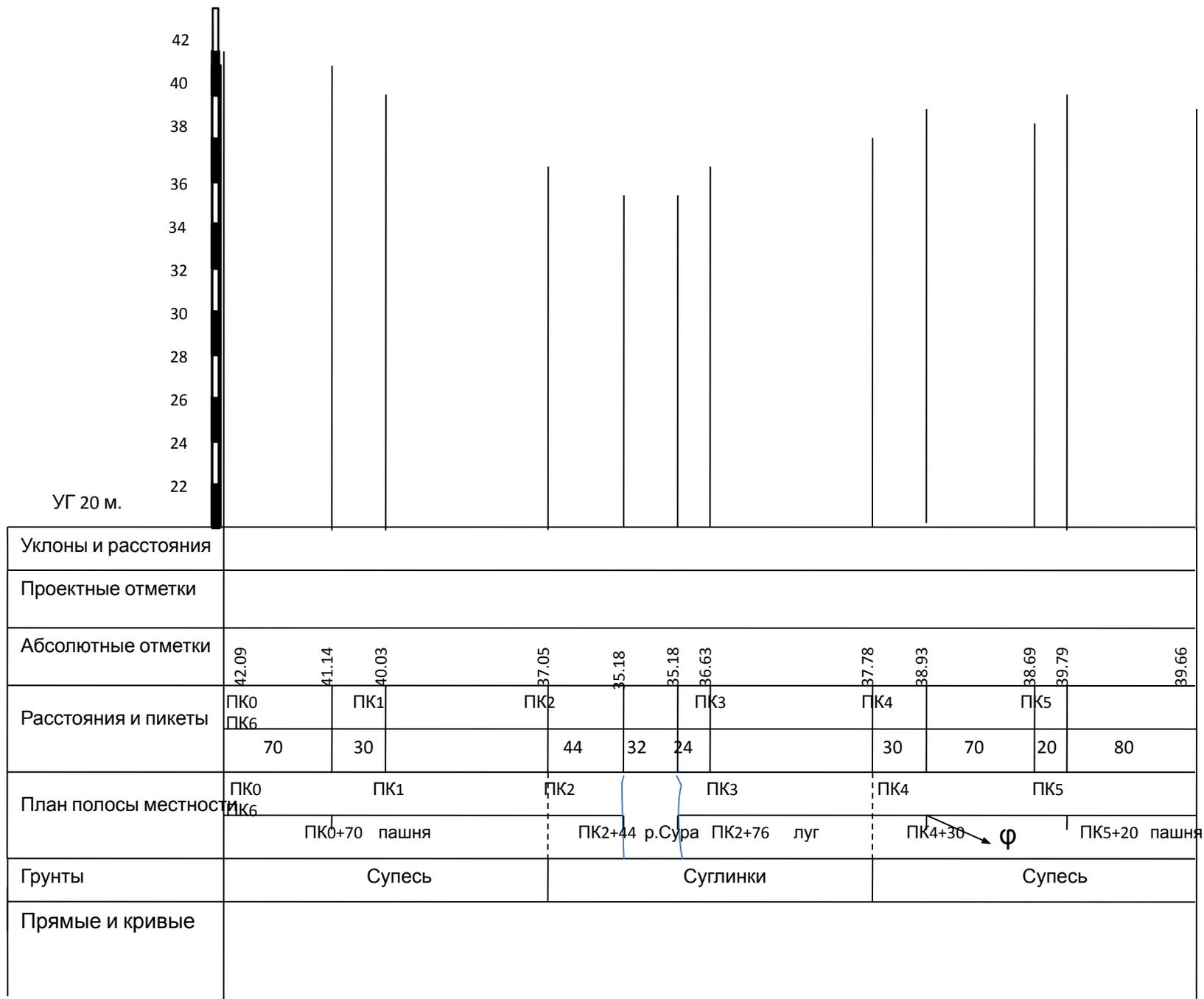
УГ 20 м.

Уклоны и расстояния														
Проектные отметки														
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03		37.05	35.18	35.18	36.63		37.78	38.93	38.69	39.79	39.66
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6	ПК1		ПК2			ПК3		ПК4		ПК5			
	70	30		44	32	24		30	70	20	80			
План полосы местности	ПК0 ПК6	ПК1		ПК2	ПК3		ПК4	ПК5						
	ПК0+70 пашня			ПК2+44 р.Сура	ПК2+76 луг			ПК4+30 ϕ	ПК5+20 пашня					
Грунты	Супесь			Суглинки				Супесь						
Прямые и кривые														

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

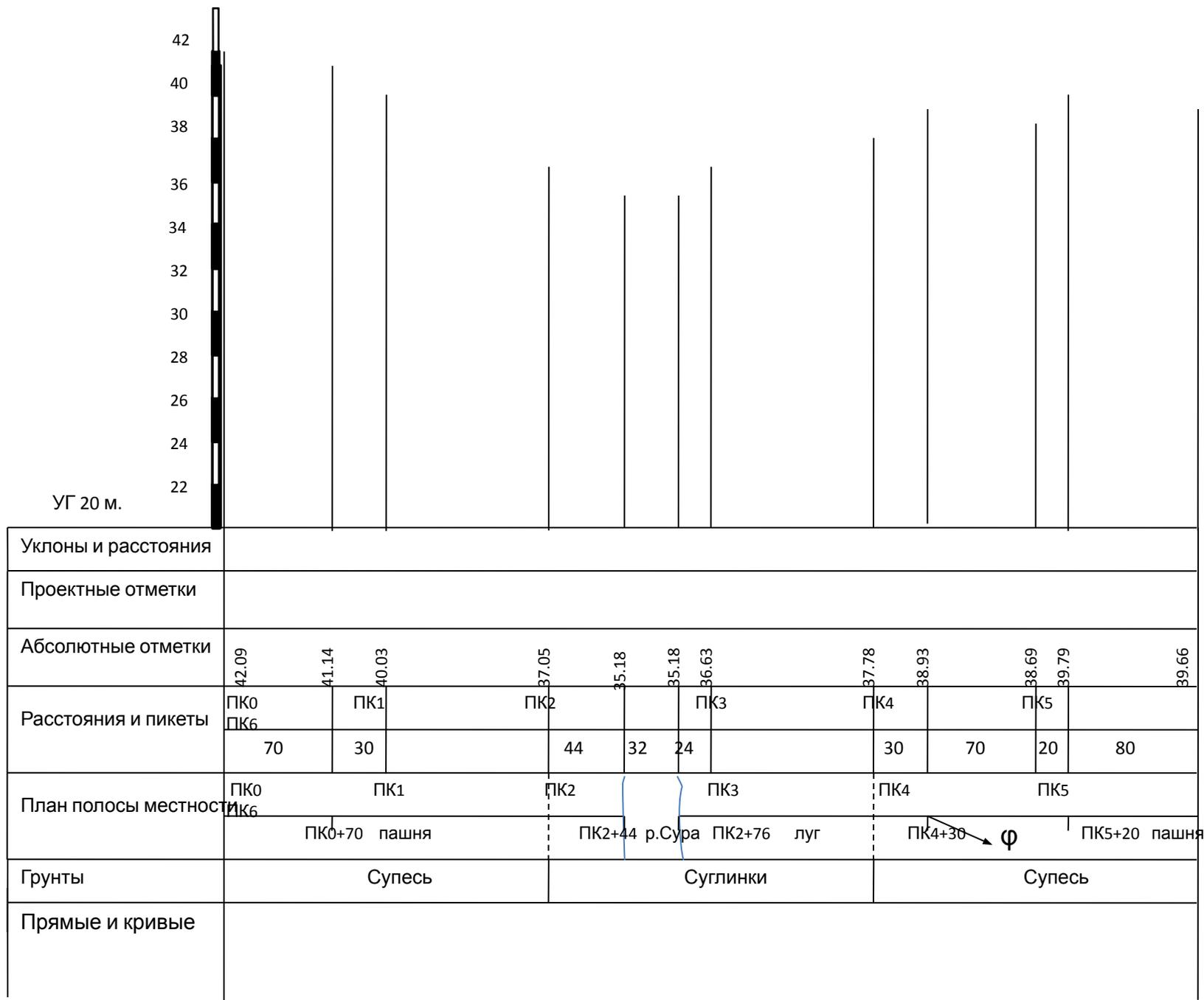


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

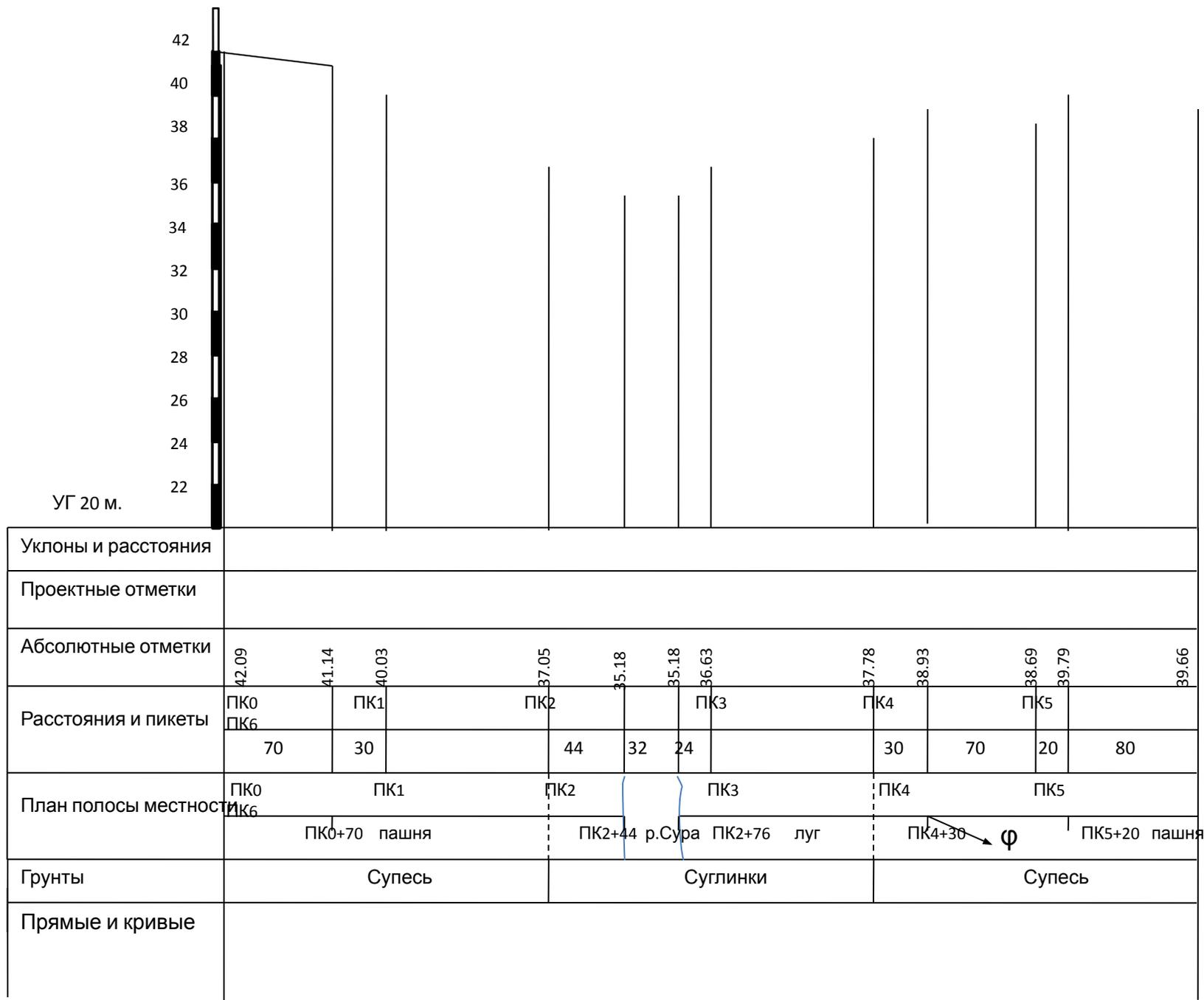


Полученные точки соединяем между собой и получаем линию поверхности земли по профилю.

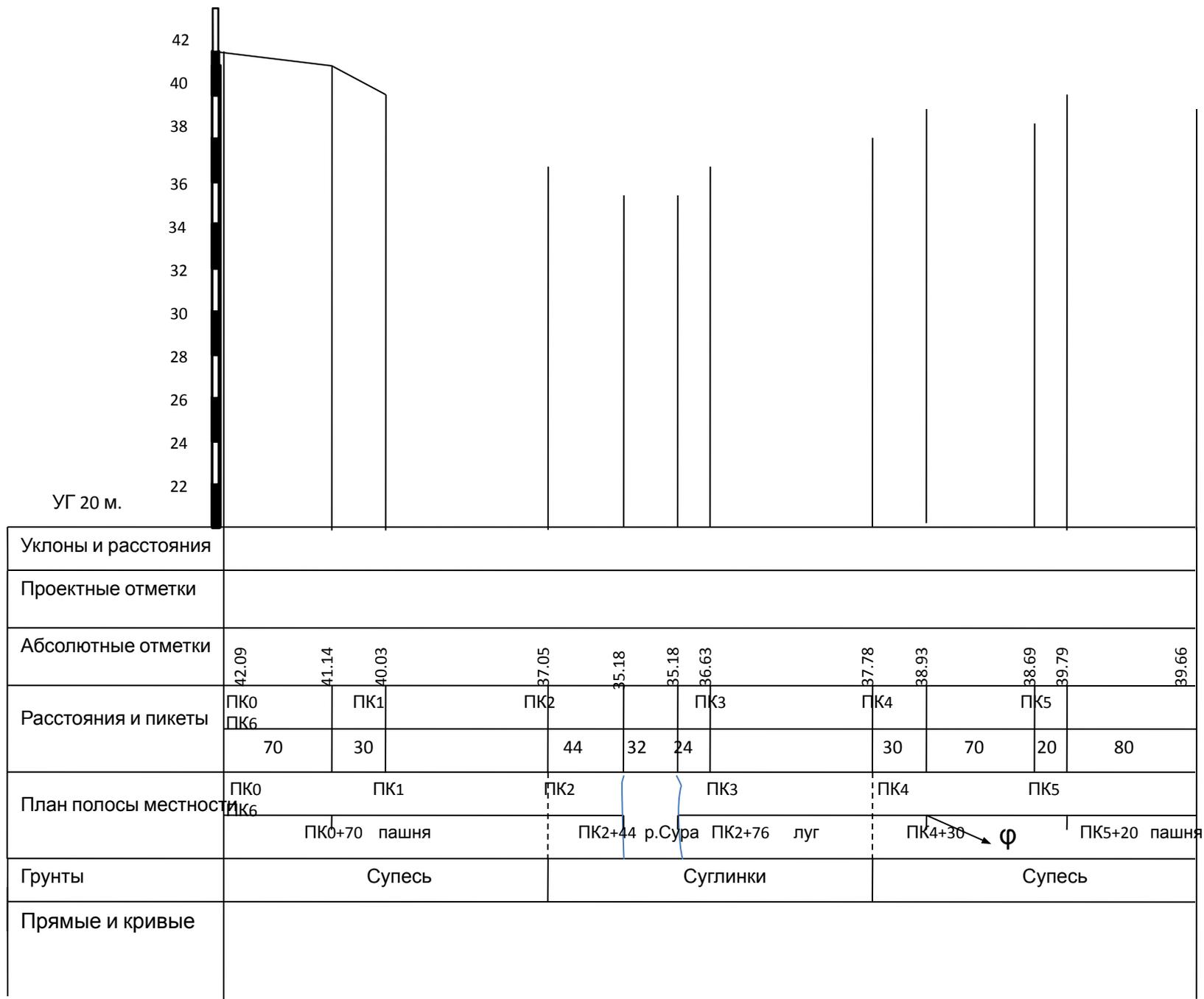
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



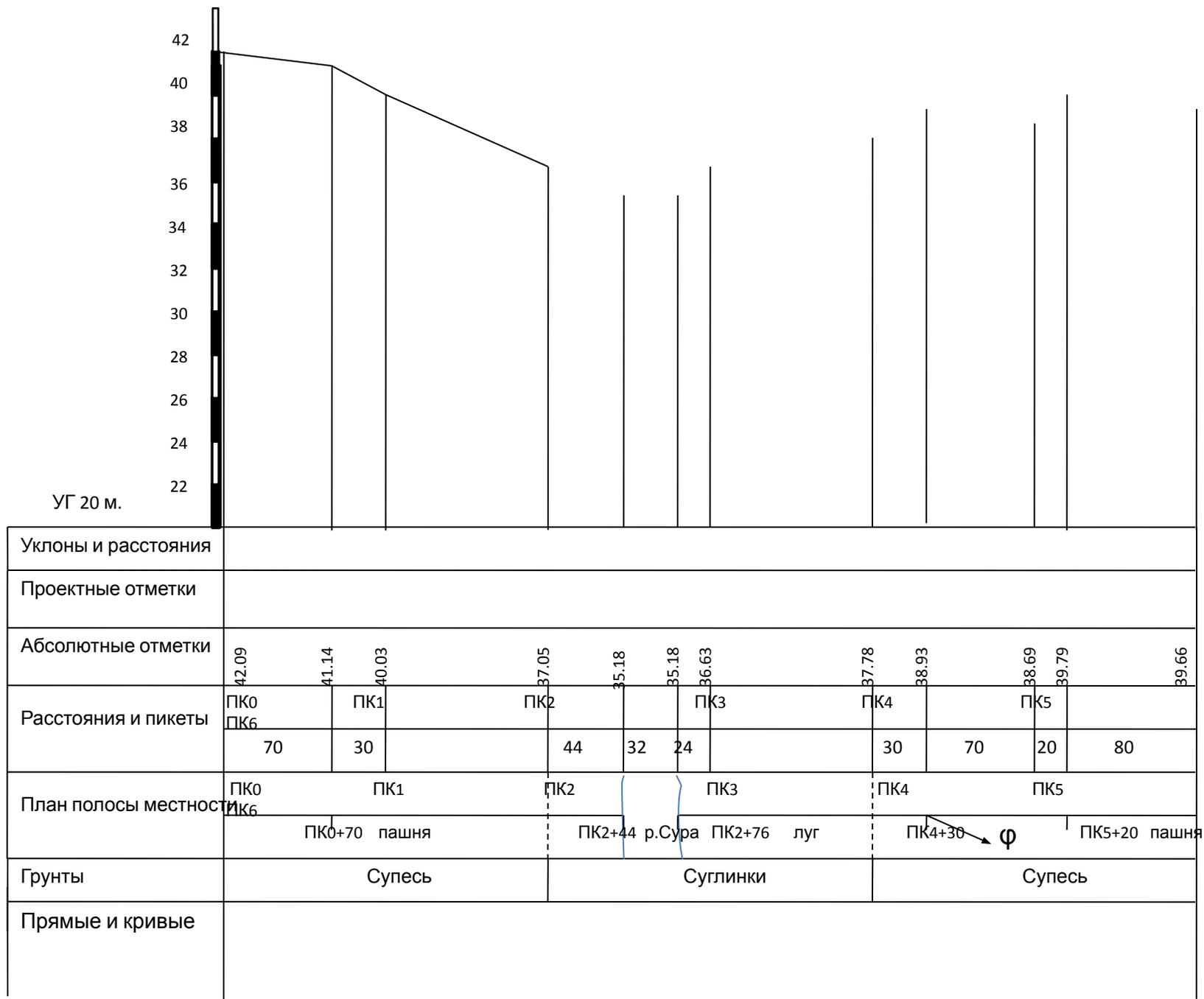
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



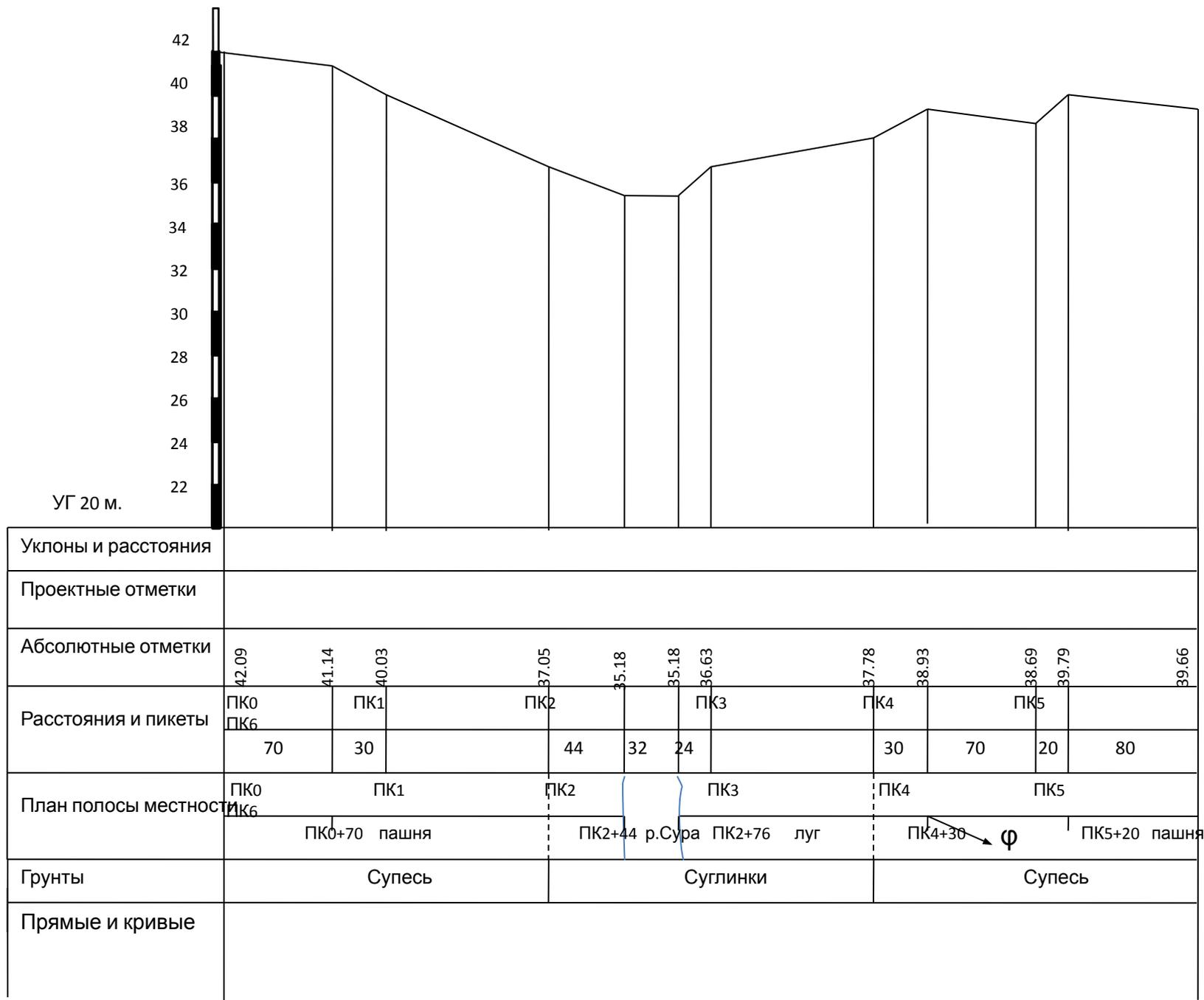
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



8. Строим проектную линию профиля автодороги, исходя из следующих данных.

а. Проектная отметка автодороги в точке ПК0 расположена на 0.5 метра ниже абсолютной отметки пикета.

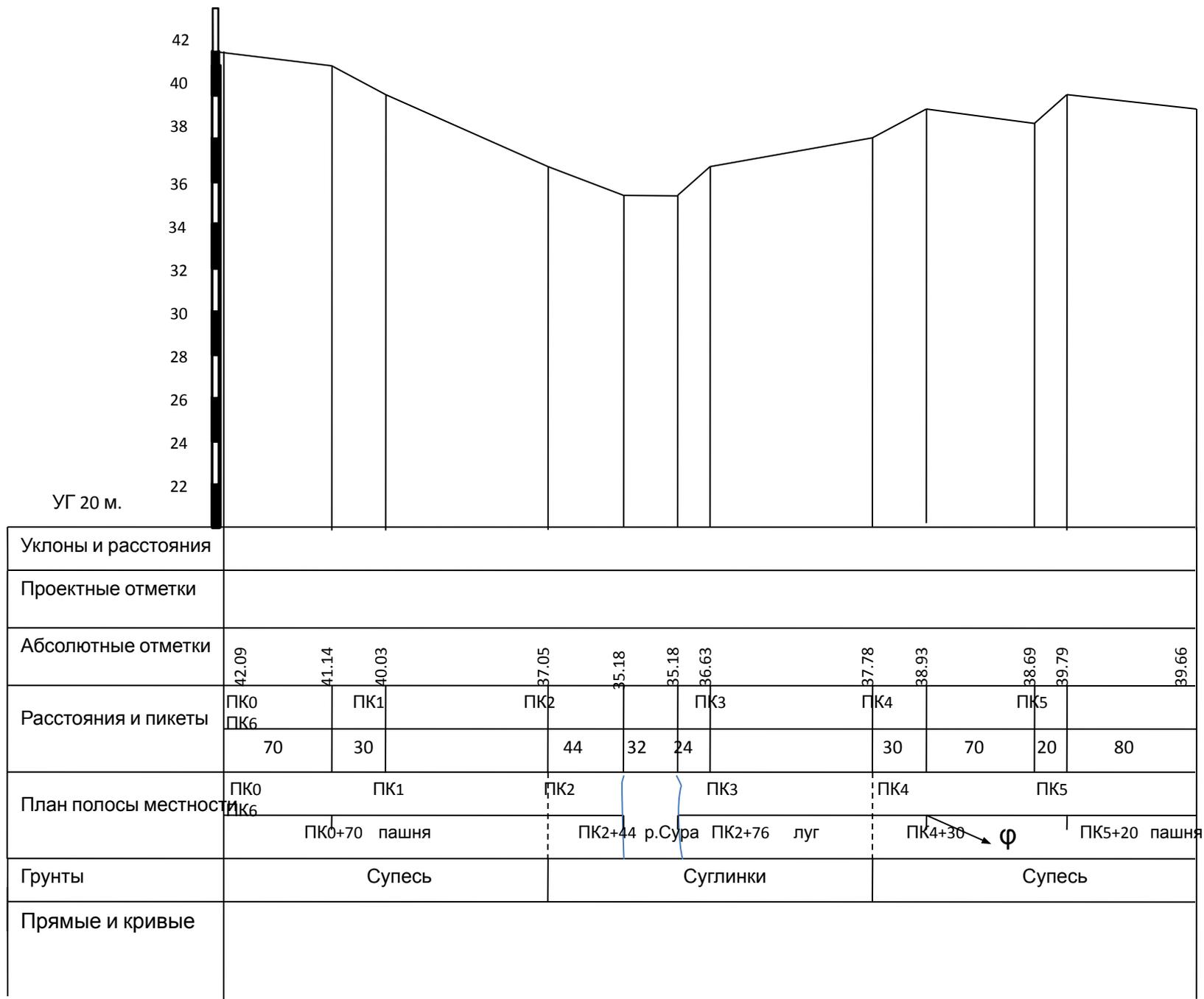
б. Высота моста от поверхности реки отстоит на 2.6 метра. Это значение выбрано таким образом, чтобы в самый сильный паводок мост находился выше речной поверхности.

с. Проектная и абсолютная отметки в точке ПК6 имеют одинаковые значения.

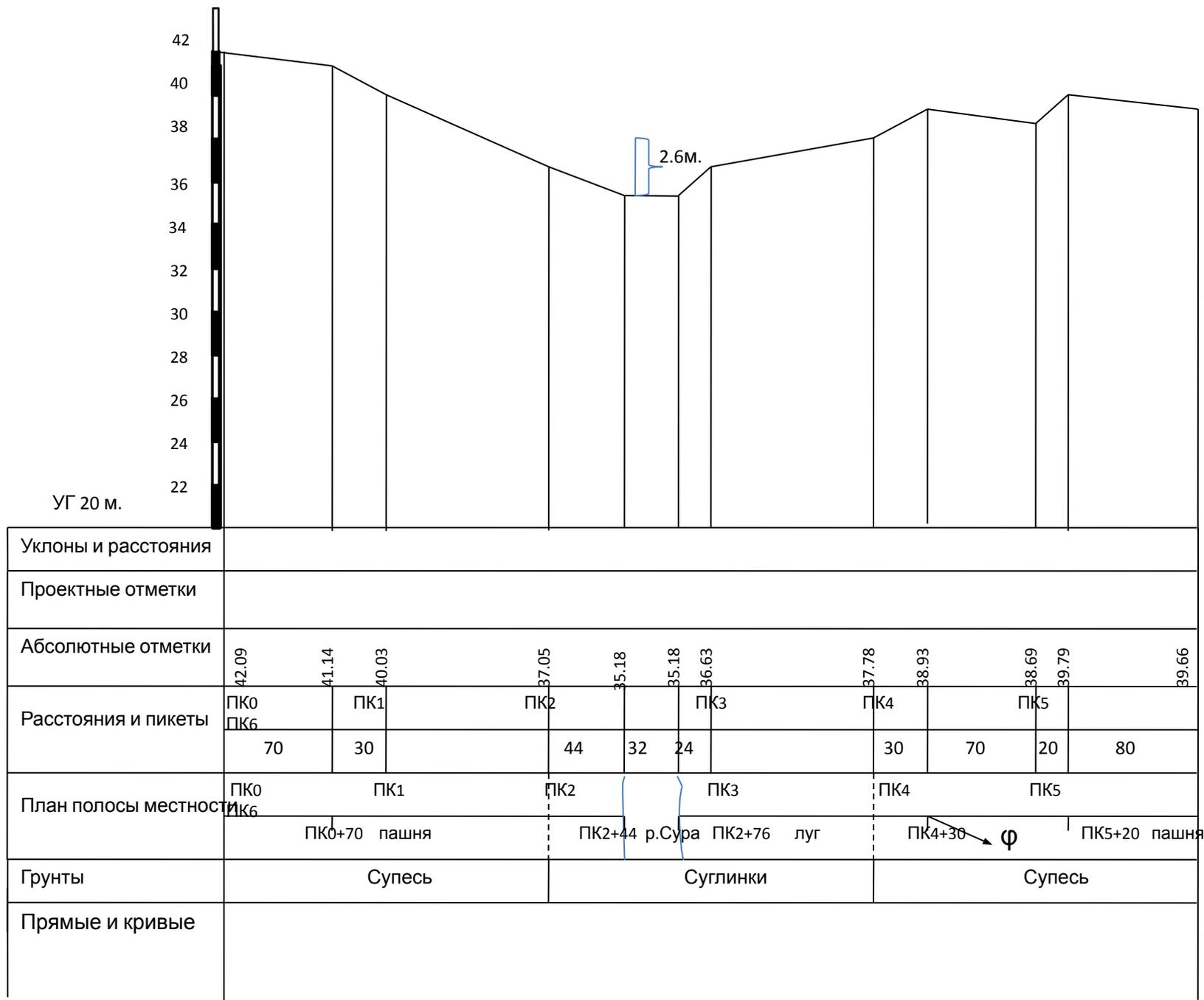
Построение проектной линии автодороги начинаем с нахождения отметки моста через реку Сура.

$$35.18 + 2.60 = 37.78 \text{ м.}$$

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

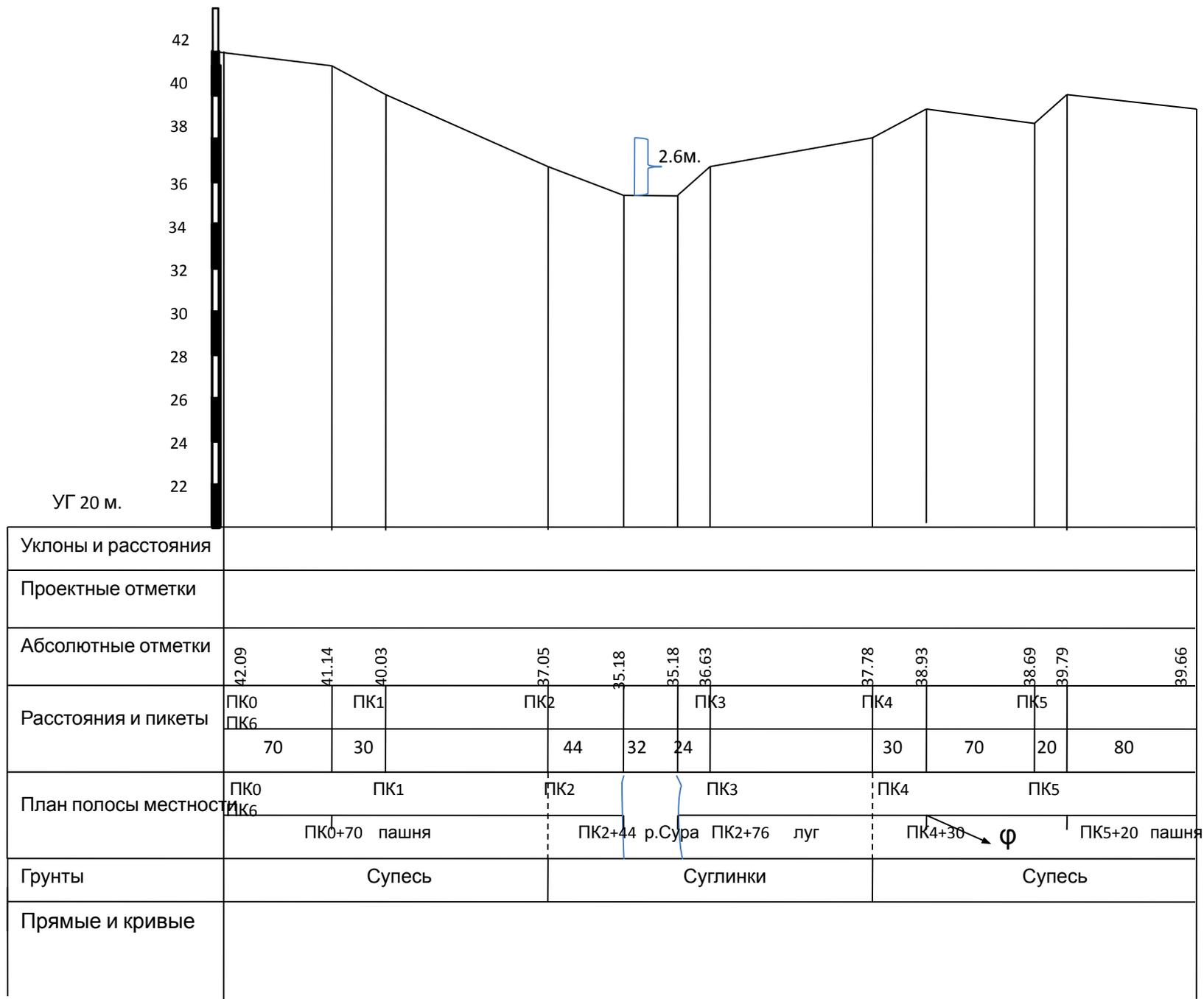


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

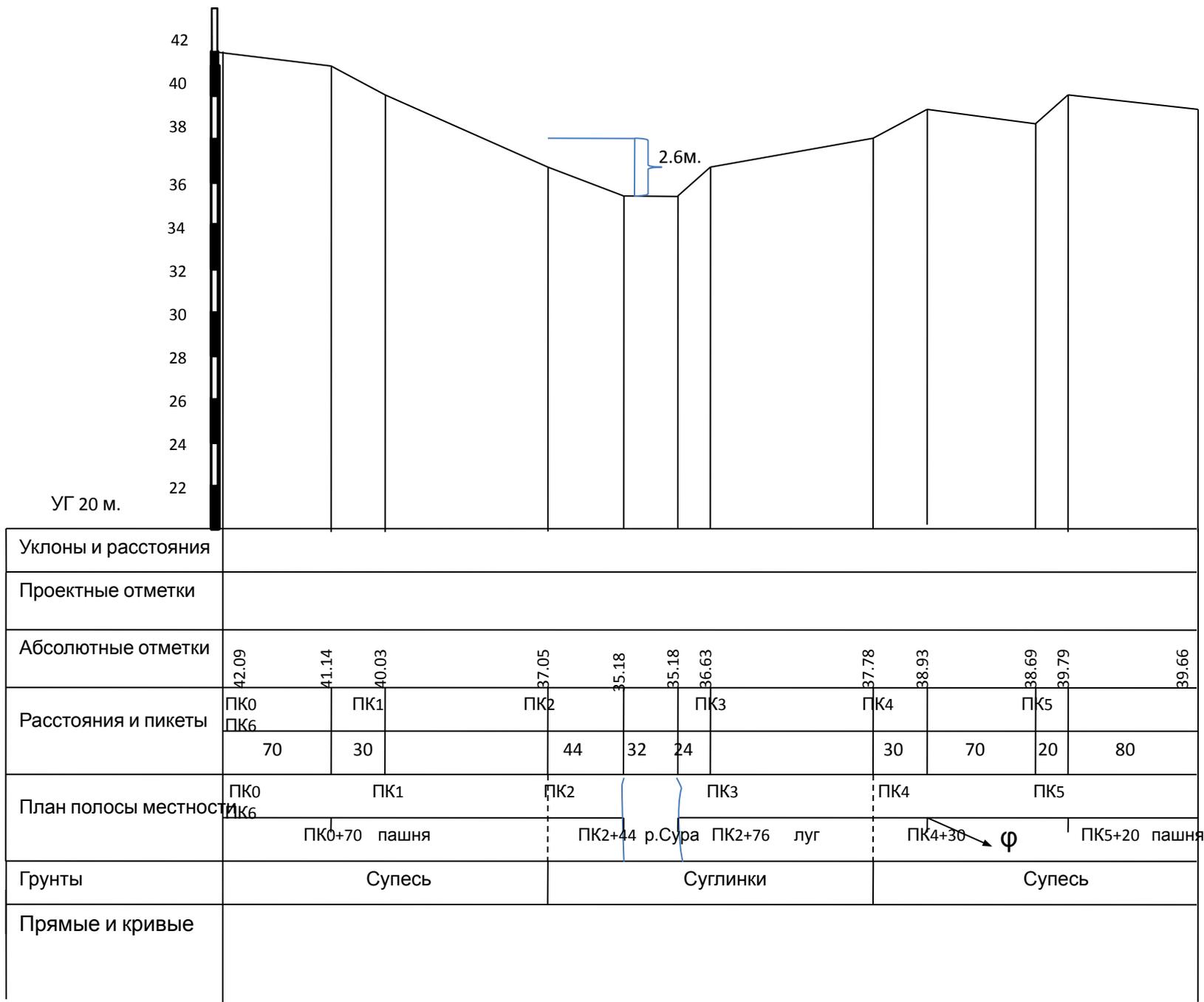


Через эту точку проводим линию параллельную поверхности реки (до ПК2 влево) и до пересечения с поверхностью земли (вправо).

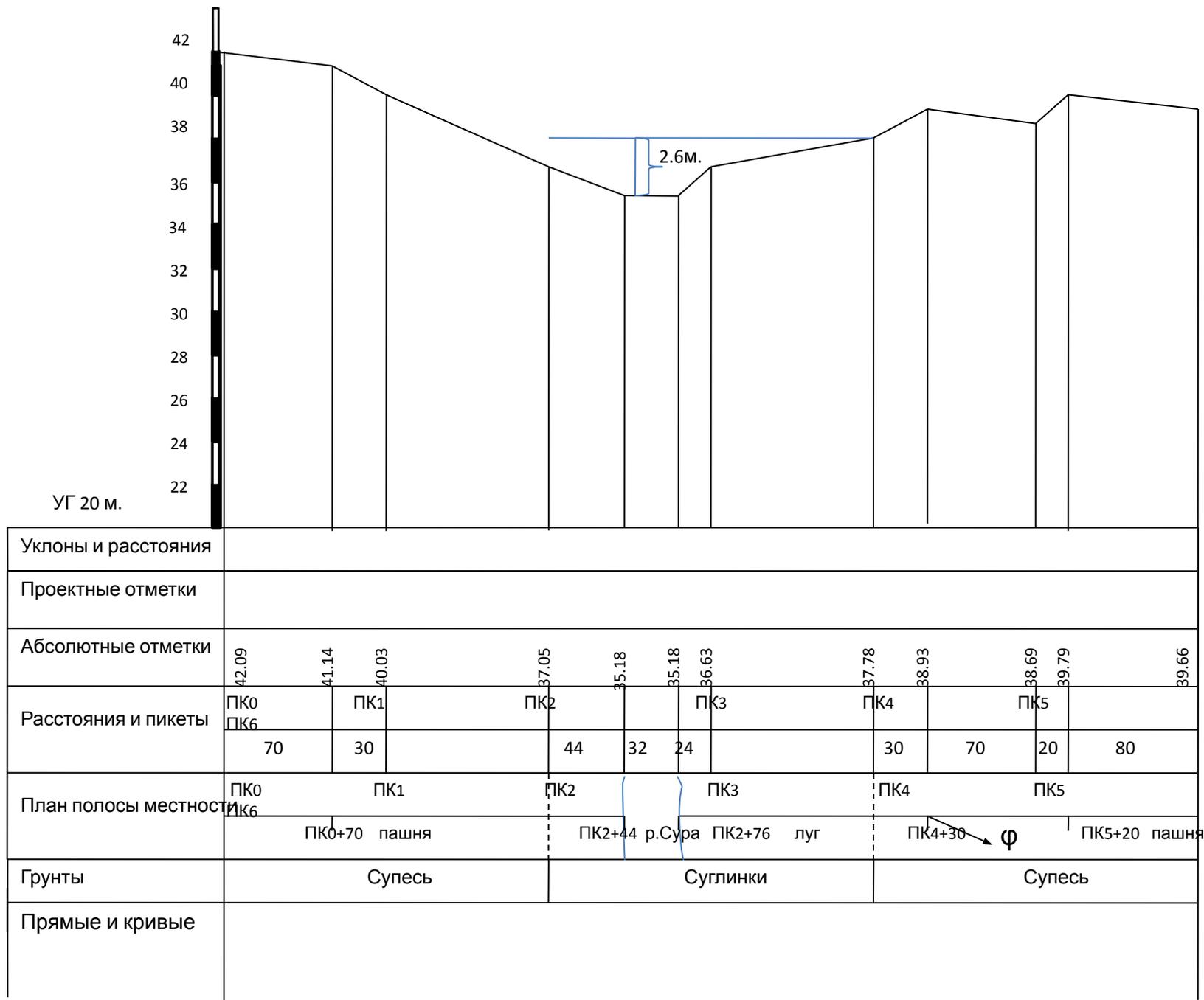
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

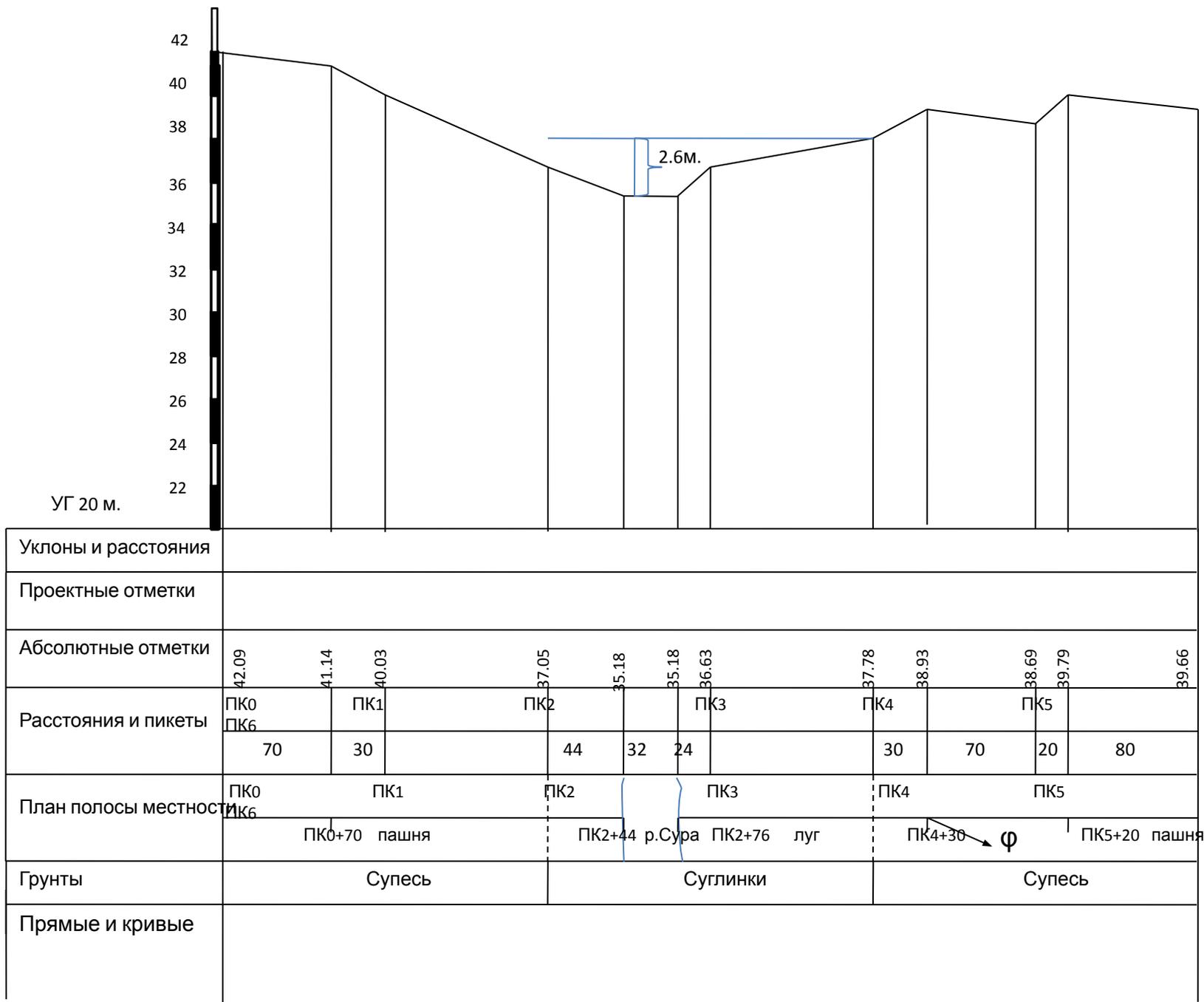


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

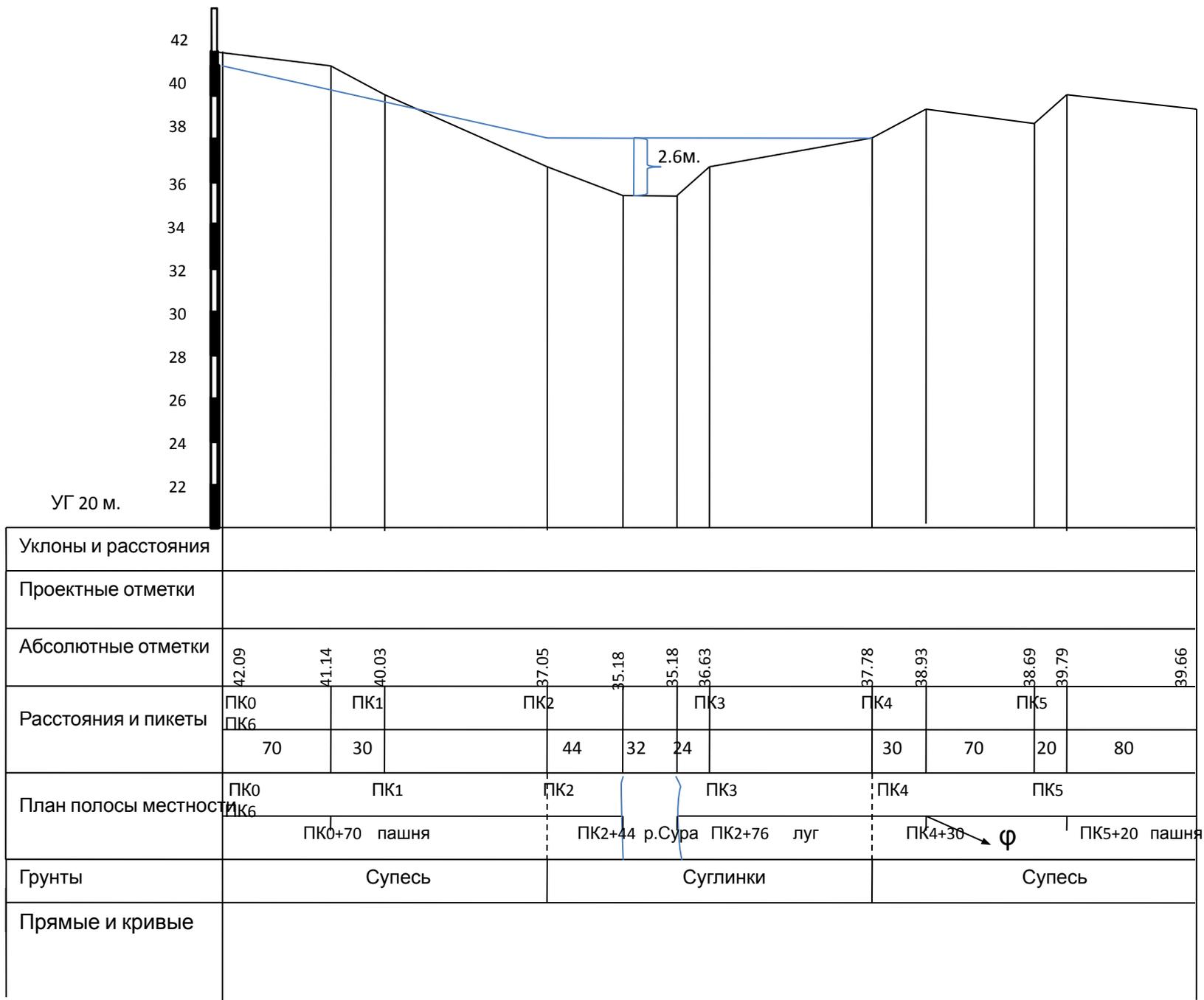


Соединив найденные точки с отметкой 41.59 на линии ПК0 ($42.09 - 0.5 = 41.59$) и с отметкой точки ПК6, получаем всю проектную линию профиля автодороги

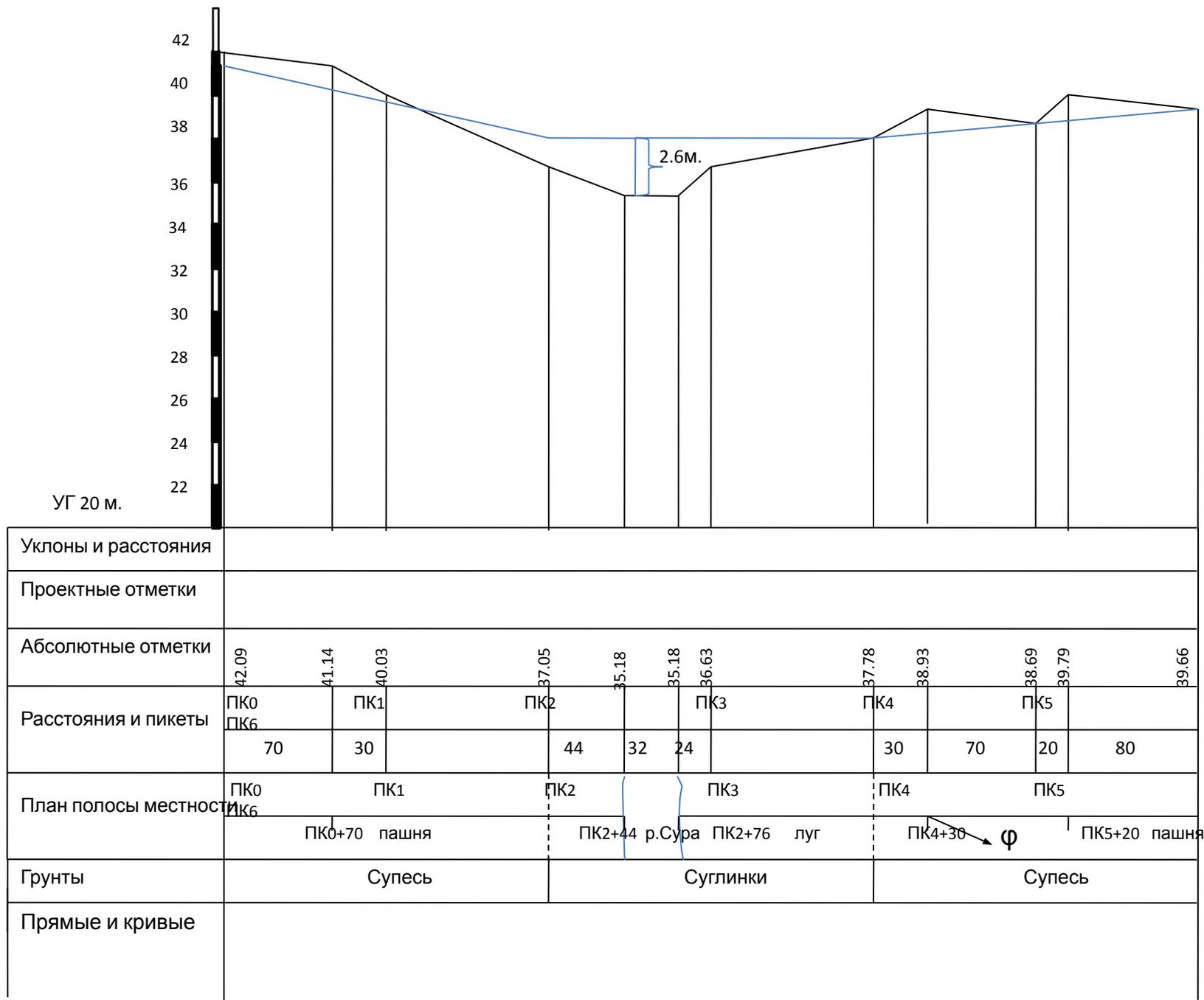
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

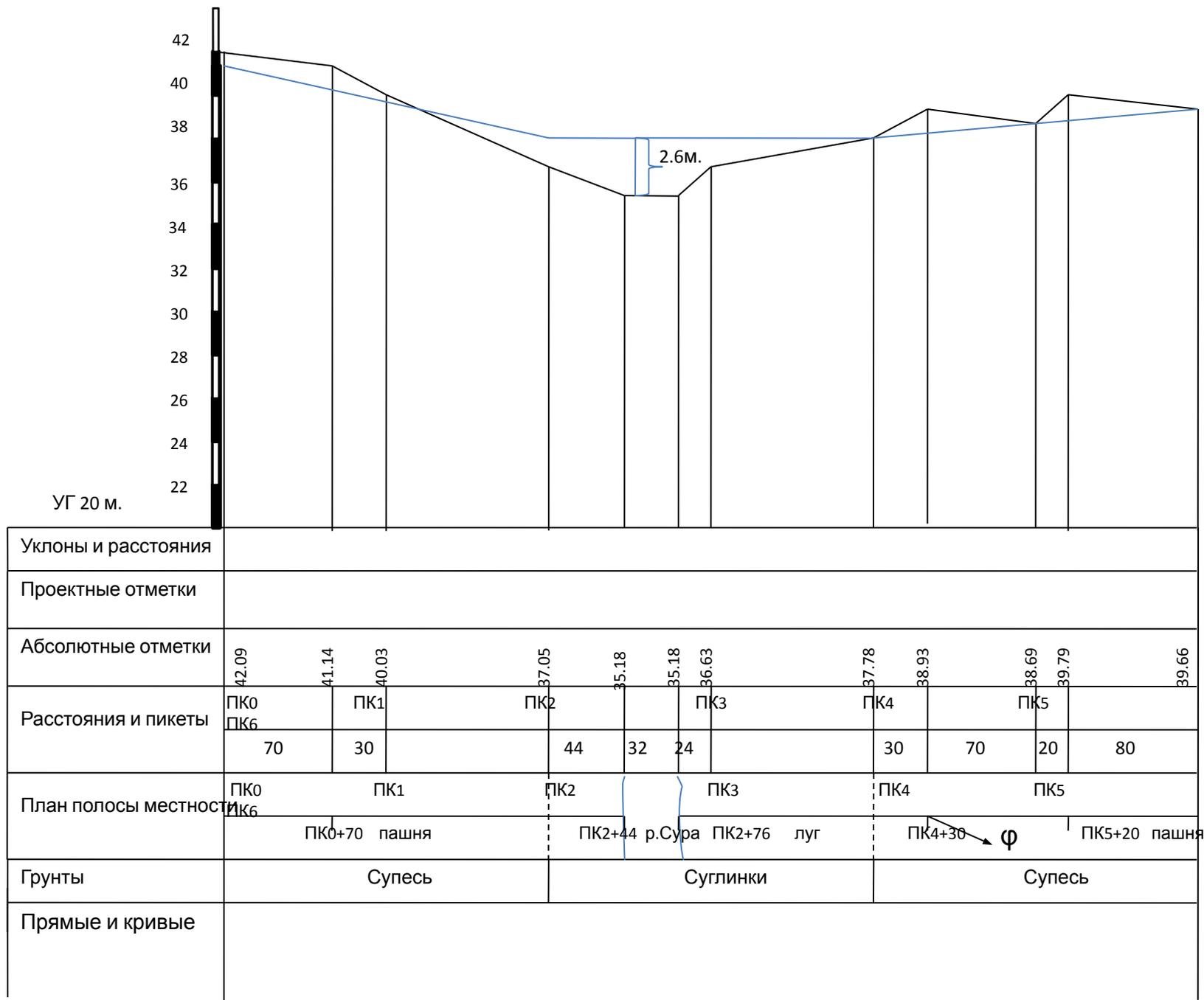


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

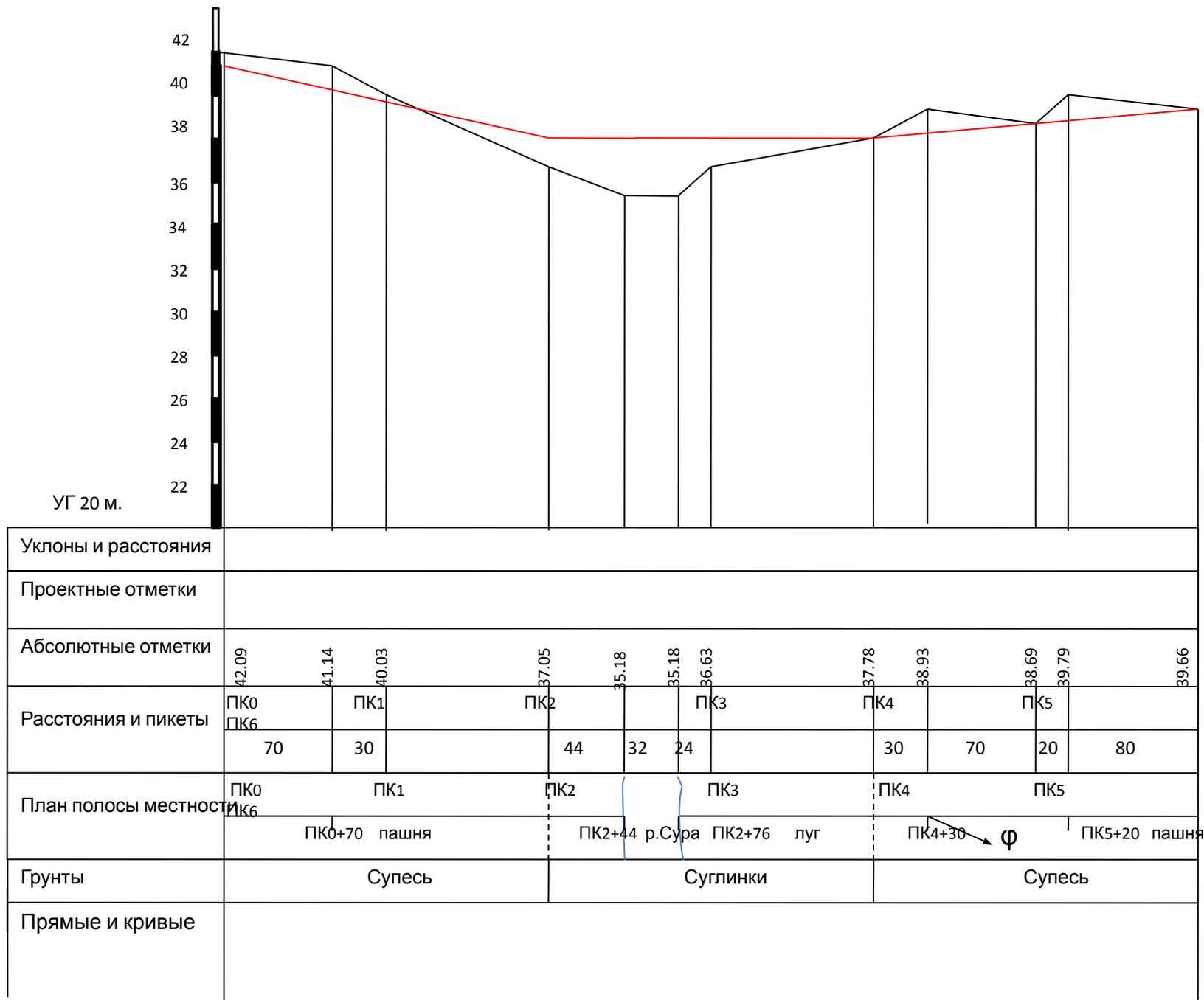


Проектная линия профиля проводится красным цветом.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

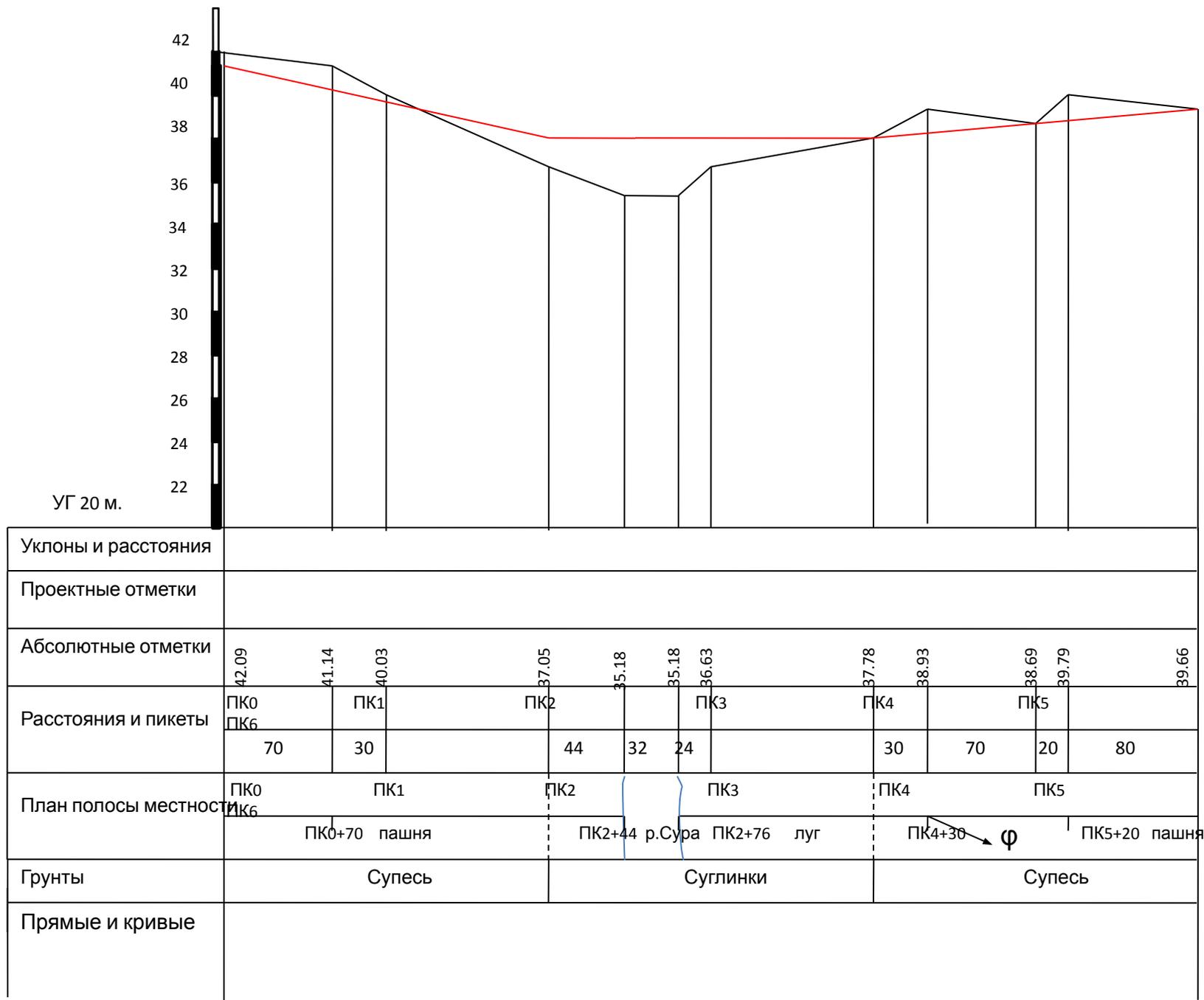


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

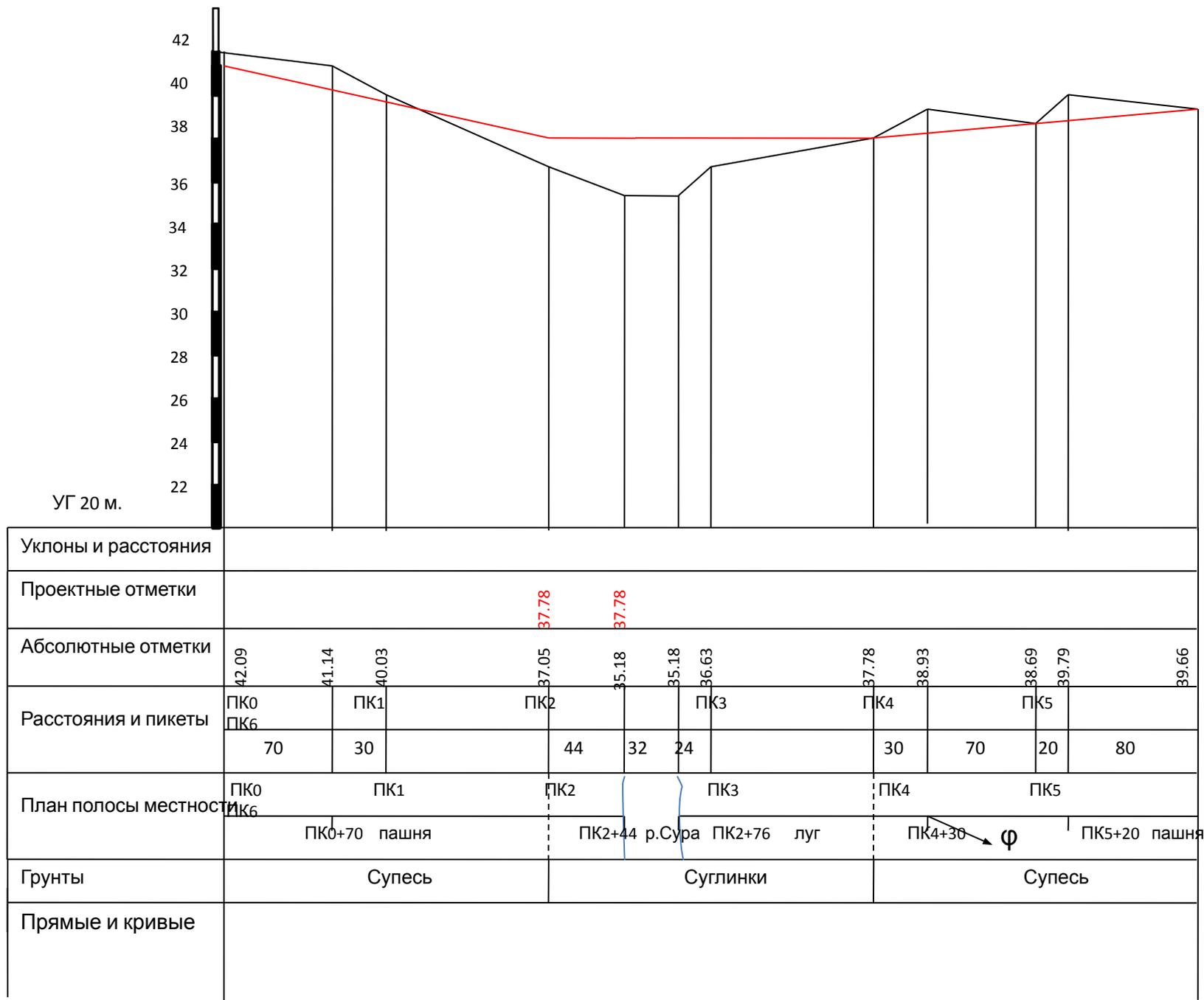


9. Находим проектные отметки всех точек профиля.
Проектные отметки на линии высоты моста равны во
всех точках этого отрезка. $H_{пр.} = 35.18 + 2.6 = 37.78$.
Вносим эти значения в графу проектные отметки.

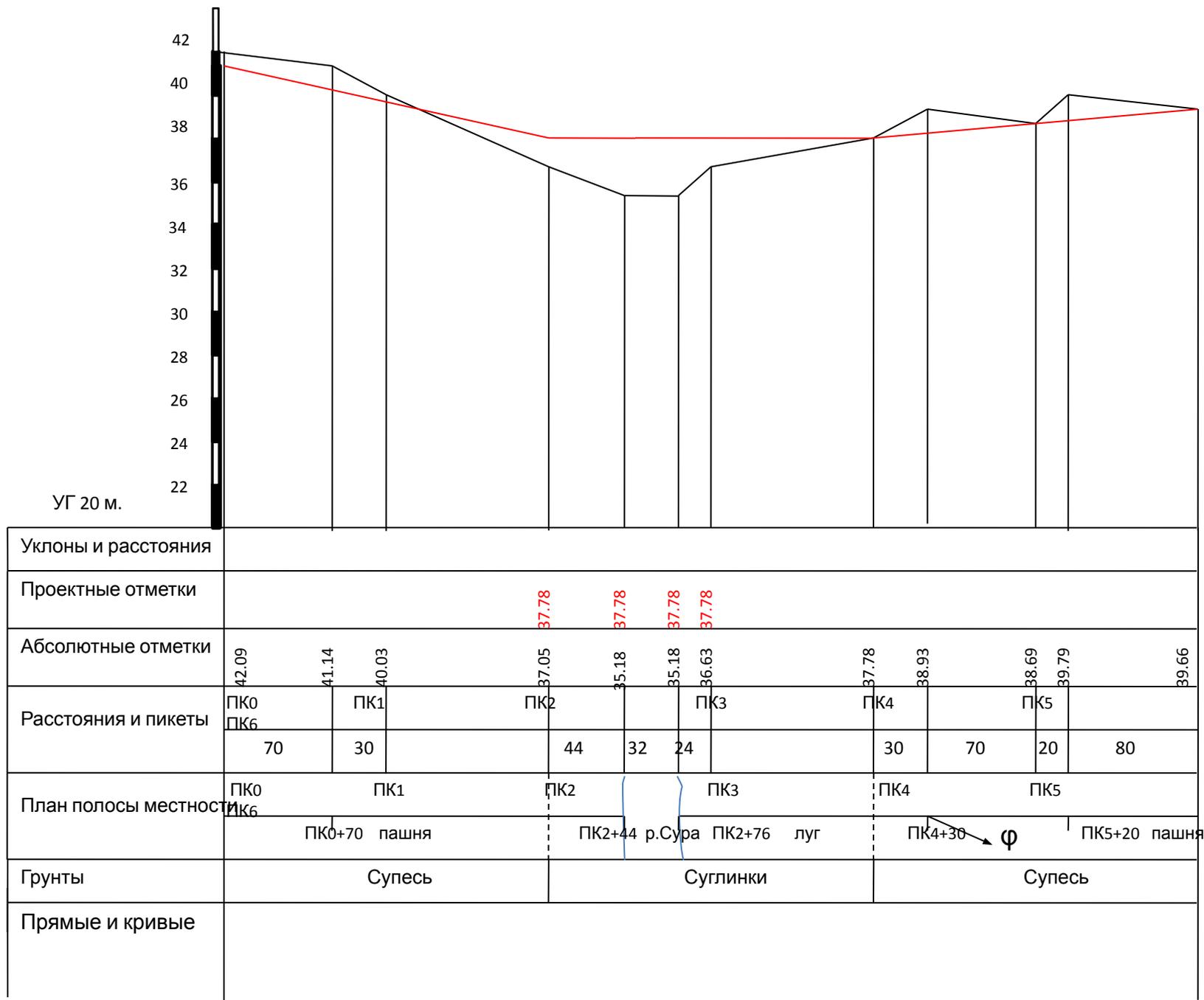
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



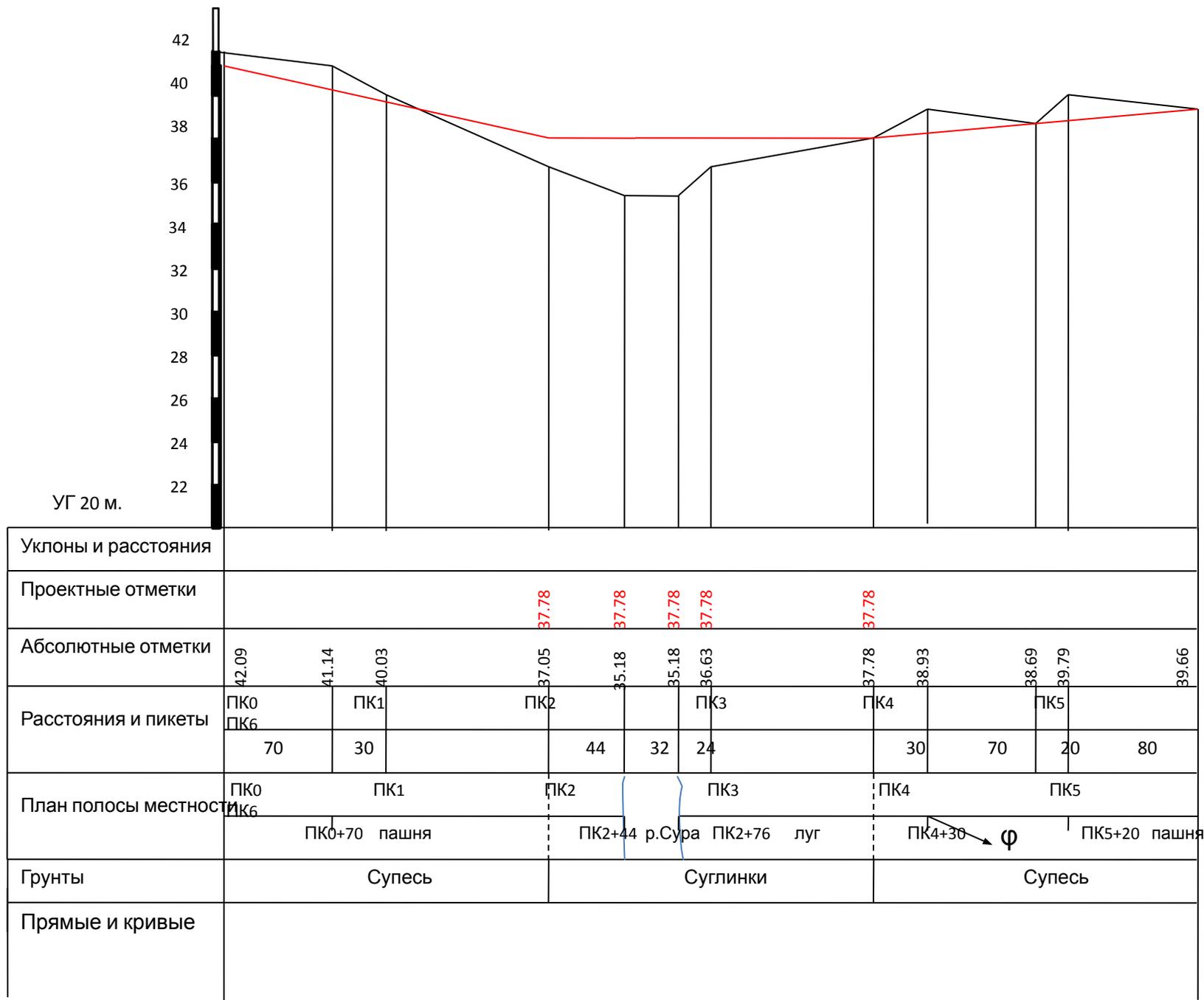
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

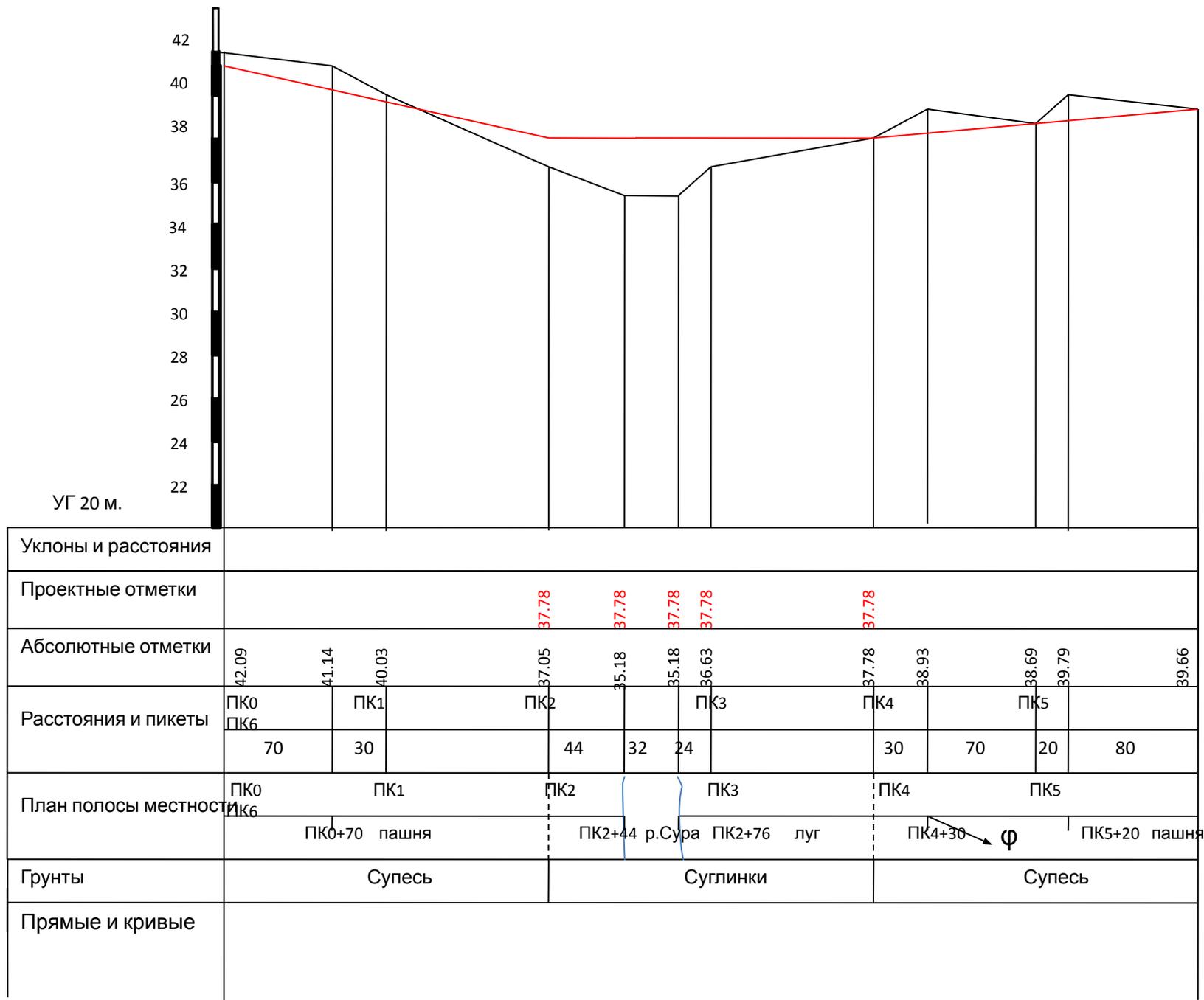


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

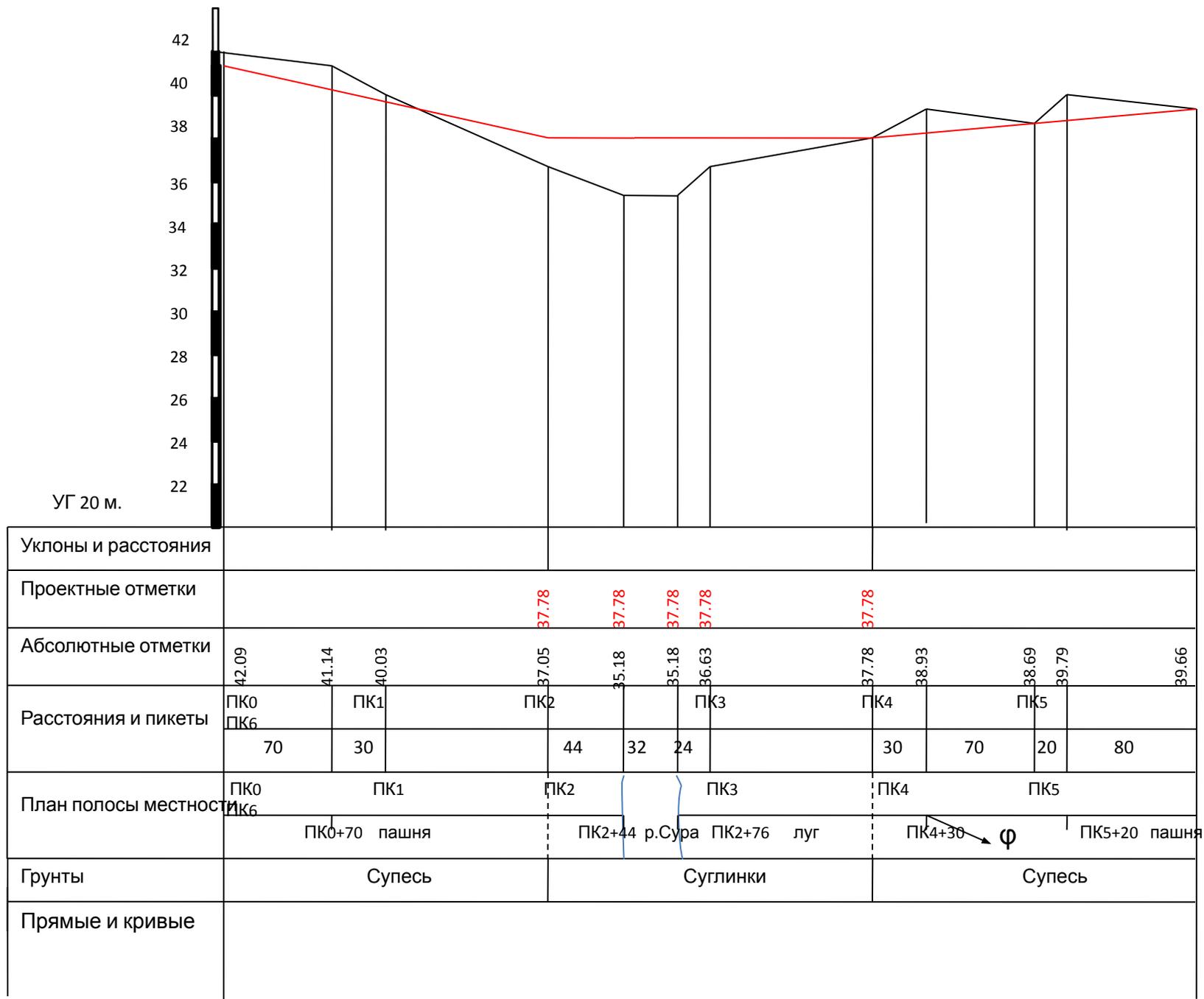


Заполняем графу уклоны и расстояния. Делим графу на три вставки, границами которых являются точки перегиба проектной линии.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

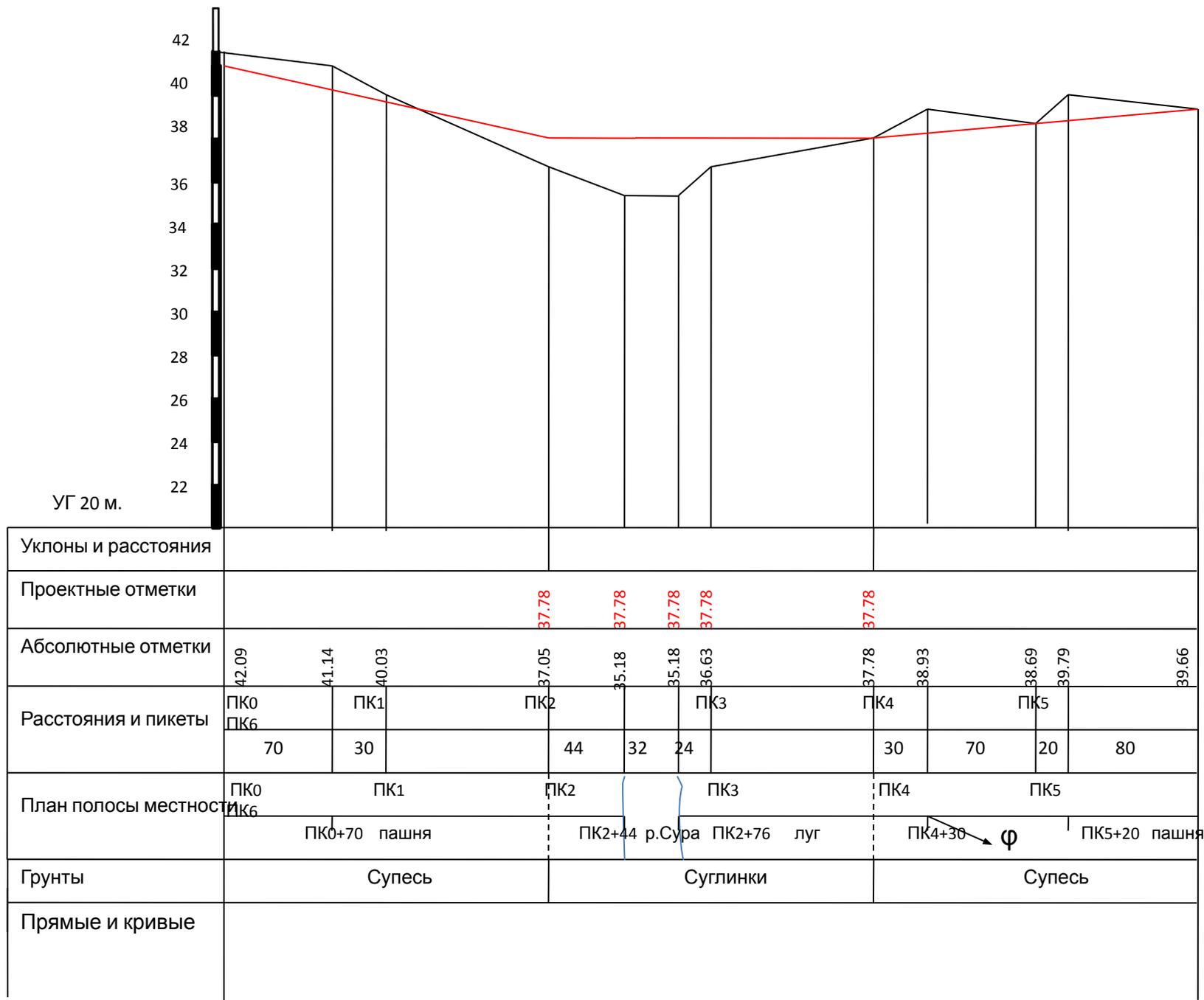


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

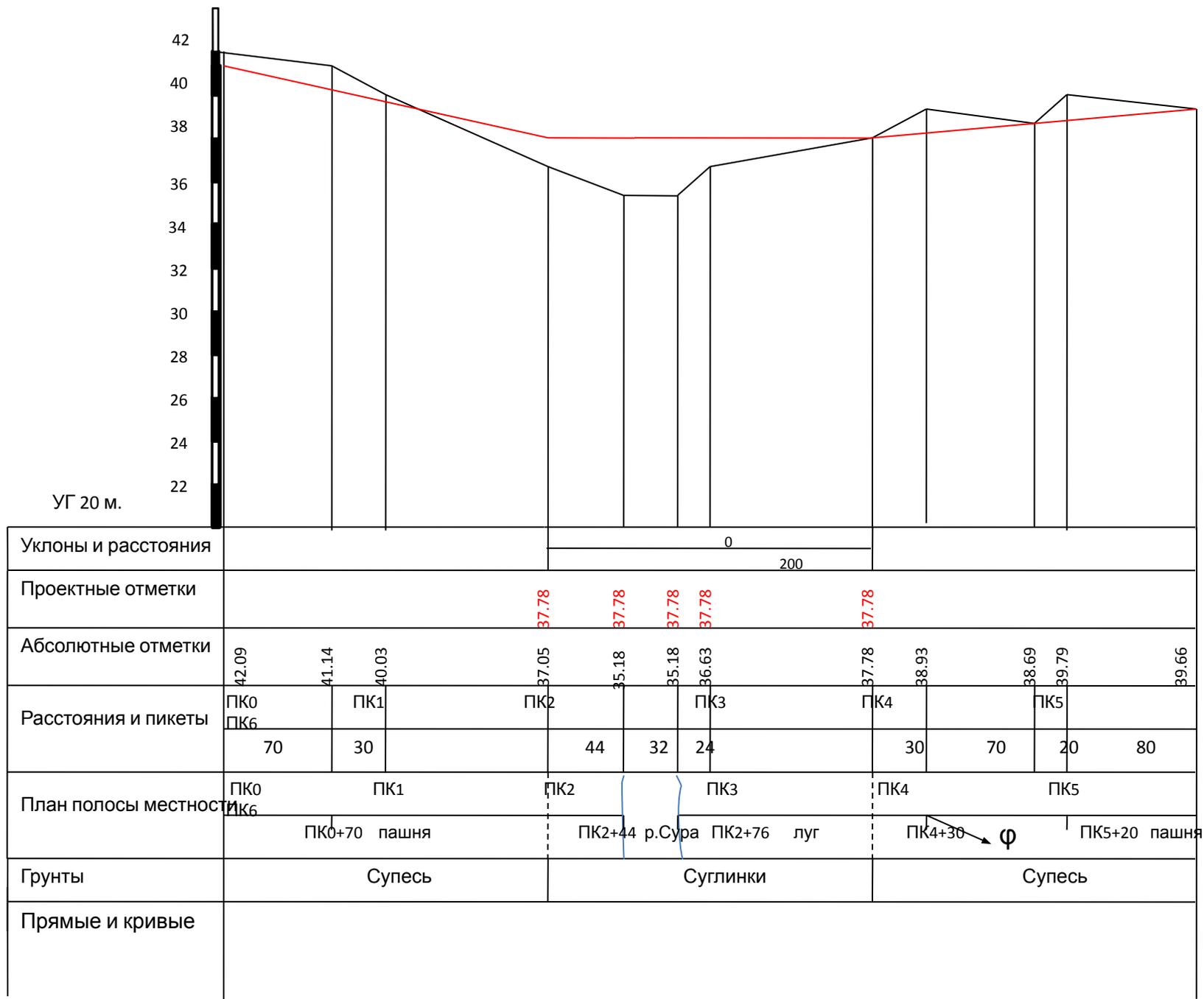


В середине центральной вставки проводим прямую линию, сверху которой подписываем значения уклона, а снизу длину вставки.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



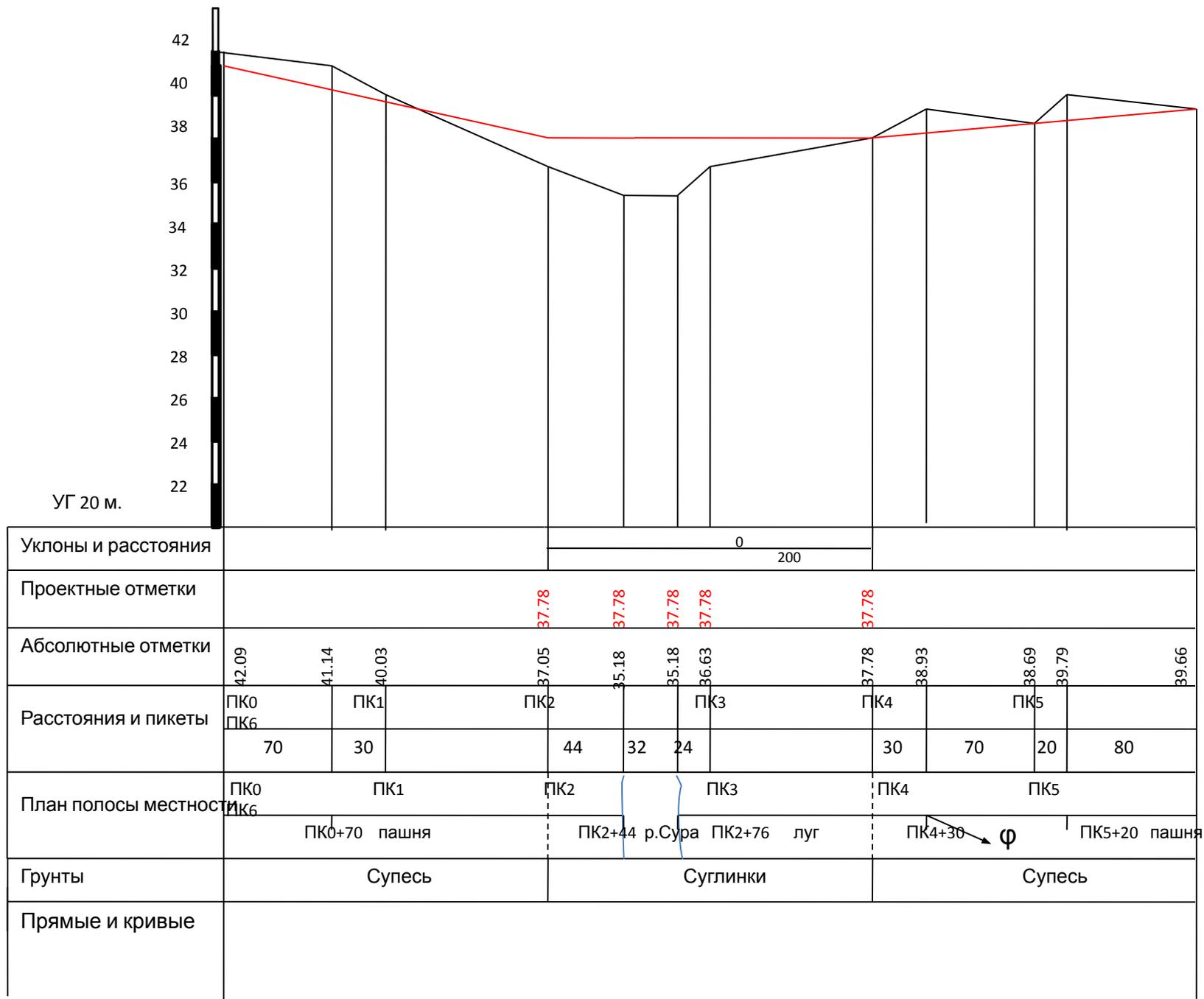
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



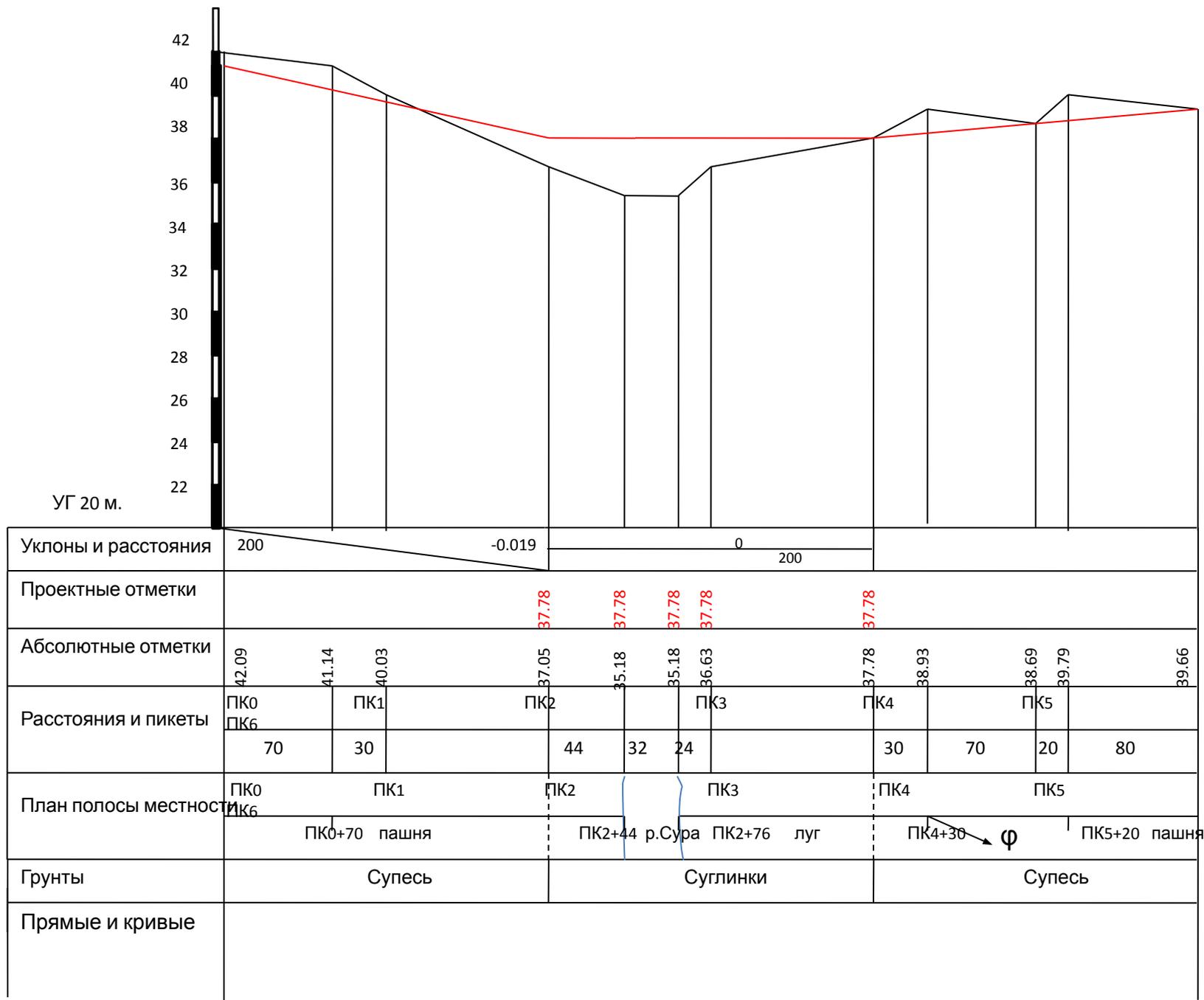
На двух других участках рассчитываем уклоны по формуле: $i = h/d$, где h превышение между крайними точками вставки, d – расстояние между этими точками.

$i_{\text{ПК0-ПК2}} = (37.78 - 41.59)/200 = - 0.019$. Вносим эти данные в графу уклоны и расстояния.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



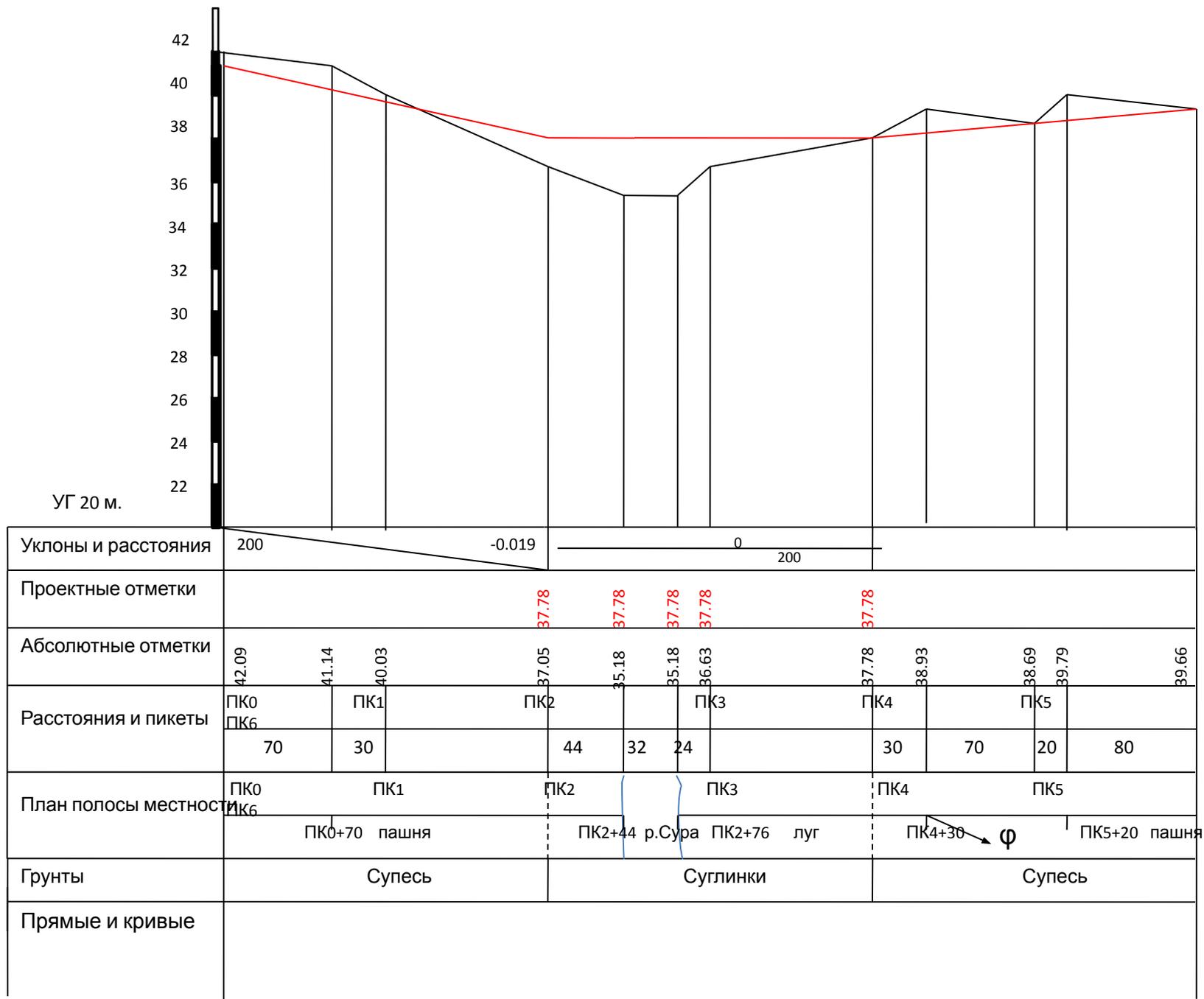
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



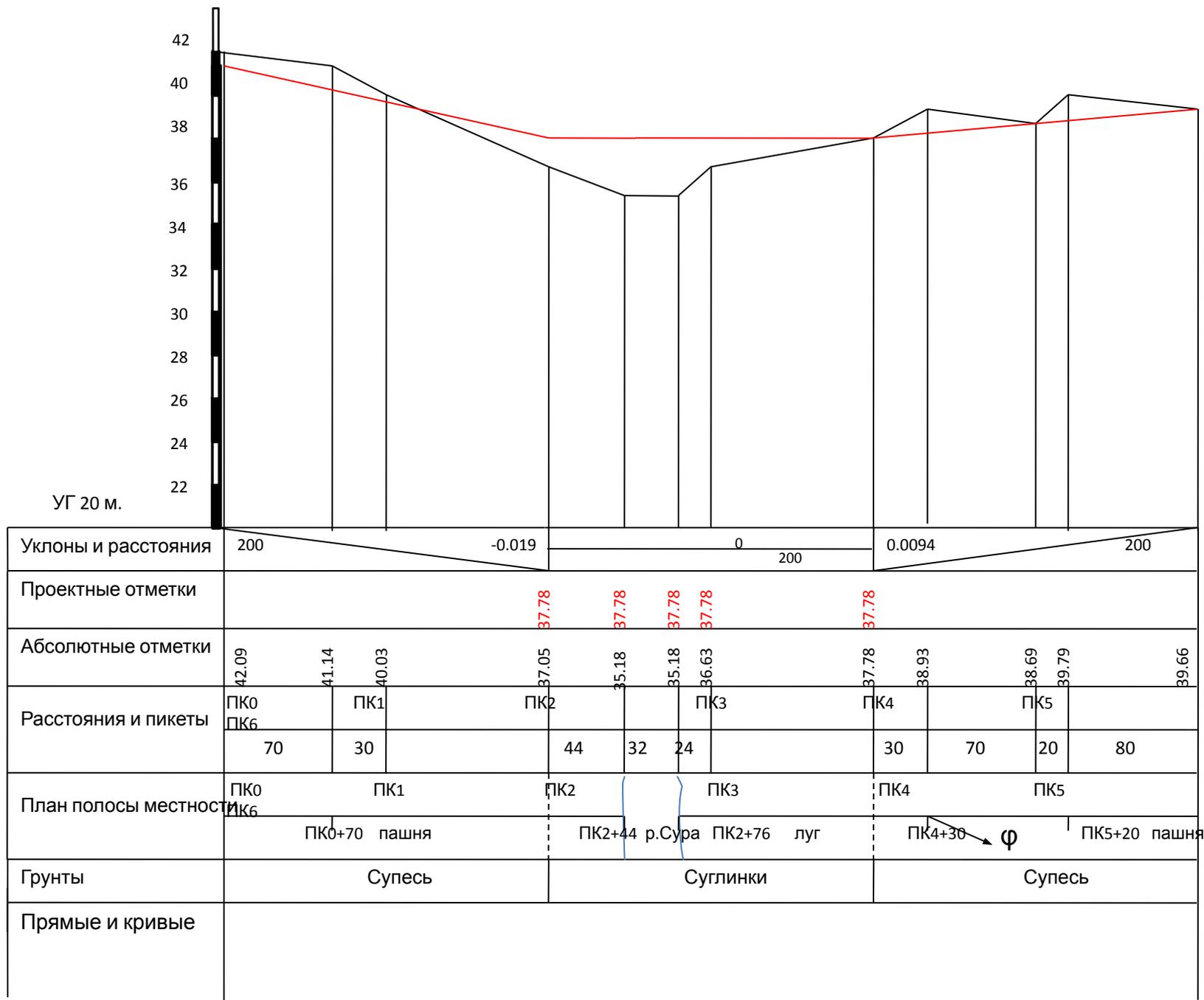
Рассчитываем уклон для третьего отрезка.

$i_{пк4-пк6} = (39.66 - 37.78) / 200 = 0.0094$. Вносим эти значения в графу уклоны и расстояния.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Рассчитываем проектные отметки первого отрезка по формуле: $H_{\text{пр.посл.}} = H_{\text{пр.пред.}} + i \cdot d$, где $H_{\text{пр.посл.}}$ - проектная отметка последующей точки, $H_{\text{пр.пред.}}$ - проектная отметка предыдущей точки, i - уклон между последующей и предыдущей точками, d – расстояние между ними.

Находим проектные отметки всех точек на отрезке профиля ПК0 – ПК2.

$$H_{\text{пр.ПК0+70}} = H_{\text{пр.ПК0}} + (-0.019 \cdot 70) = 41.59 - 1.33 = 40.26$$

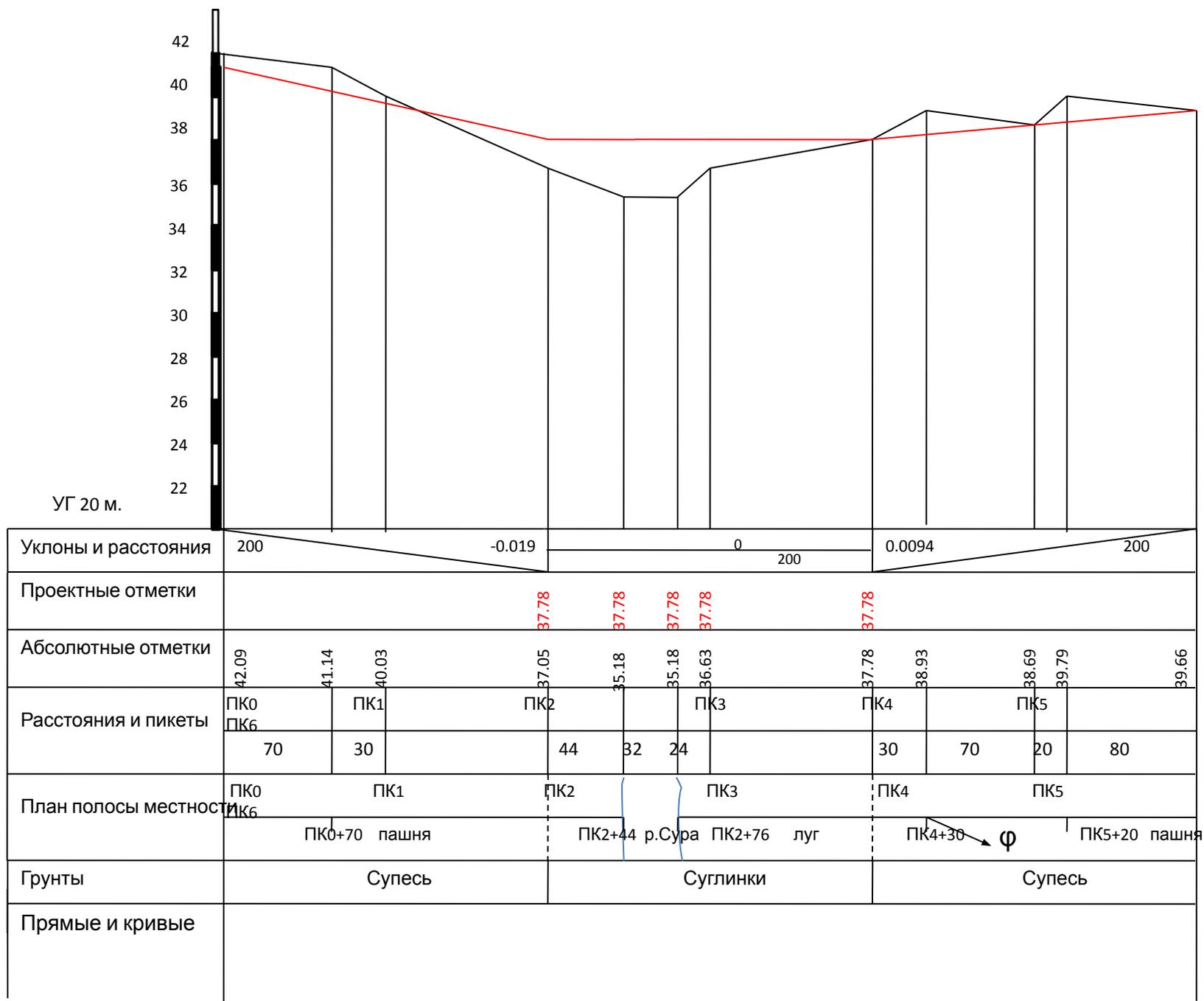
$$H_{\text{пр.ПК1}} = 40.26 + (-0.019 \cdot 30) = 40.26 - 0.57 = 39.69$$

Для контроля находим проектную отметку ПК2.

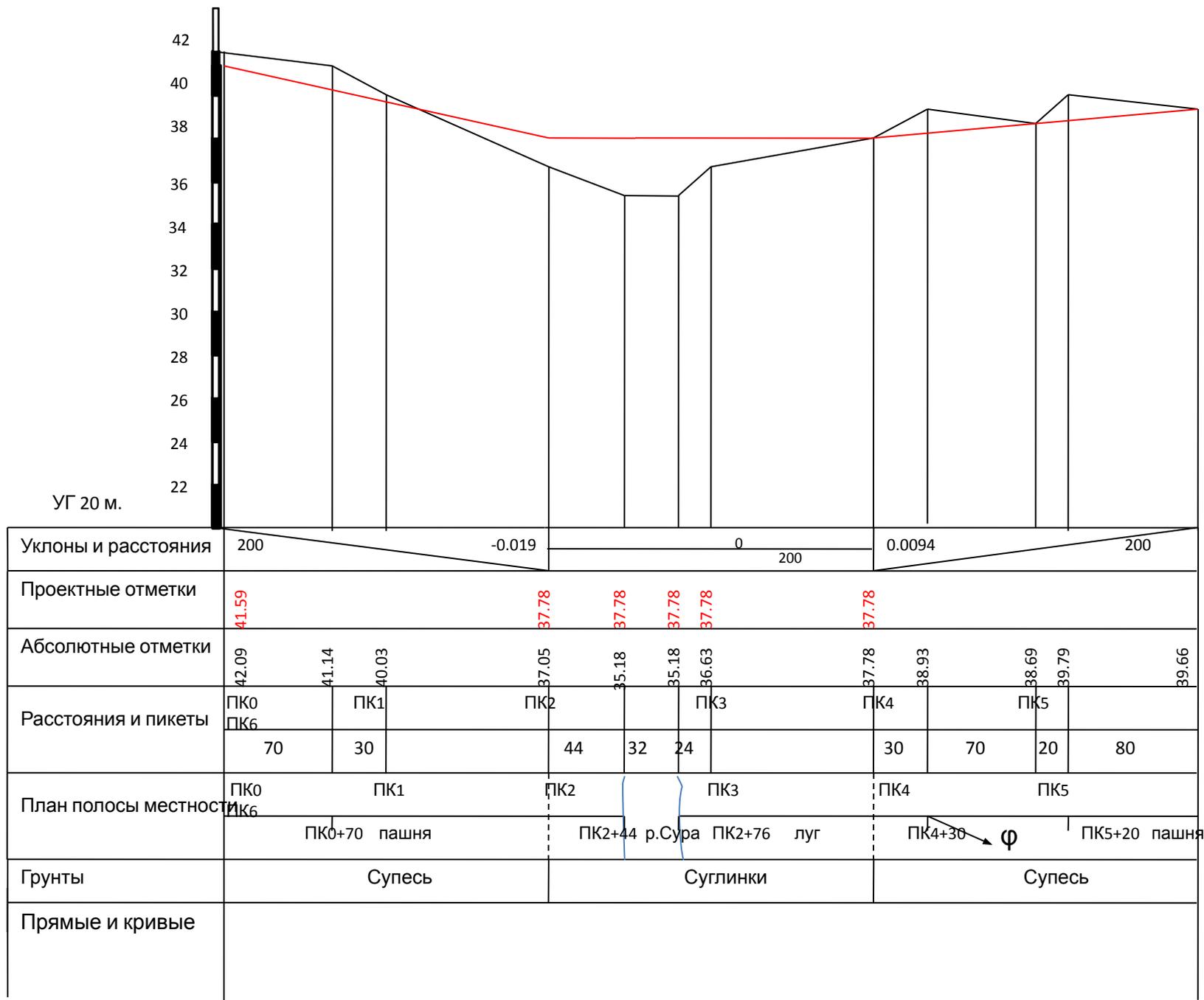
$$H_{\text{пр.ПК2}} = 39.69 + (-0.019 \cdot 100) = 39.69 - 1.9 = 37.79$$

разница в 1 см. с полученным ранее значением 37.78 является допустимой. Вносим полученные данные в графу проектные отметки.

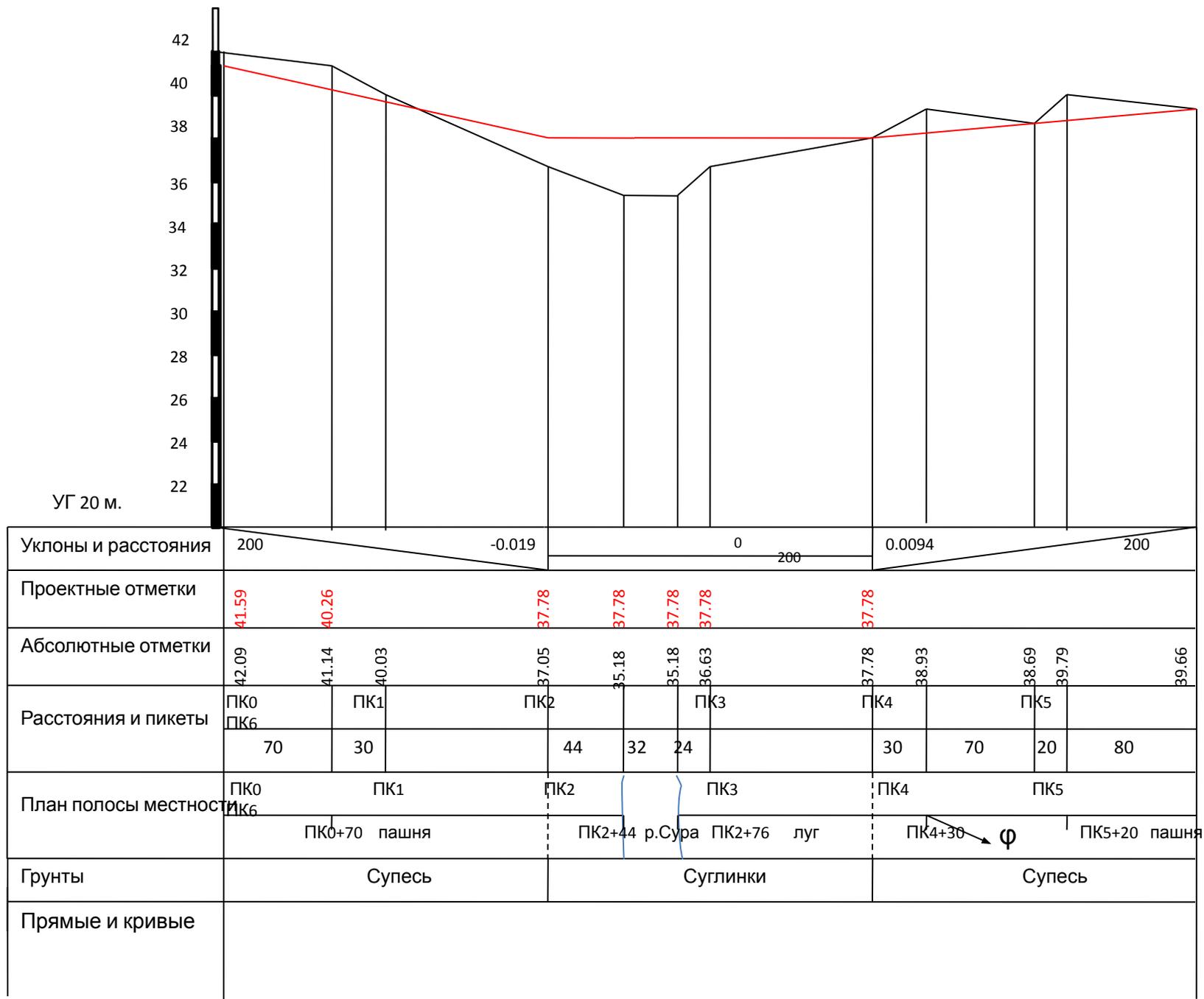
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



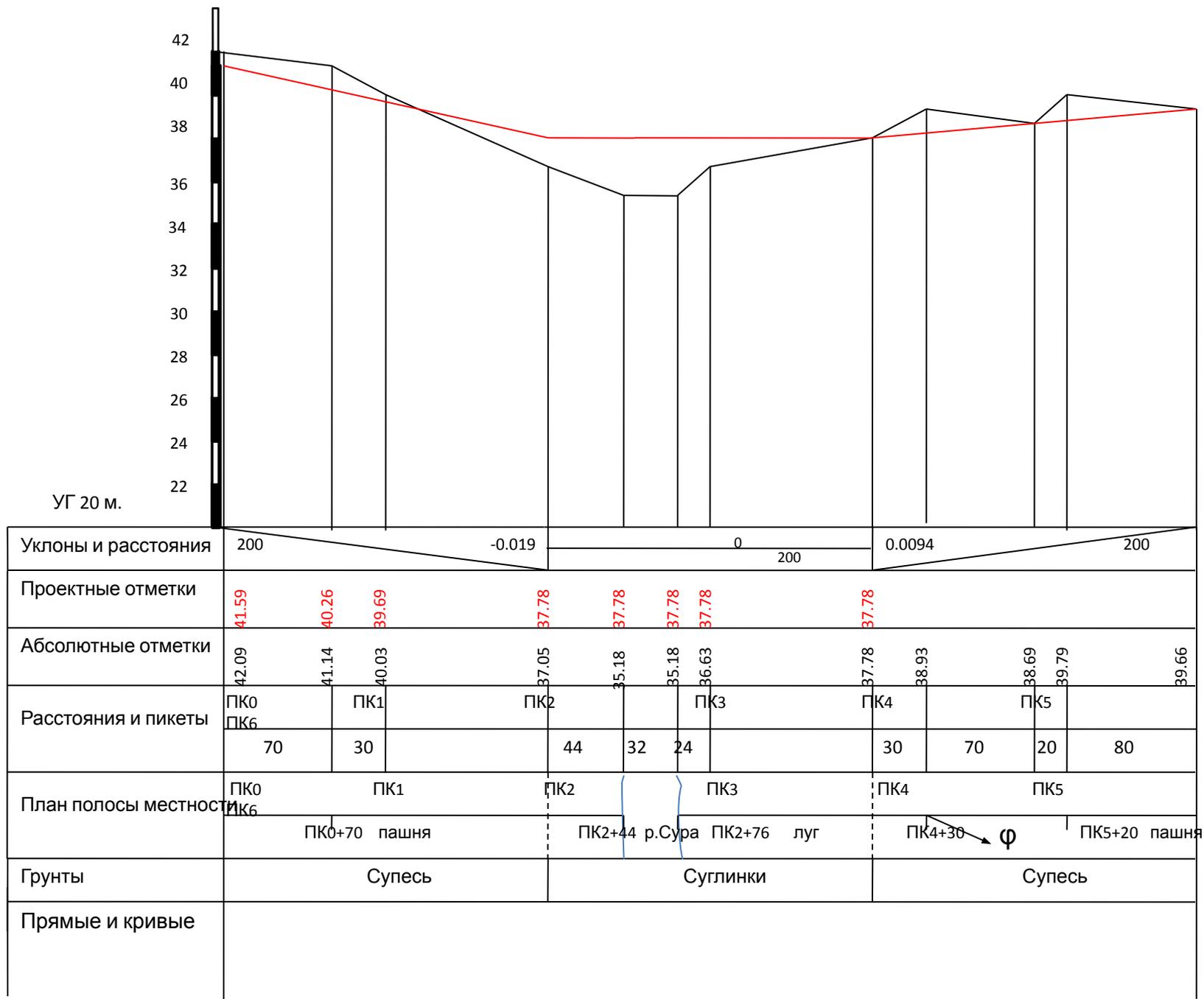
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Рассчитываем проектные отметки третьего отрезка проектной линии автодороги.

$$H_{\text{пр.ПК4+30}} = 37.78 + (0.0094 \cdot 30) = 38.06$$

$$H_{\text{пр.ПК3}} = 38.06 + (0.0094 \cdot 70) = 38.72$$

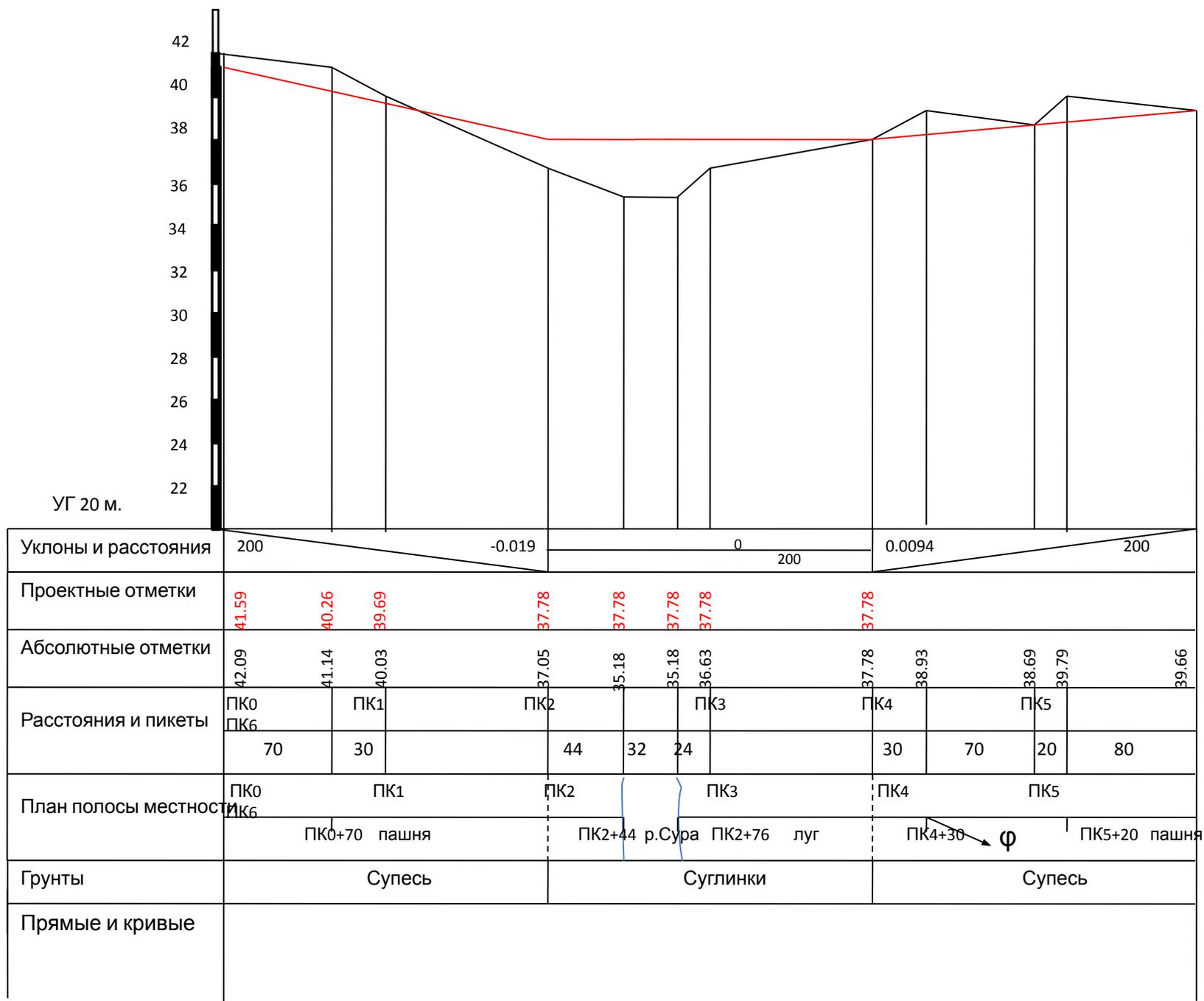
$$H_{\text{пр.ПК5+20}} = 38.72 + (0.0094 \cdot 20) = 38.91$$

$$H_{\text{пр.ПК6}} = 38.91 + (0.0094 \cdot 80) = 39.66, \text{ что равно}$$

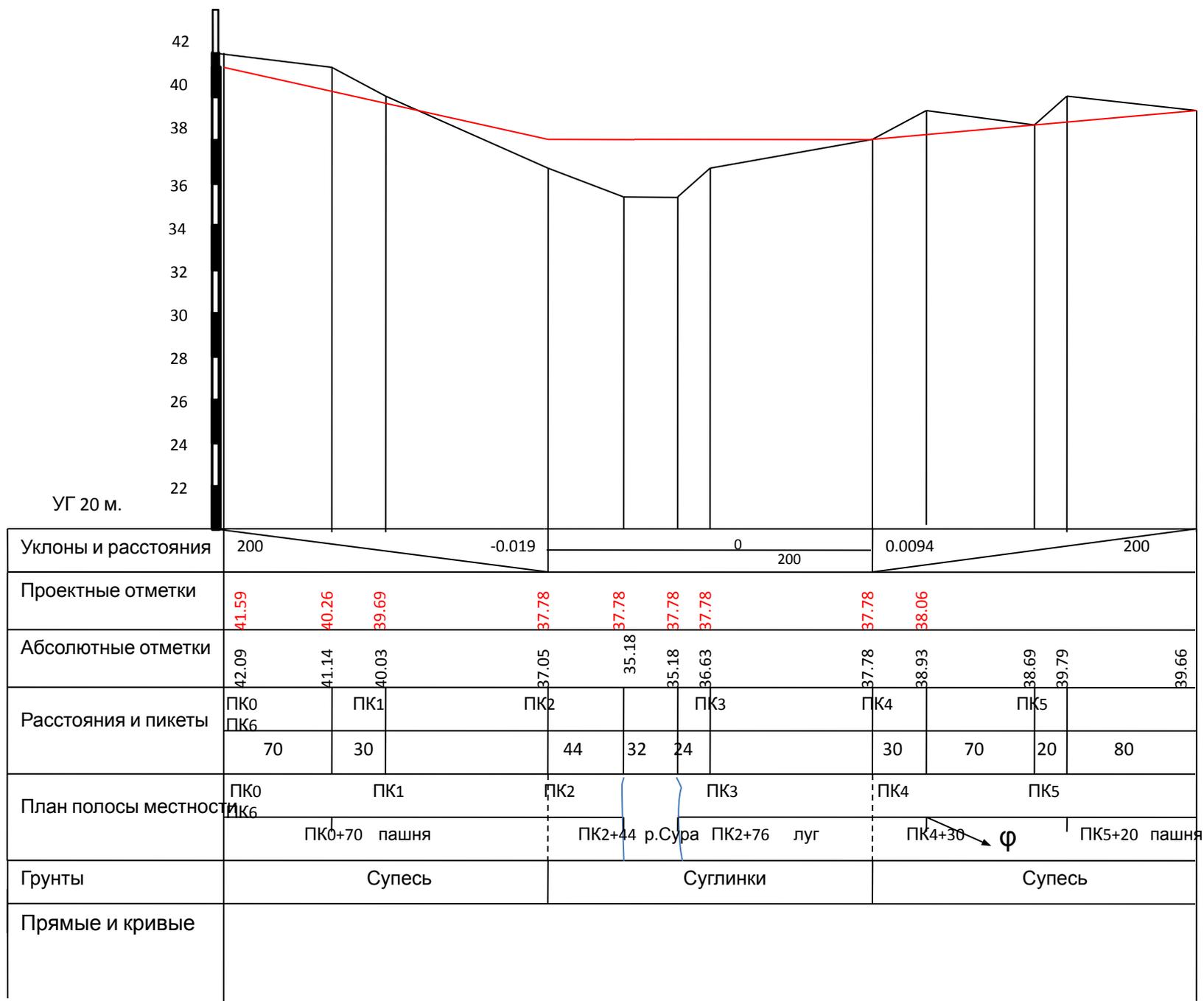
исходному значению проектной отметки ПК6.

Вносим эти данные в графу проектные отметки.

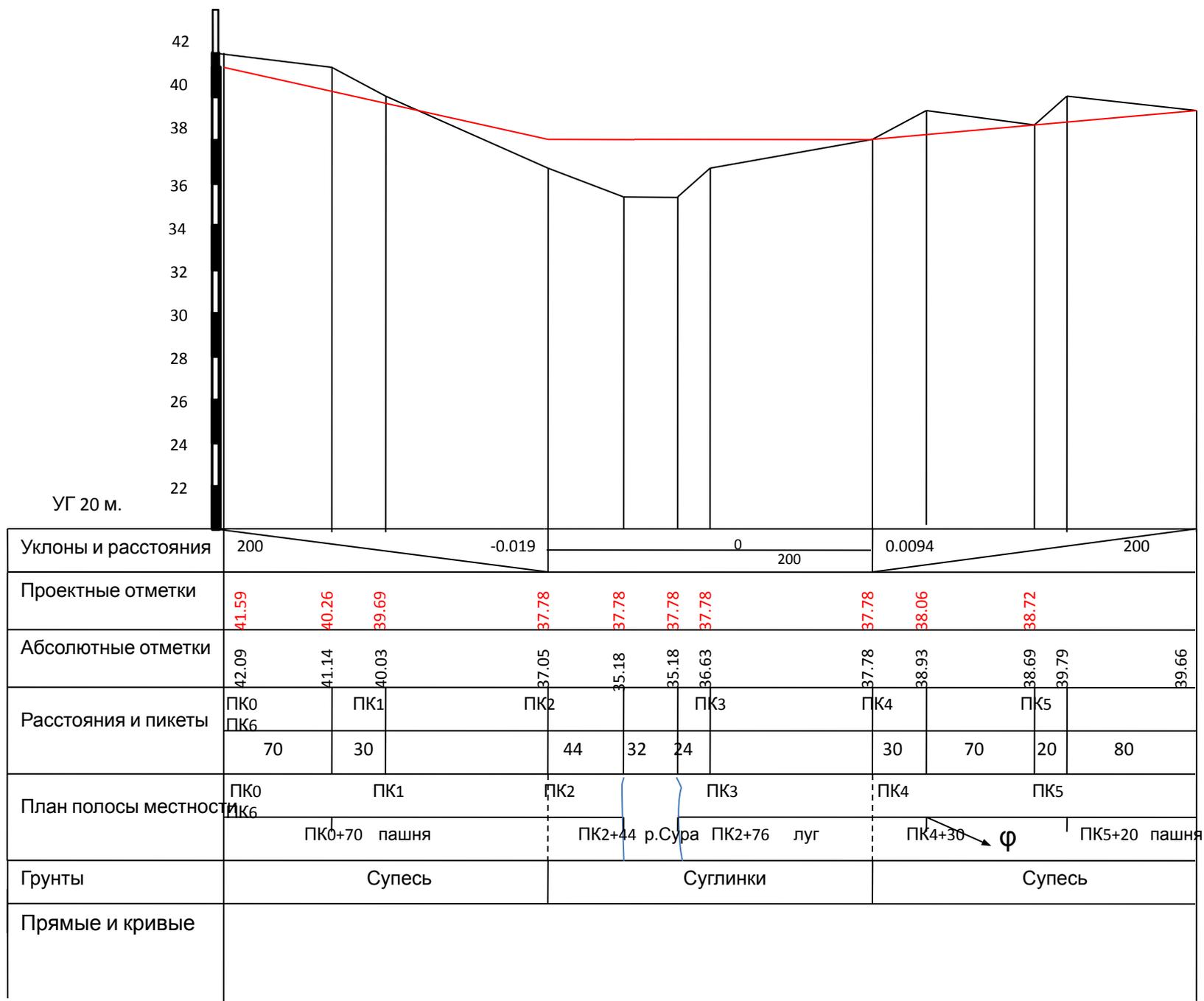
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



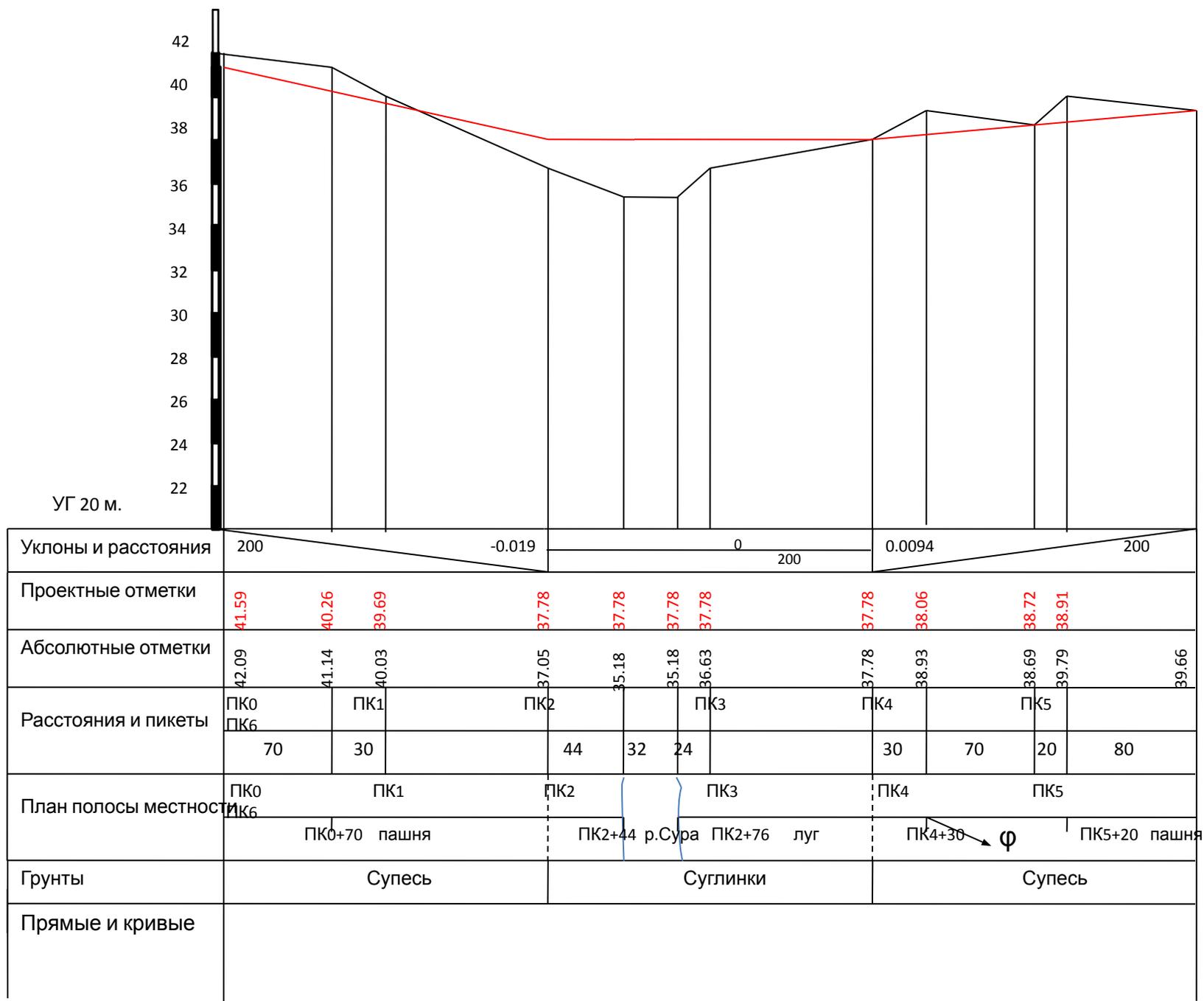
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



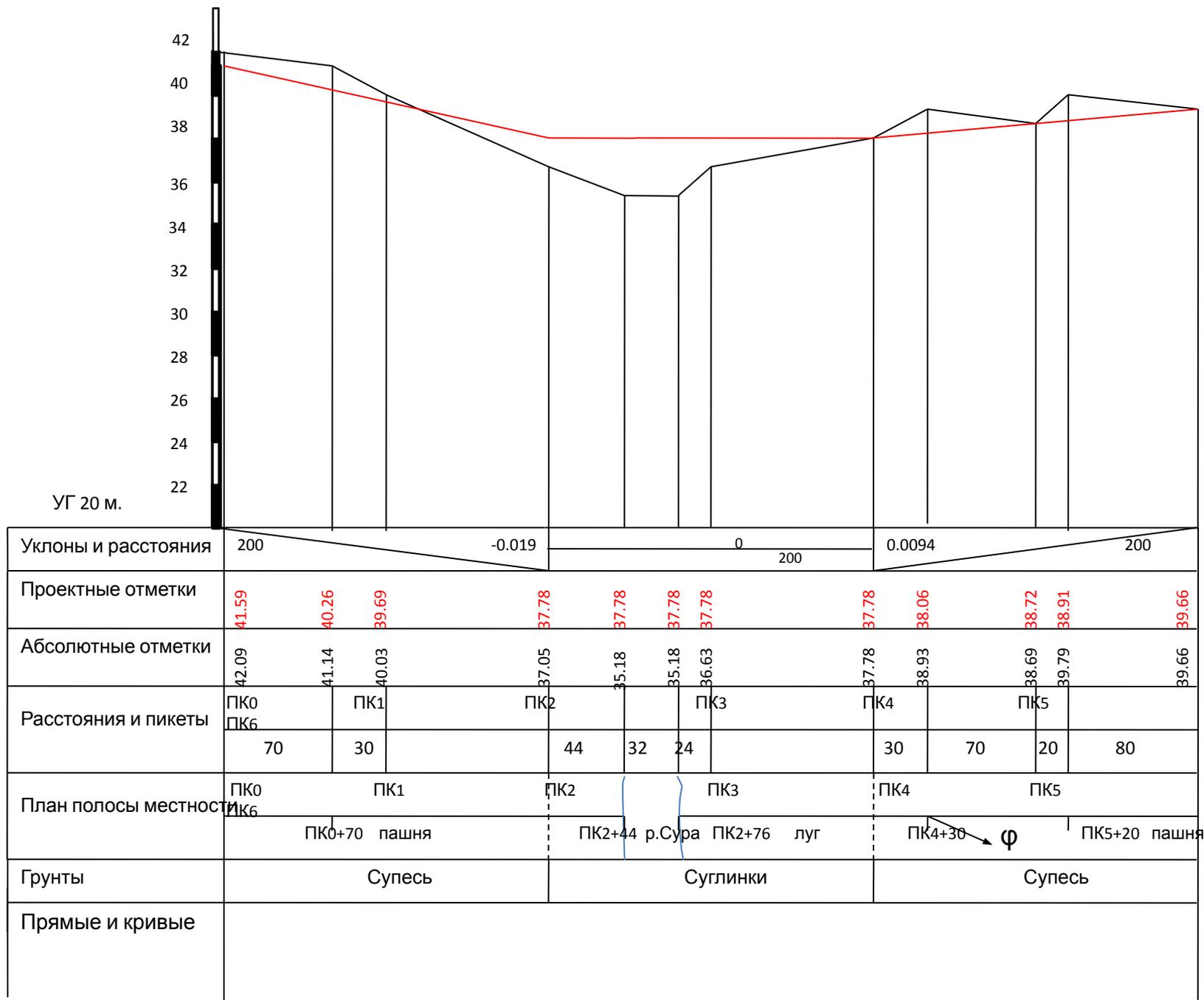
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



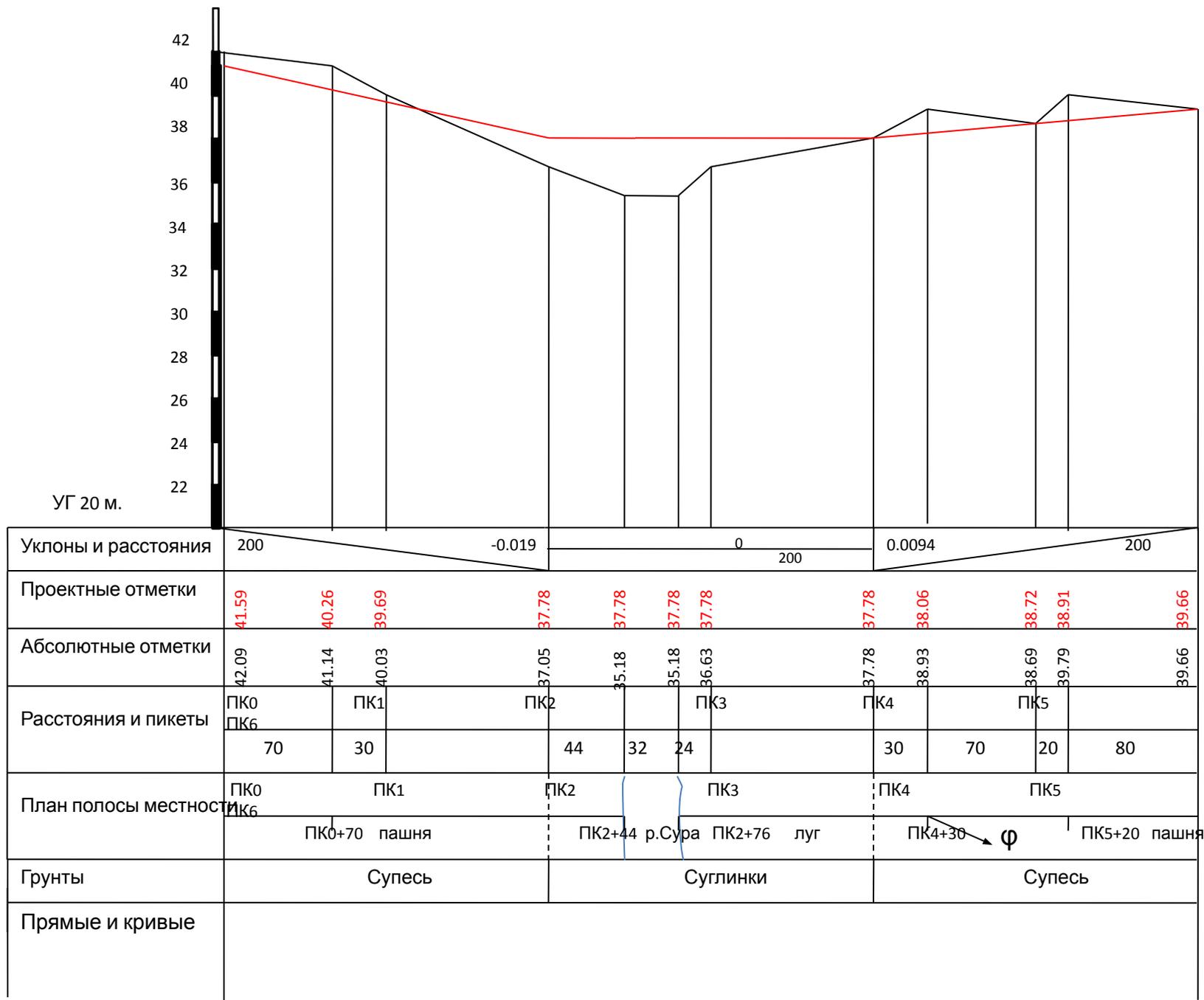
10. Определяем рабочие отметки основных точек профиля по формуле: $h_r = N_{\text{пр.}} - N_{\text{аб.}}$, где $N_{\text{пр.}}$ - проектная отметка точки, $N_{\text{аб.}}$ - абсолютная отметка точки.

Например: $h_{r.\text{пк}0} = 41.59 - 42.09 = - 0.50$

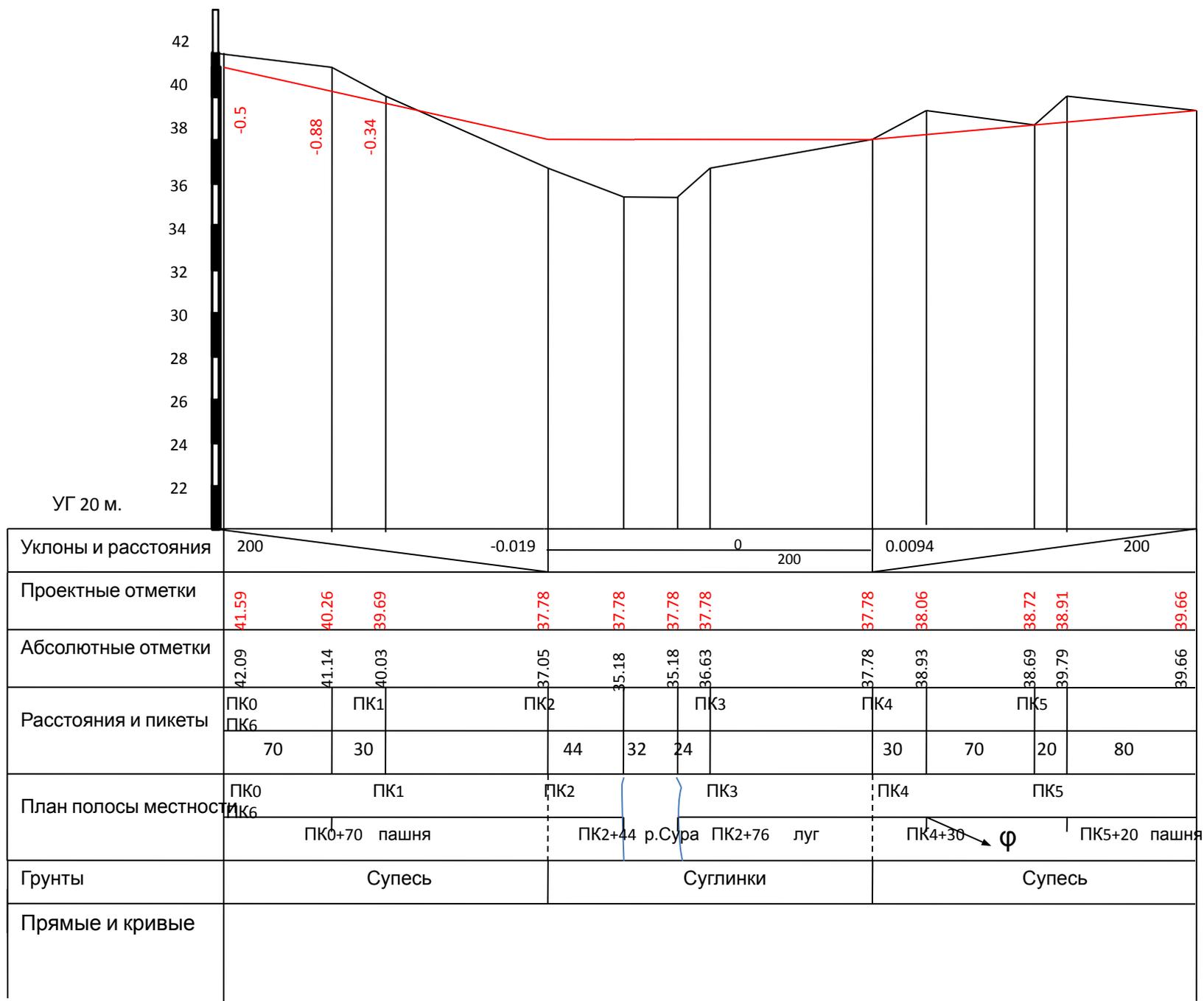
Аналогичным образом определяем остальные рабочие отметки.

Отрицательное значение рабочей отметки означает, что для ее достижения необходимо срезать грунт, а положительная о необходимости насыпных работ. Рабочие отметки подписываются возле линии профиля, причем отрицательные под линией профиля, а положительные рабочие отметки над линией.

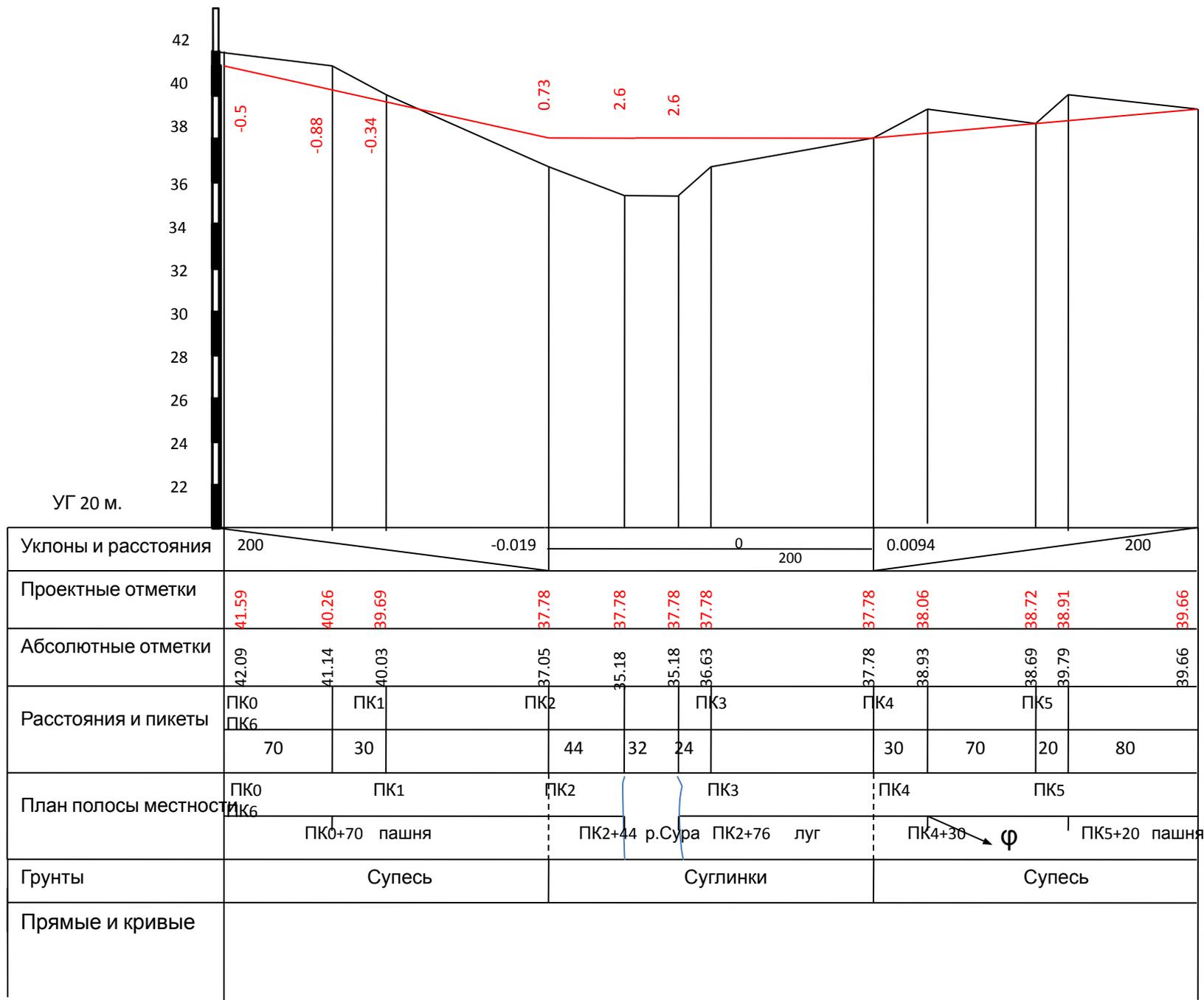
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



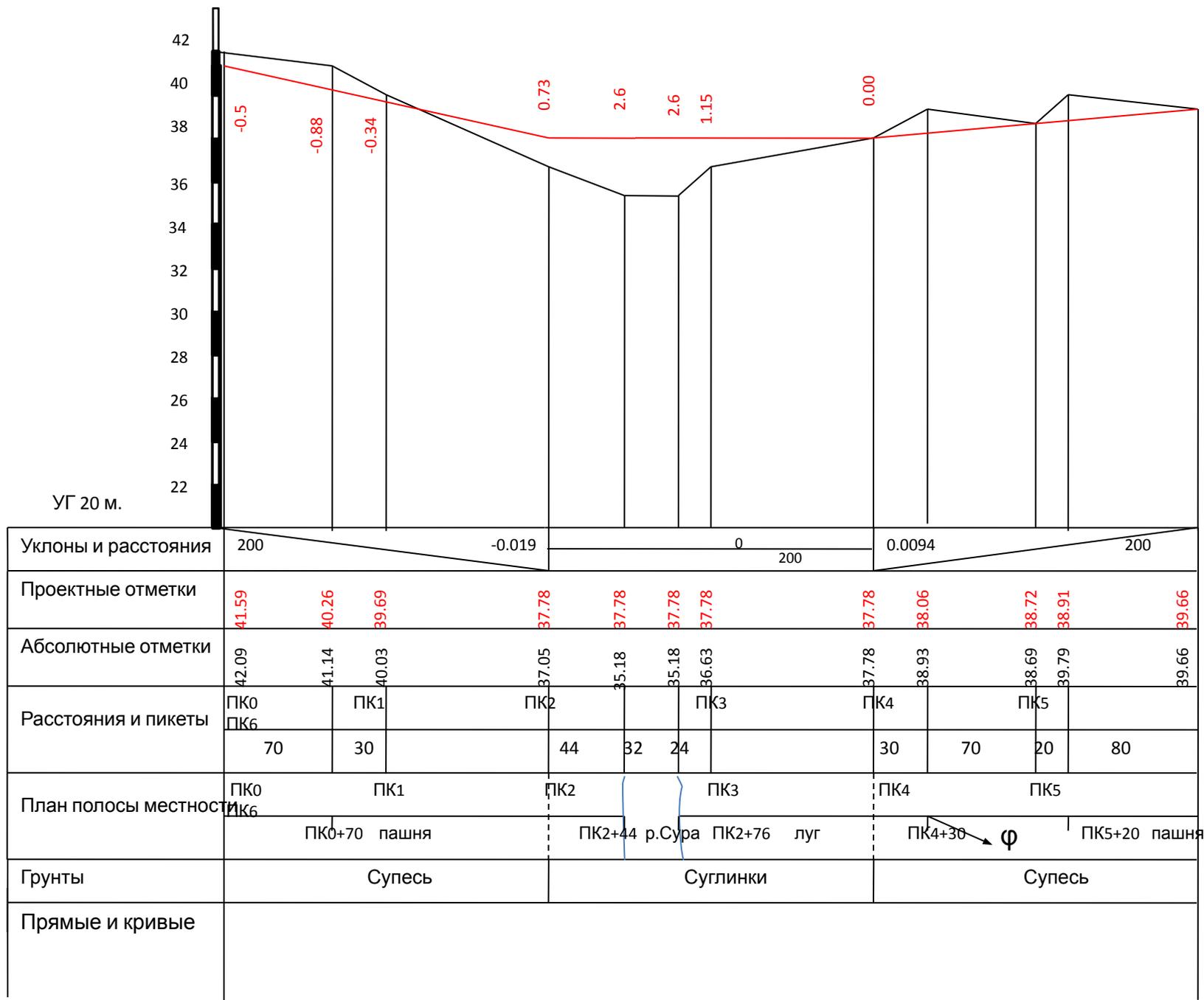
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



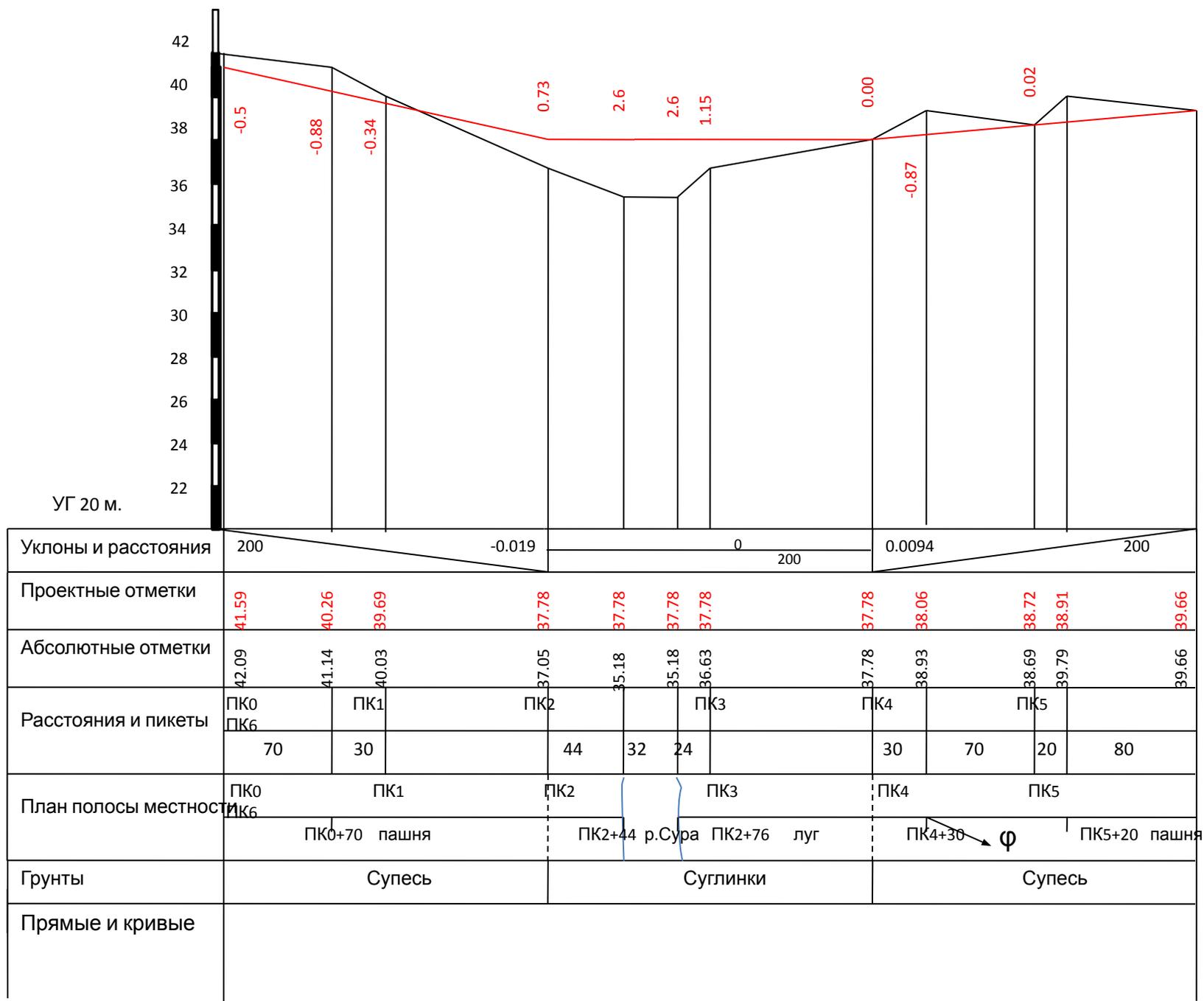
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



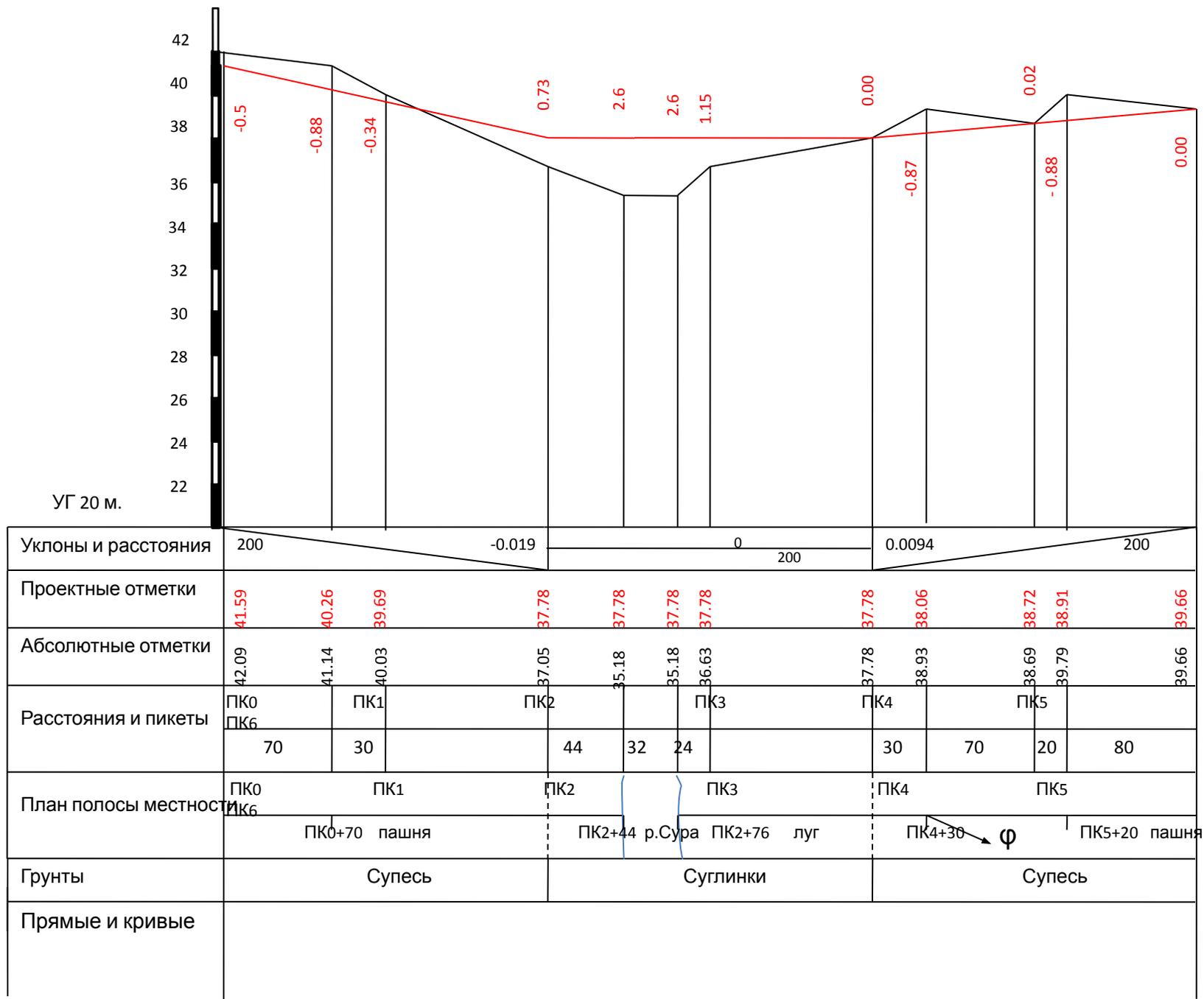
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



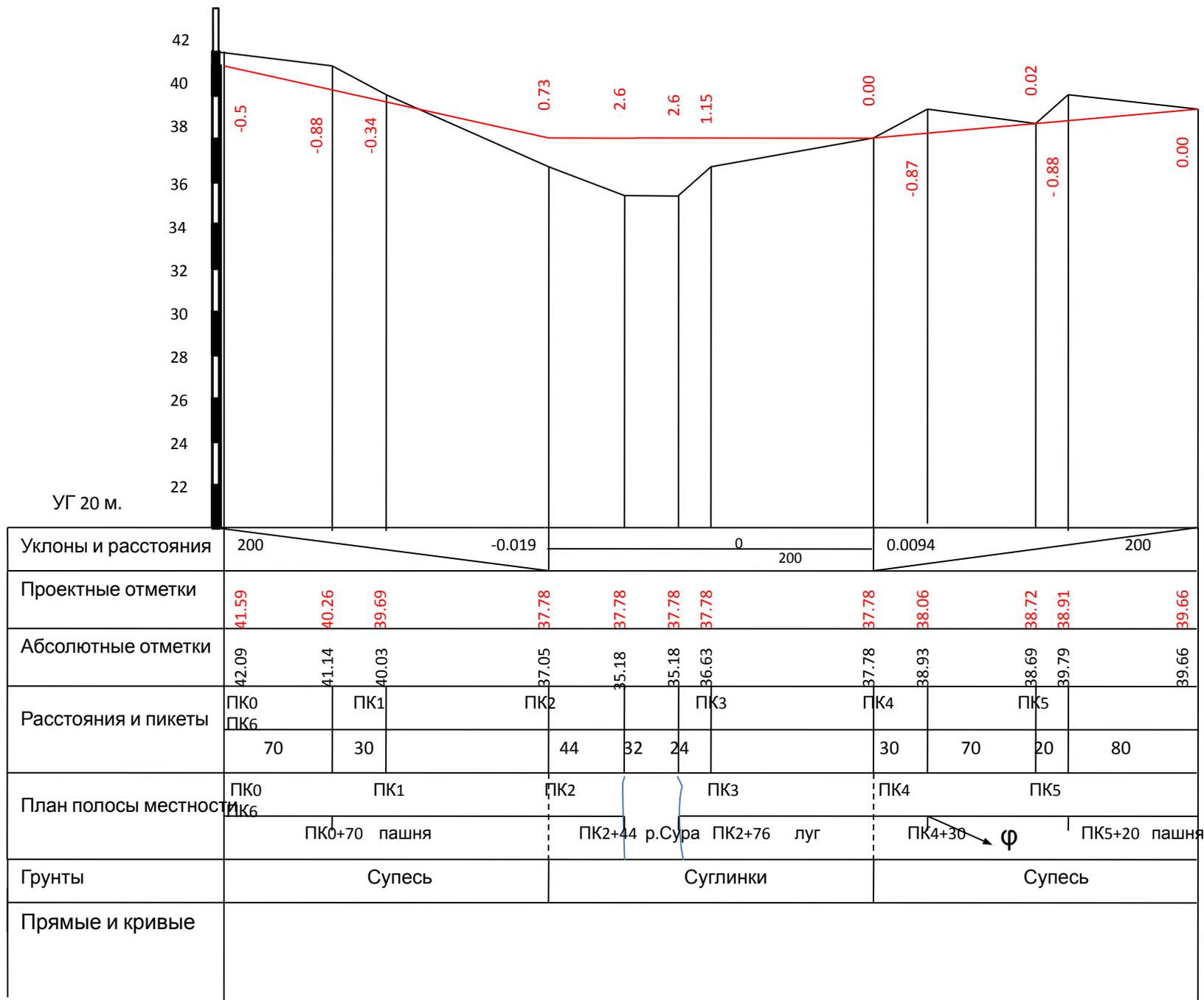
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



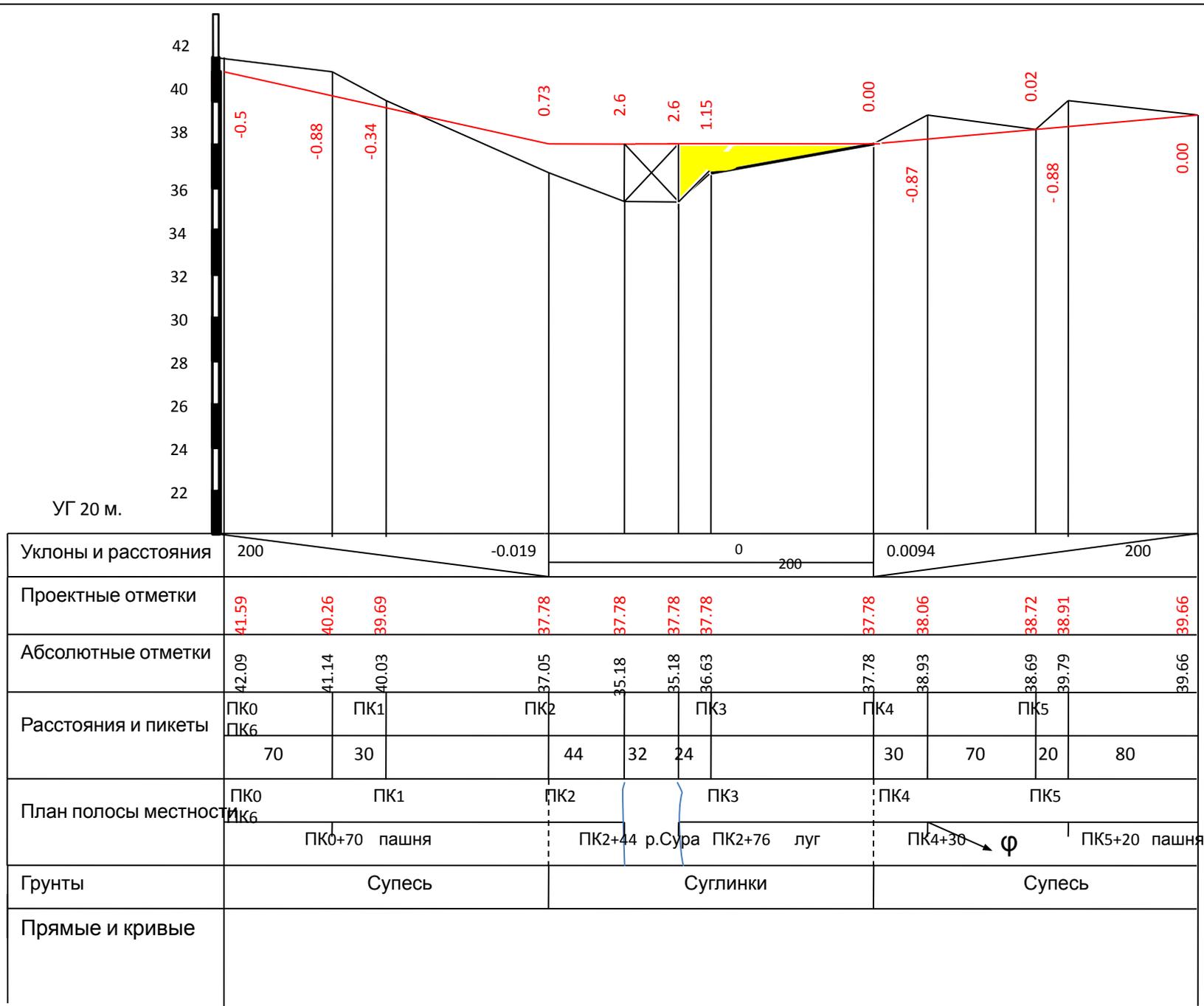
УГ 20 м.

Розовым цветом показываются интервалы где необходимо срезать грунт (выемка), а желтым насыпь.

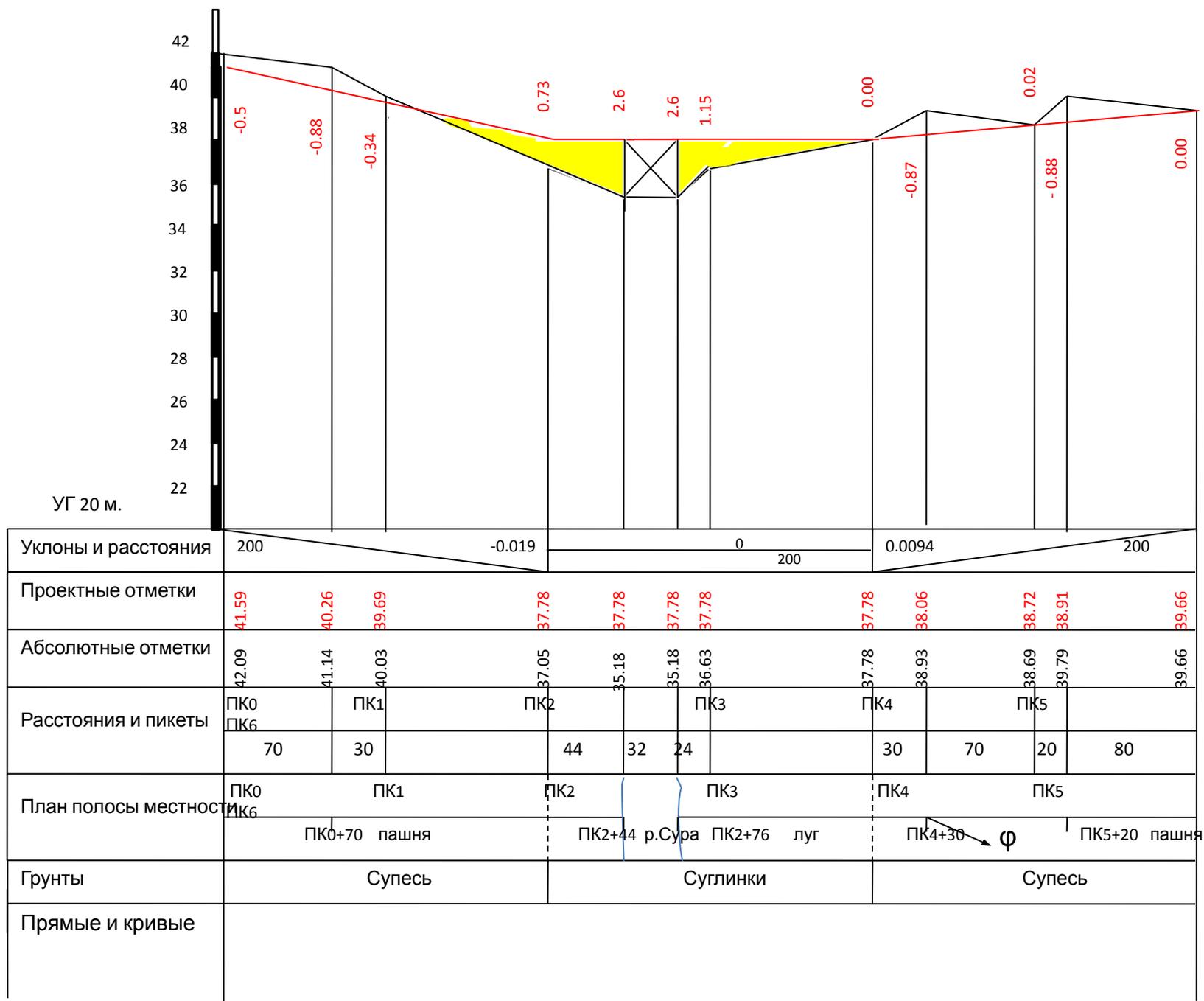
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



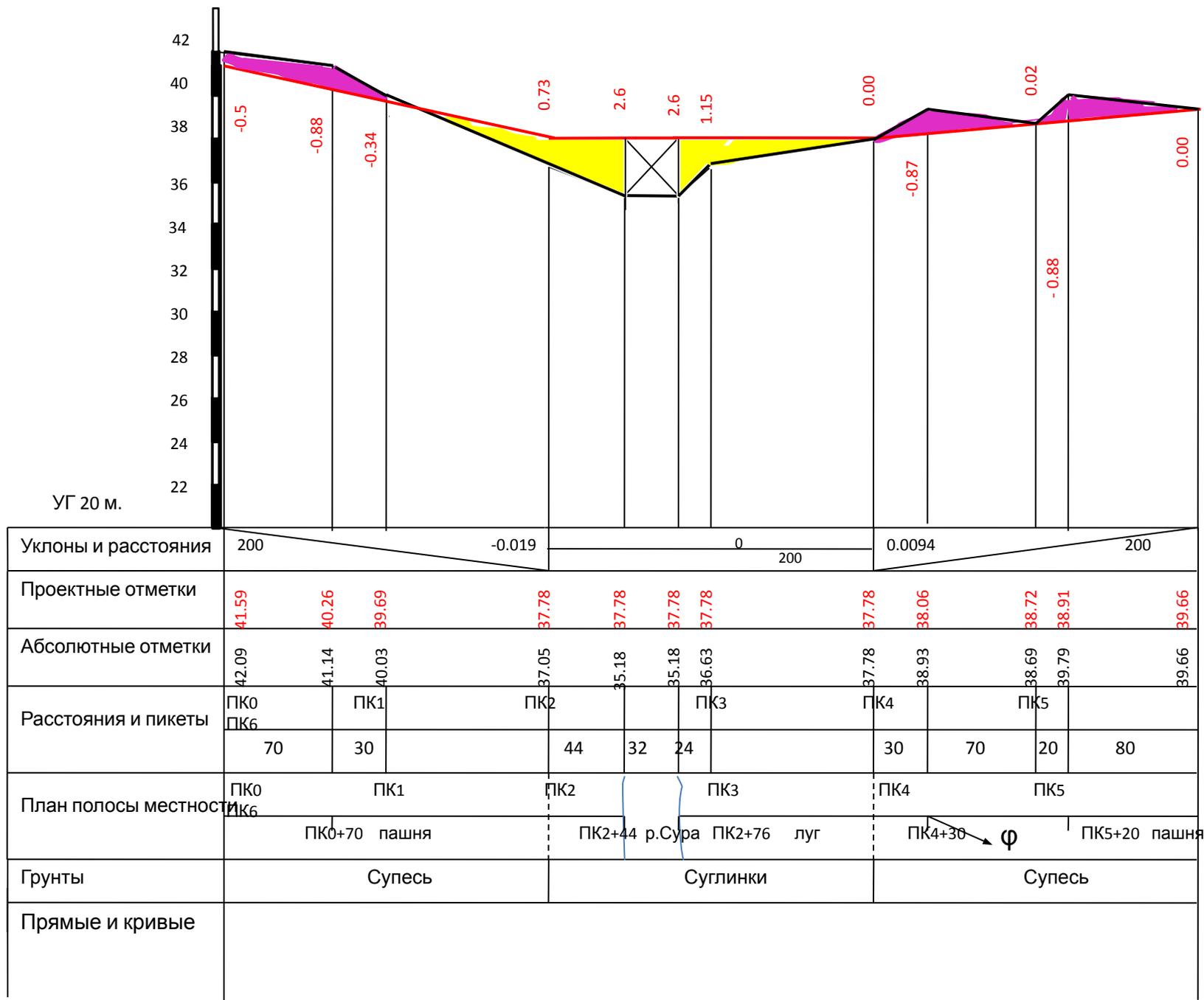
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



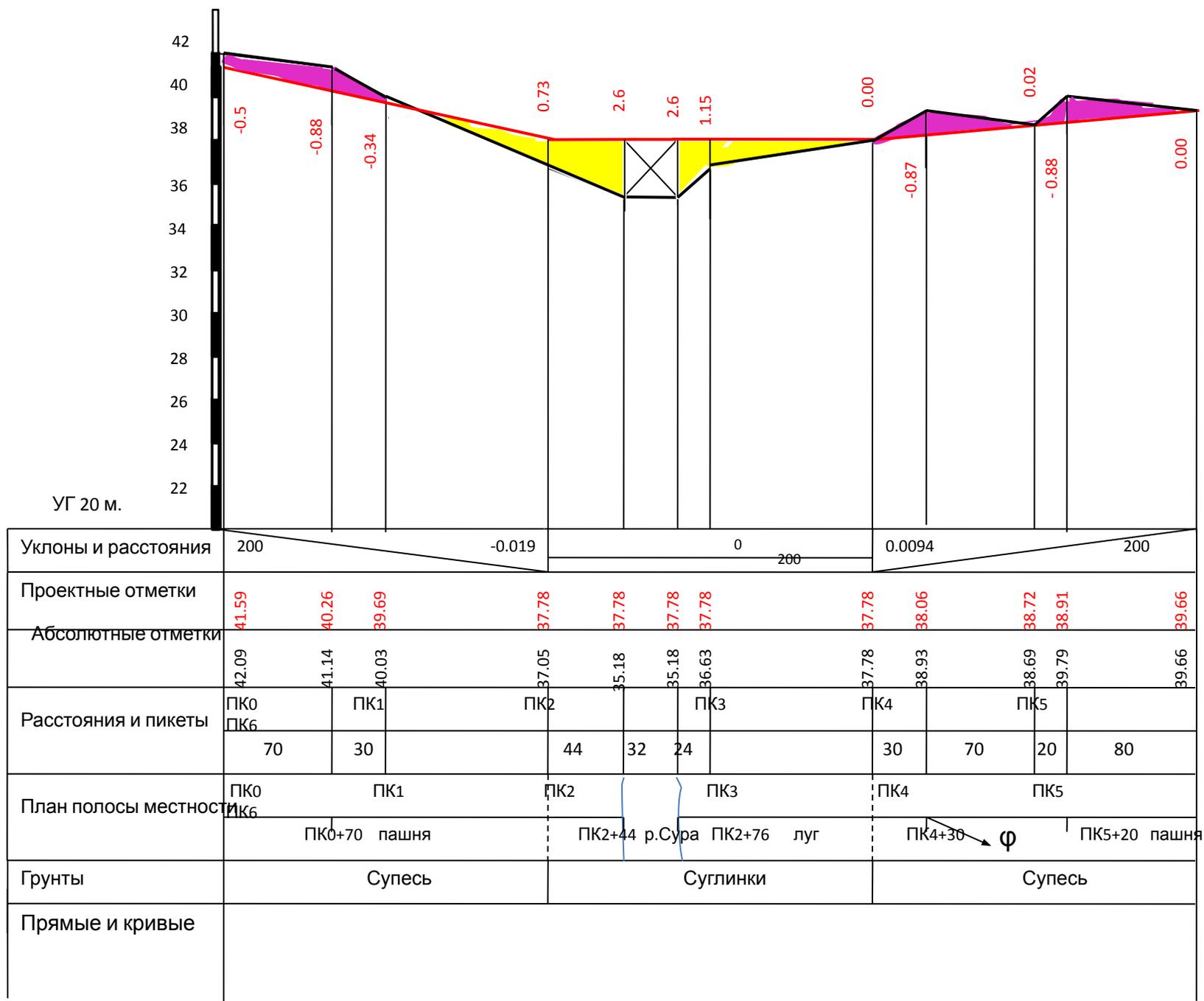
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



11. На отрезке ПК1 –ПК2 определяется точка нулевых работ:

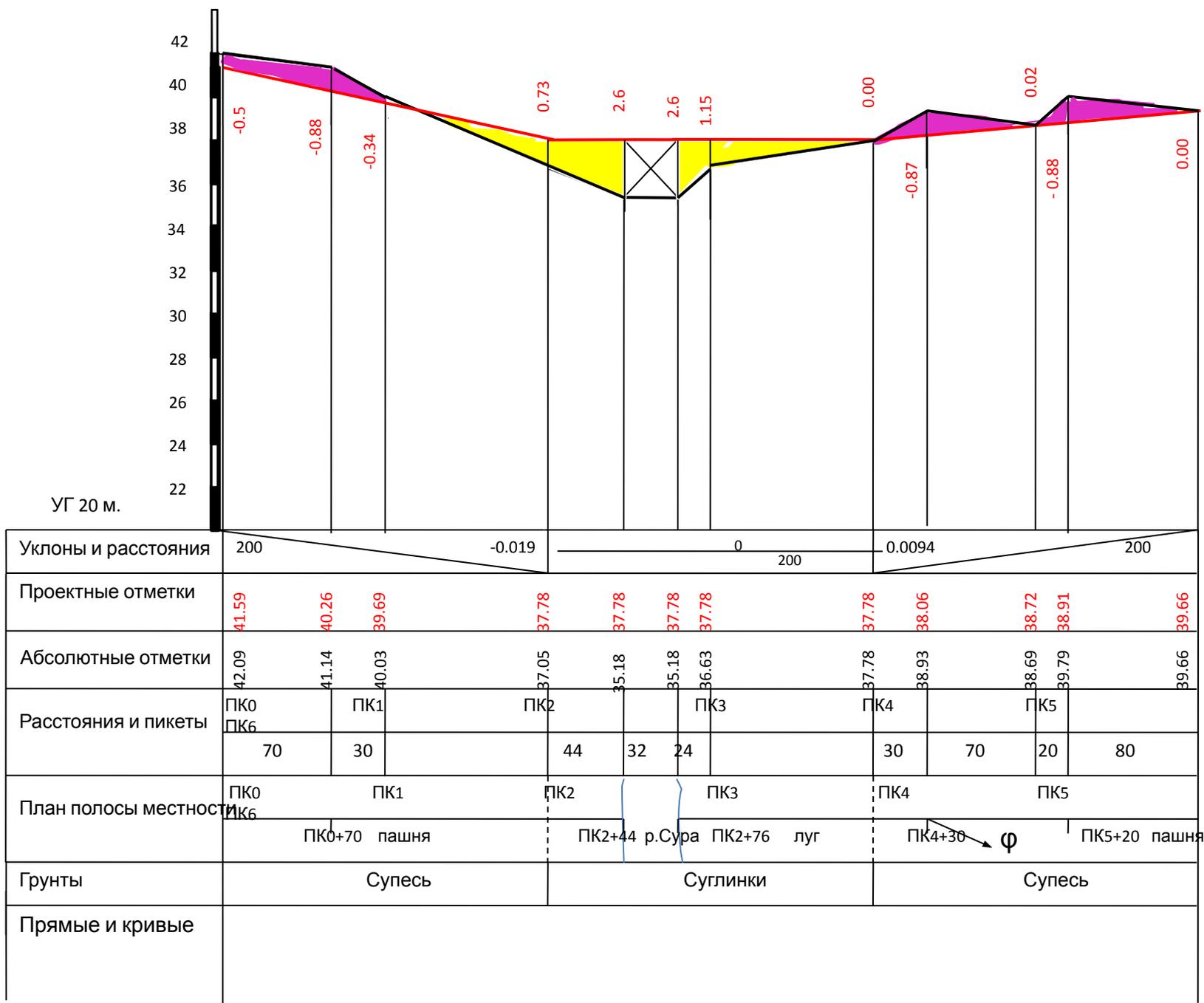
$$X = \frac{|h_{r1}| \cdot d}{|h_{r1}| + |h_{r2}|}, \text{ где } h_{r1} \text{ и } h_{r2} \text{ рабочие отметки}$$

точек расположенных на краях отрезка, d - расстояние между ними. Знак модуля означает, что знаки рабочих отметок при определении линии нулевых работ не учитываются.

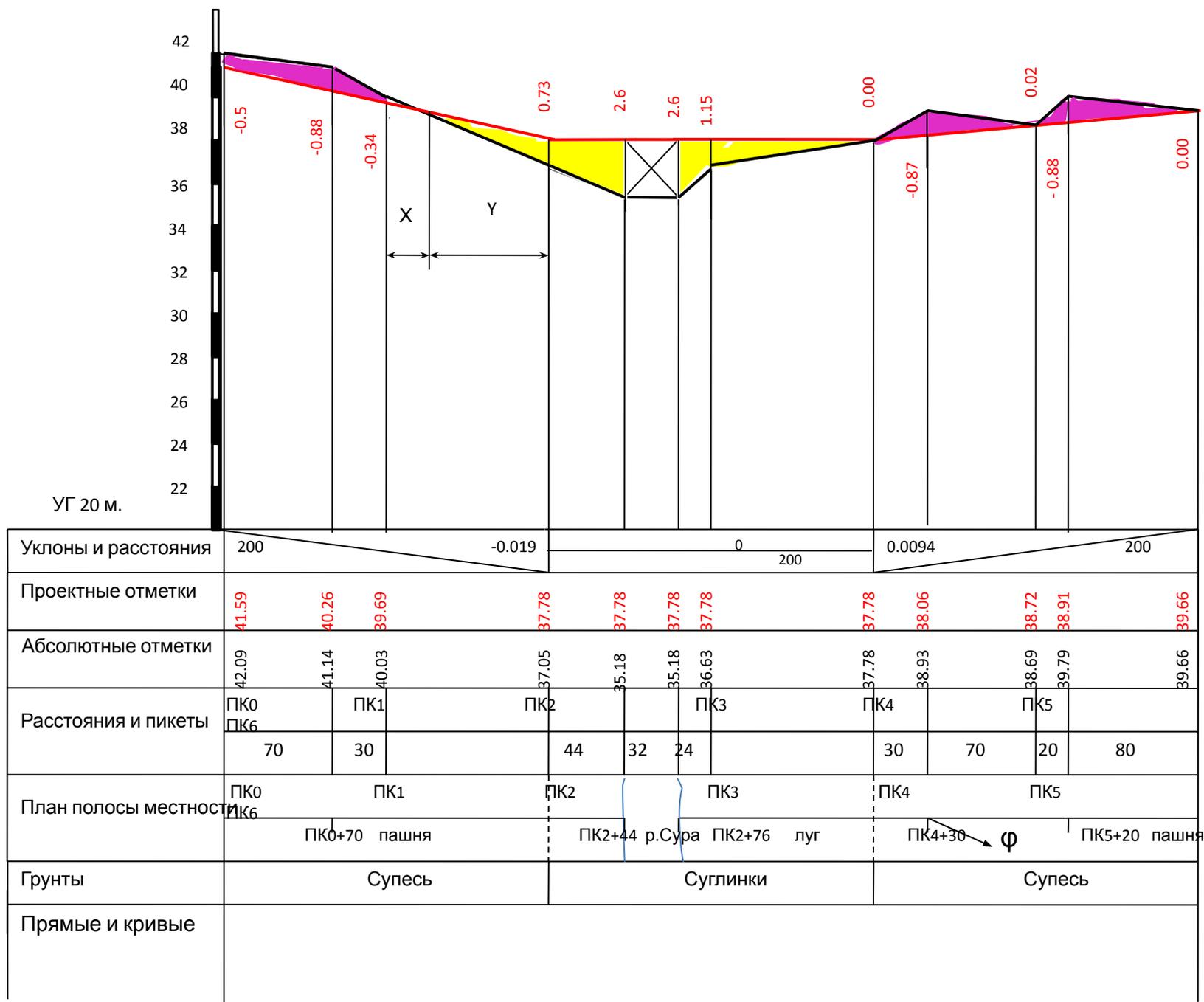
$$X = \frac{0.34}{0.34 + 0.73} \cdot 100 = 31.8 \text{ M.}$$

$$Y = \frac{0.73}{0.73+0.34} \cdot 100 = 68.2 \text{ M.}$$

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

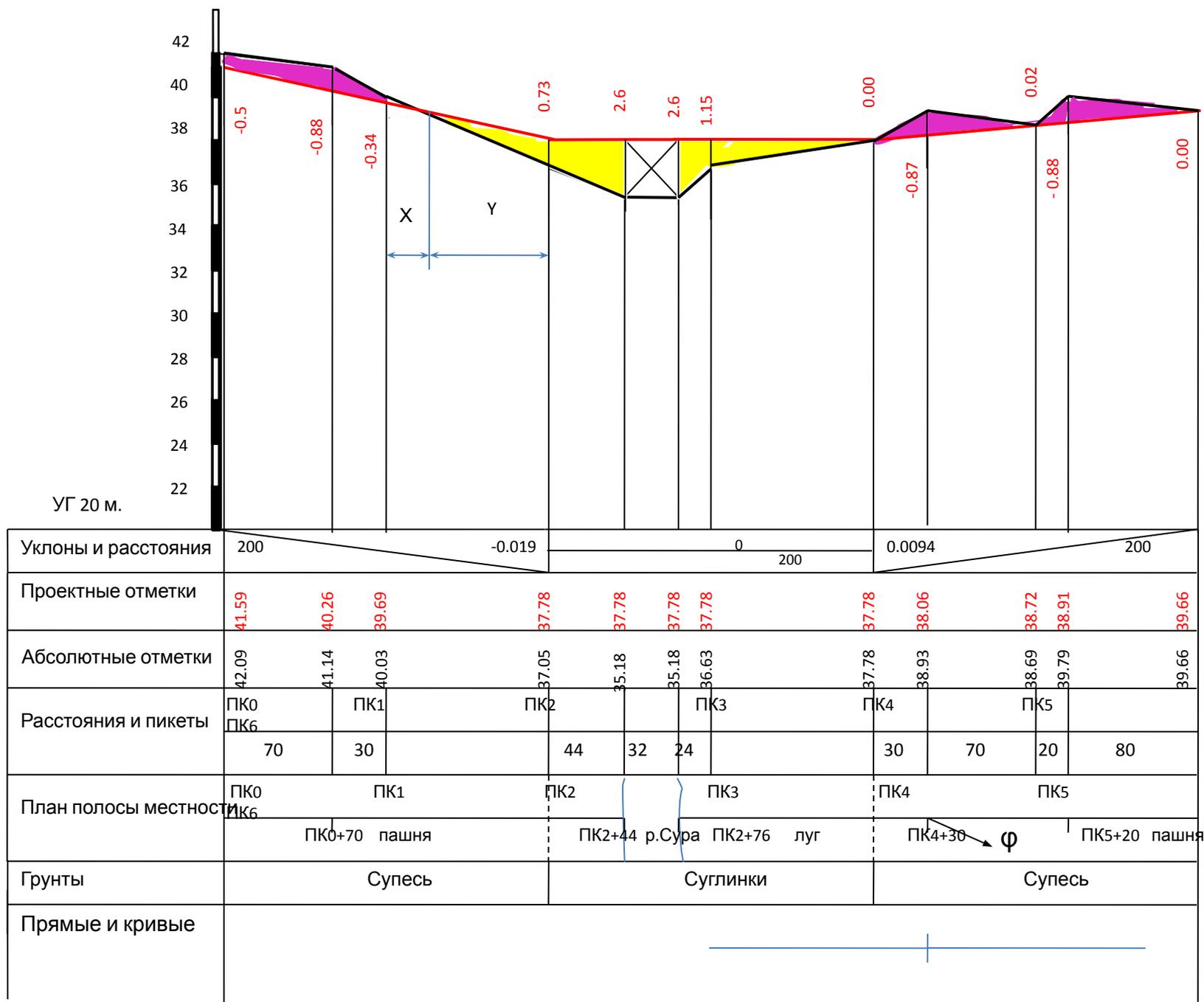


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

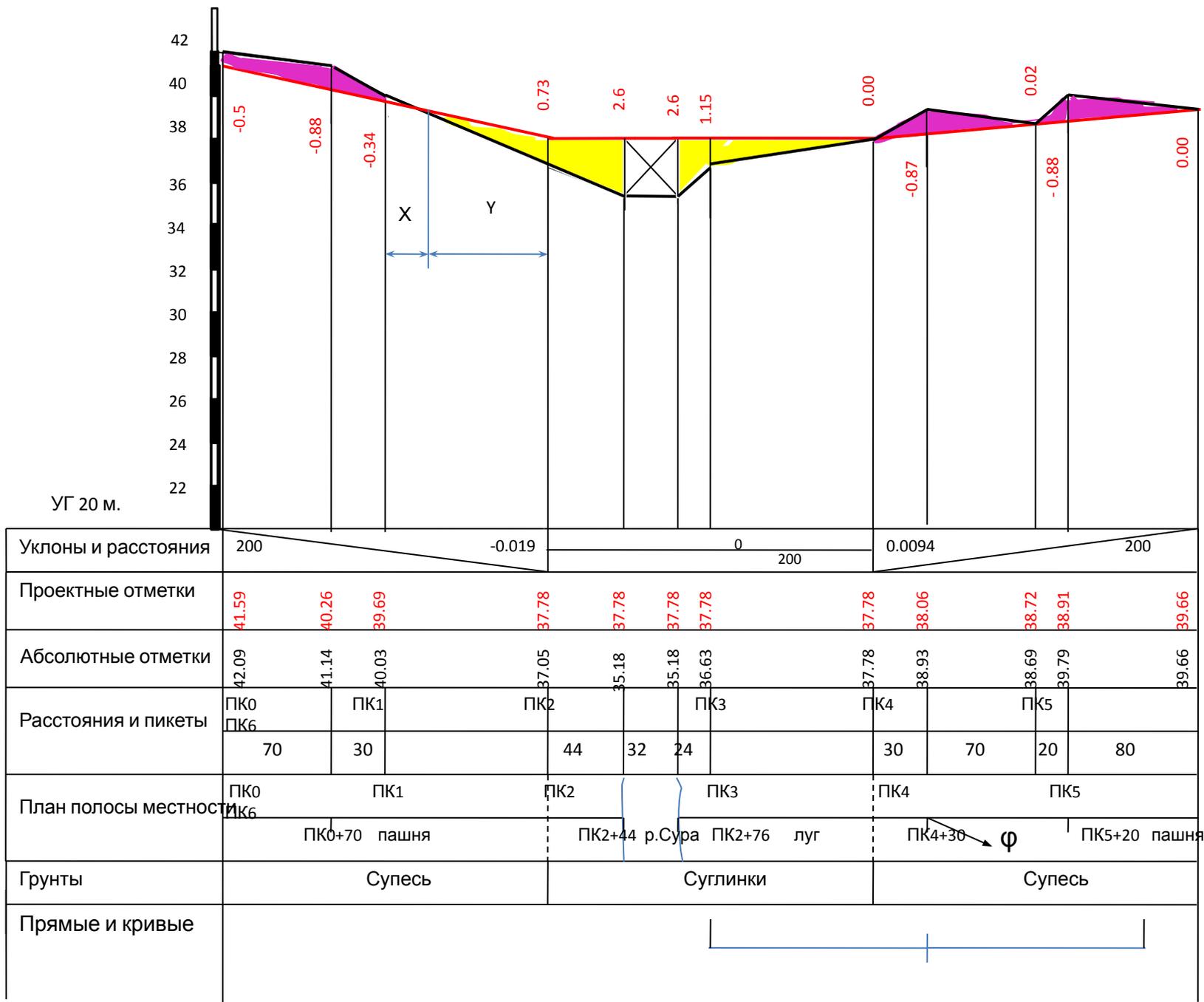


12. Заполняем графу прямые и кривые, для этого от точки поворота трассы (ВУ), в обе стороны от нее откладываем в 1:2000 масштабе величину $K/2 = 130.84$ м. Из полученных точек (в середине графы) восстанавливаем перпендикуляры длиной 1 см. и соединяем их.

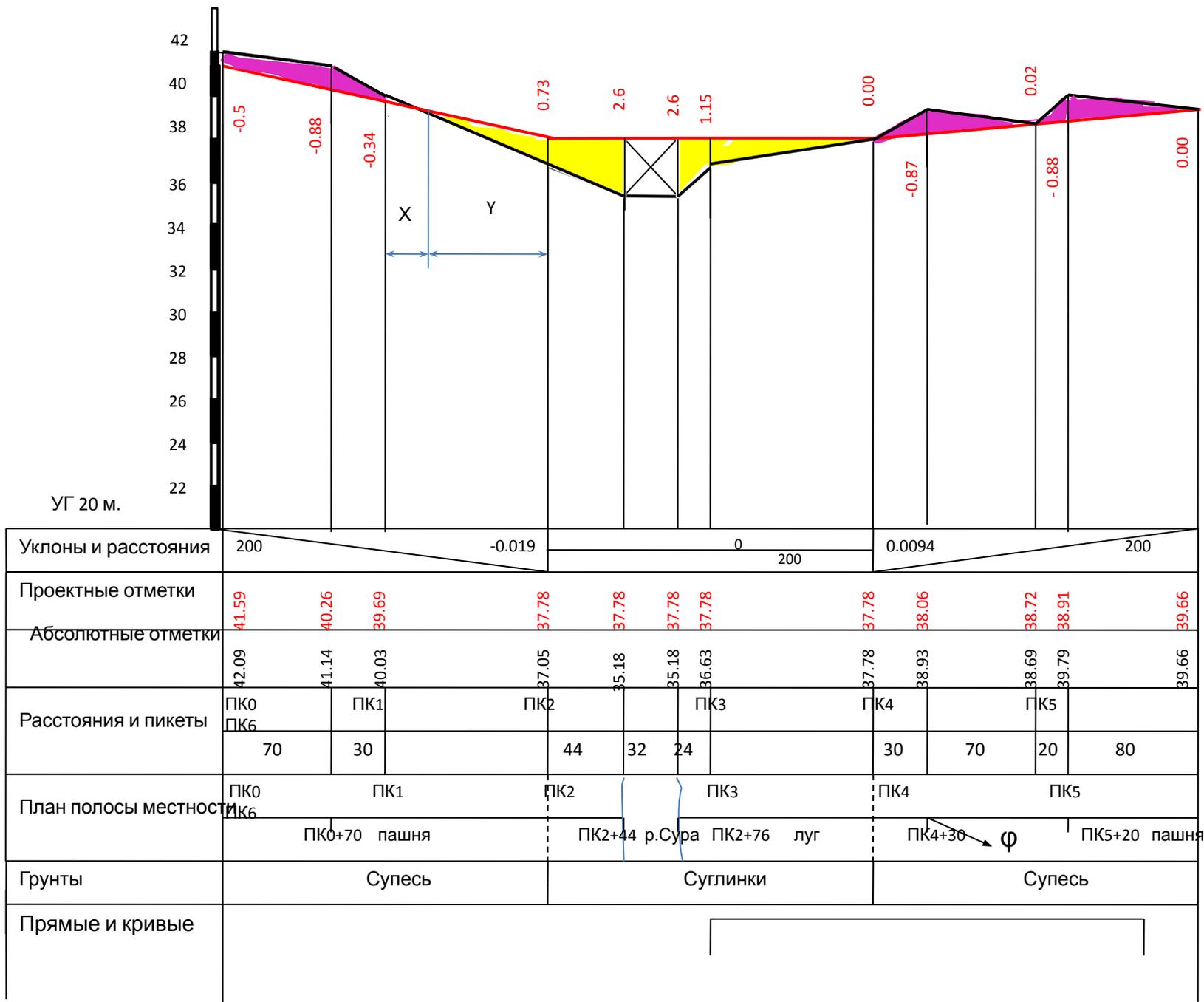
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

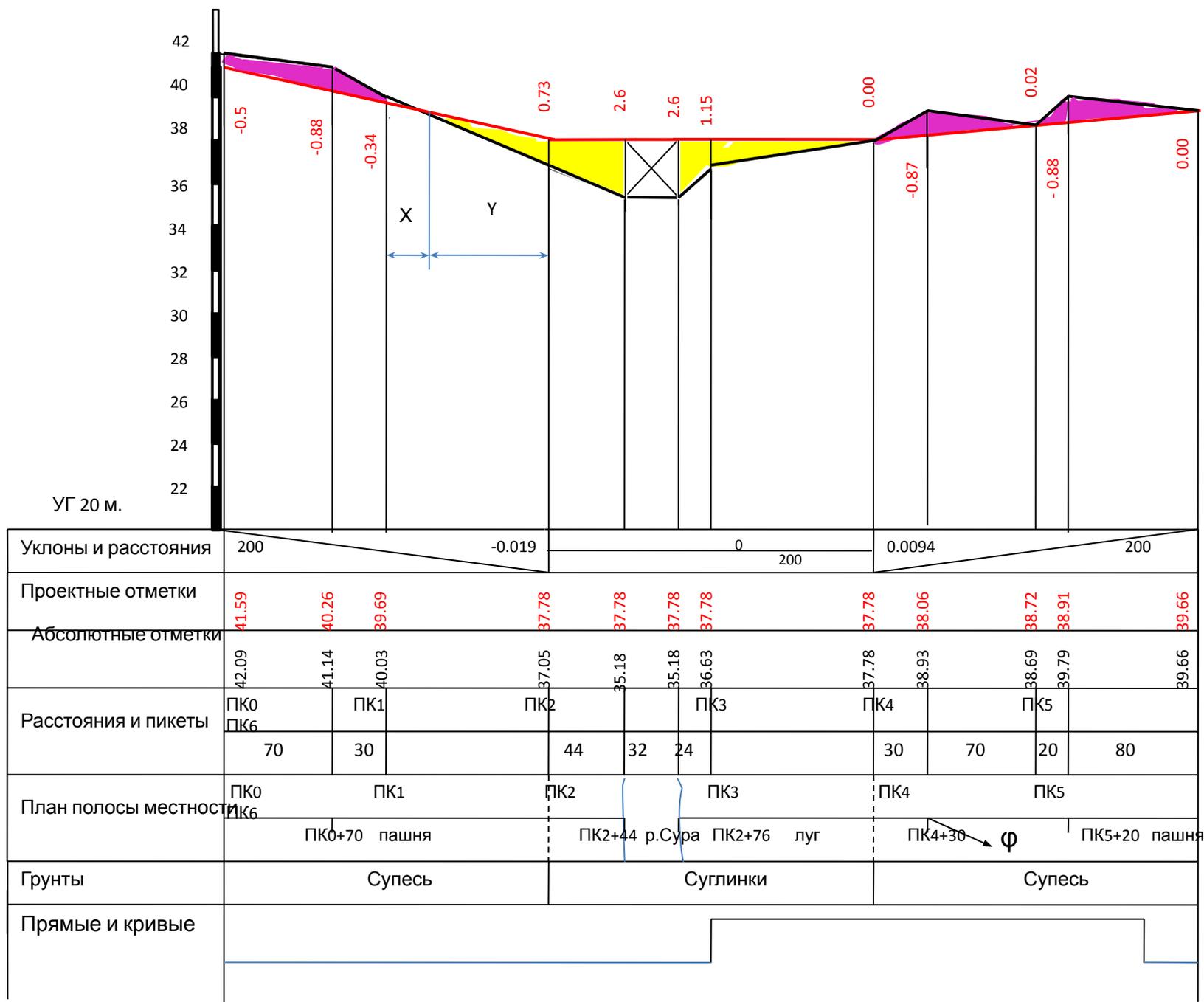


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

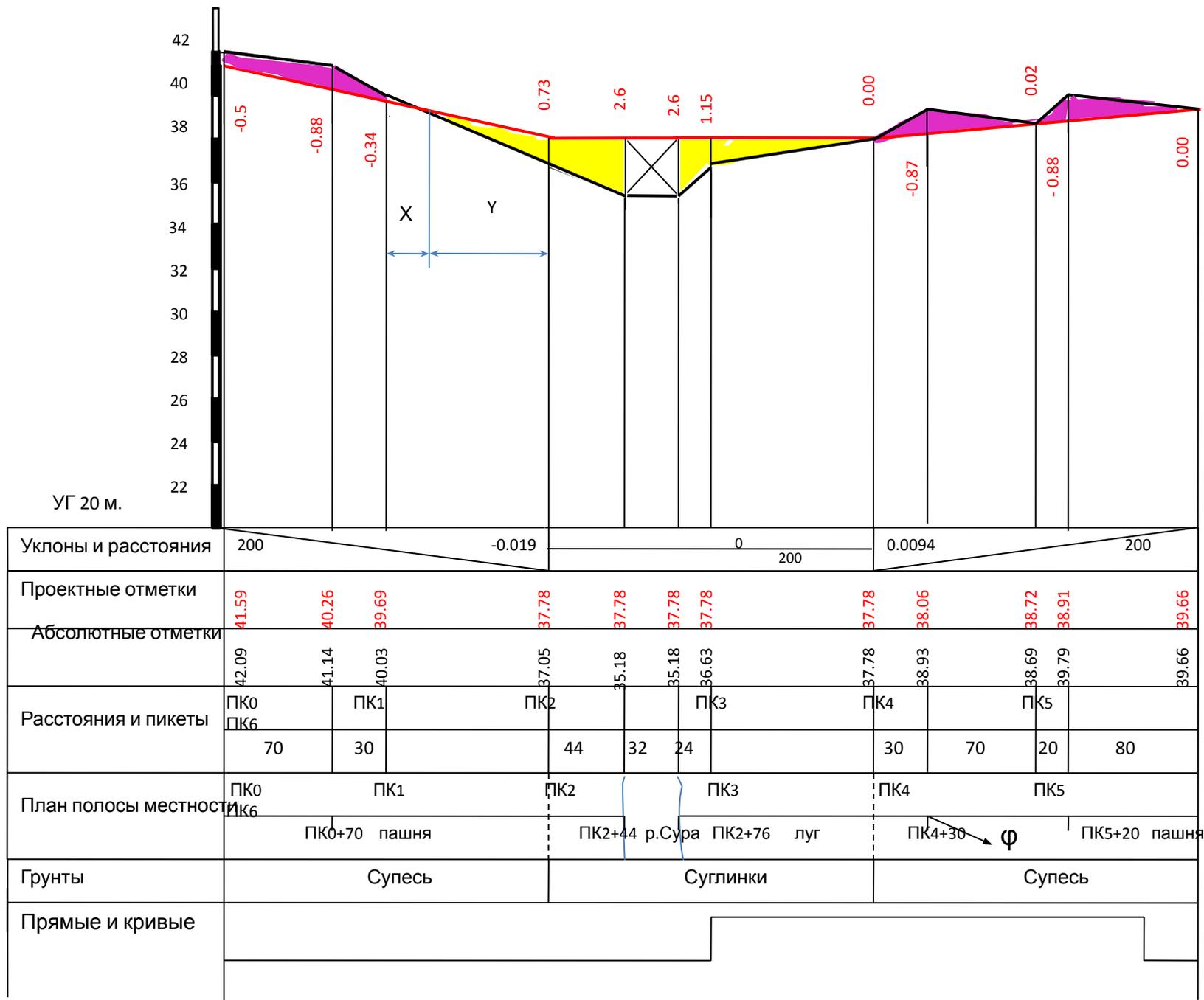


Основание перпендикуляров соединяем прямыми линиями с началом и концом трассы. Если угол поворота правый то кривая обращена выпуклой стороной вверх, если угол левый вниз. Внутри кривых вставок вписываем параметры и главные элемента кривой.

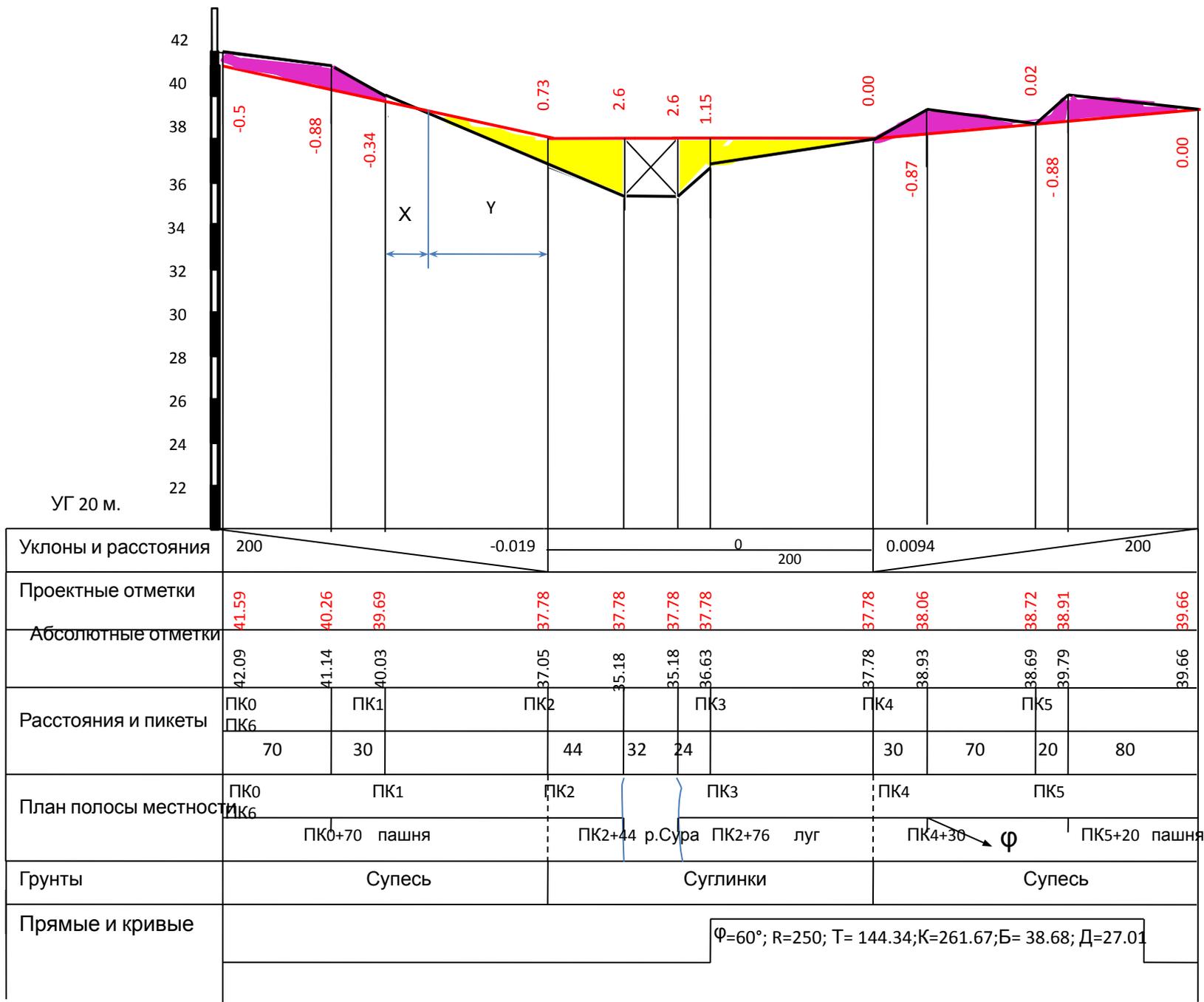
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



На серединах прямых вставок(под разделяющей линией) подписываем их длины. Складываем длины прямых отрезков с длиной кривой. Их сумма должна быть равна длине трассы плюс - минус 1-2 сантиметра.

Над линией вписываем значение румба начального направления, которое берем из РГР№1, на первой прямой вставке и значение румба после поворота на второй вставке.

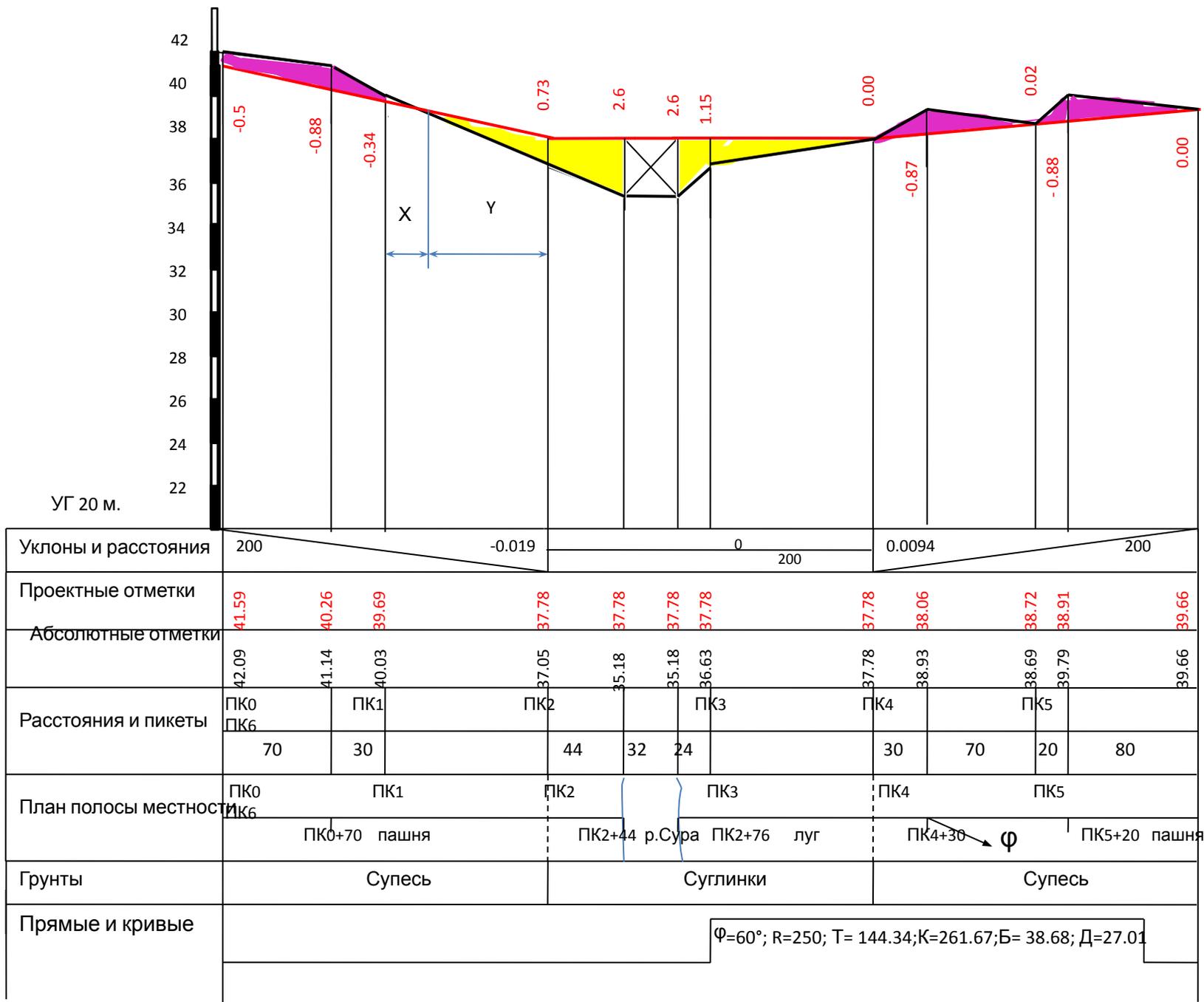
Значения румба находим через дирекционные углы. В РГР№1 нашего варианта $\alpha_1 = 102^\circ 27'$, $r_1 = \text{ЮВ}77^\circ 33'$

Вычисляем дирекционный угол после поворота по формуле: $\alpha_2 = \alpha_1 + \varphi_{\text{прав.}} = 102^\circ 27' + 60^\circ = 162^\circ 27'$

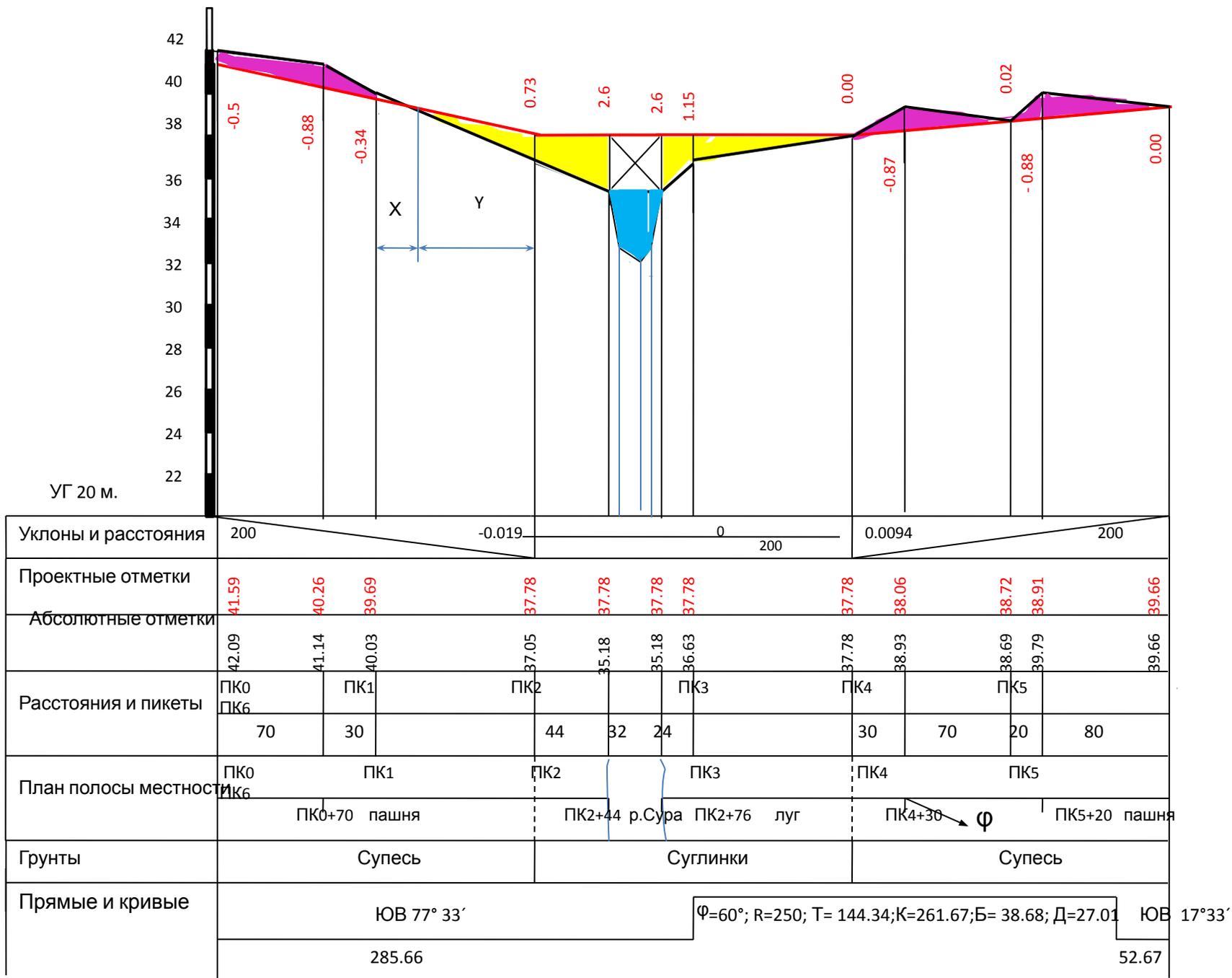
$$r_2 = 180^\circ - 162^\circ 27' = \text{ЮВ } 17^\circ 33'$$

Откладывая от условного горизонта отметки дна р. Сура, строим русло реки. Русло можно построить откладывая в масштабе глубины реки от поверхности реки (т. ПК2+44 и ПК2+76).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

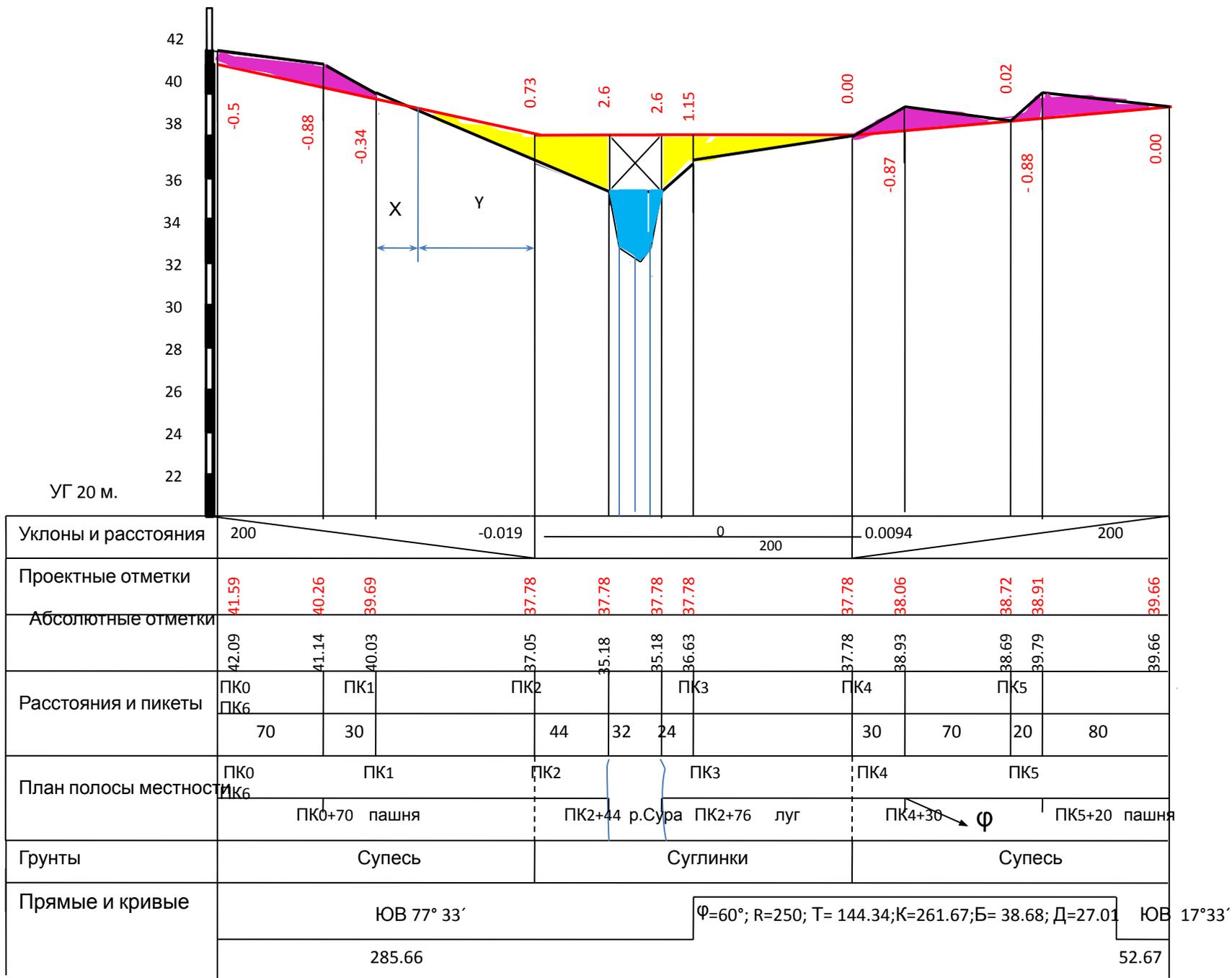


ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

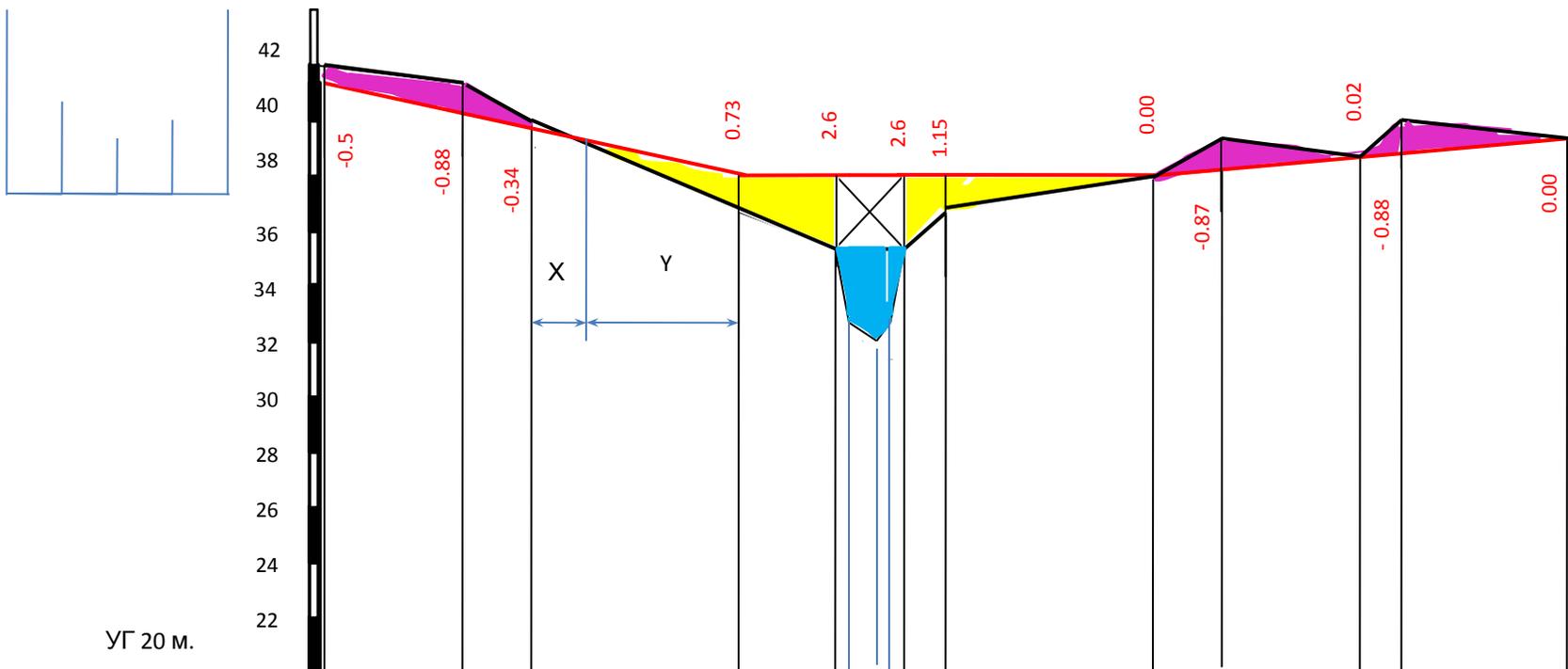


13. Построение поперечного профиля автодороги и живого сечения реки выполняется в 1:500 масштабе. В отличие от продольного профиля, поперечный профиль автодороги строится в одном масштабе как по горизонтали, так и по вертикали. Такой неискаженный масштаб удобен для проектирования на поперечных профилях объемов насыпей и выемок. Для более наглядного изображения живого сечения реки вертикальный масштаб принимаем в два раза крупнее горизонтального, т.е. 1: 250

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



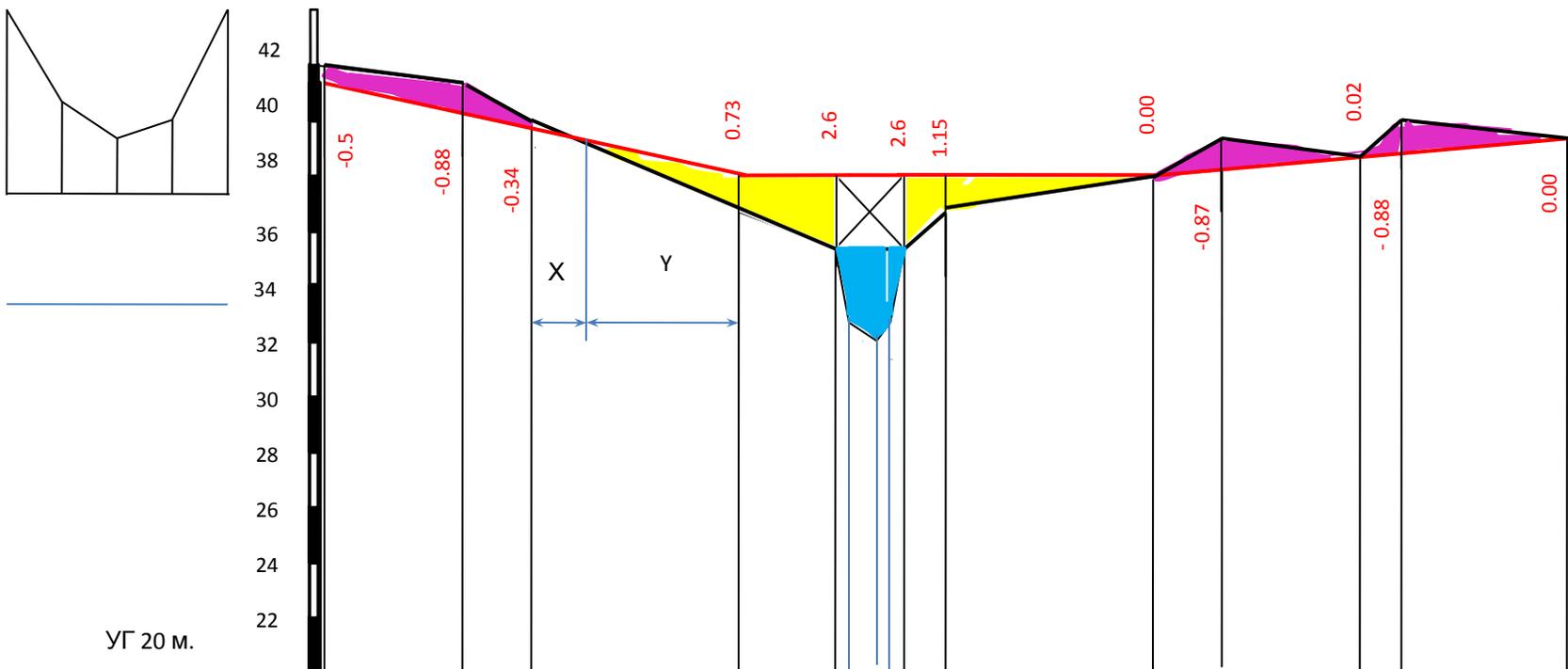
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



УГ 20 м.

Уклоны и расстояния	200		-0.019				0		0.0094		200	
Проектные отметки	41.59	40.26	39.69	37.78	37.78	37.78	37.78	37.78	38.06	38.72	38.91	39.66
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03	37.05	35.18	35.18	36.63	37.78	38.93	38.69	39.79	39.66
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70		ПК1 30		ПК2 44		ПК3 32 24		ПК4 30 70		ПК5 20 80	
План полосы местности	ПК0 ПК6		ПК1		ПК2		ПК3		ПК4		ПК5	
Грунты	Супесь				Суглинки				Супесь			
Прямые и кривые	ЮВ 77° 33'						Φ=60°; R=250; T= 144.34;K=261.67;B= 38.68; Д=27.01				ЮВ 17°33'	
	285.66										52.67	

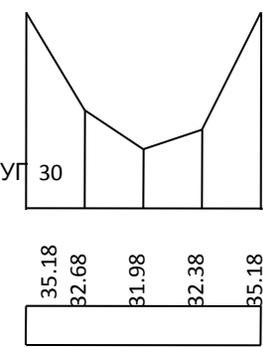
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ



Уклоны и расстояния	200		-0.019				0		0.0094		200		
Проектные отметки	41.59	40.26	39.69	37.78	37.78	37.78	37.78	37.78	38.06	38.72	38.91	39.66	
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03	37.05	35.18	35.18	36.63	37.78	38.93	38.69	39.79	39.66	
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70		ПК1 30		ПК2 44		ПК3 32 24		ПК4 30 70		ПК5 20 80		
План полосы местности	ПК0 ПК6		ПК1		ПК2		ПК3		ПК4		ПК5		
Грунты	Супесь				Суглинки				Супесь				
Прямые и кривые	ЮВ 77° 33'						Ф=60°; R=250; T= 144.34;К=261.67;Б= 38.68; Д=27.01						ЮВ 17°33'
	285.66												52.67

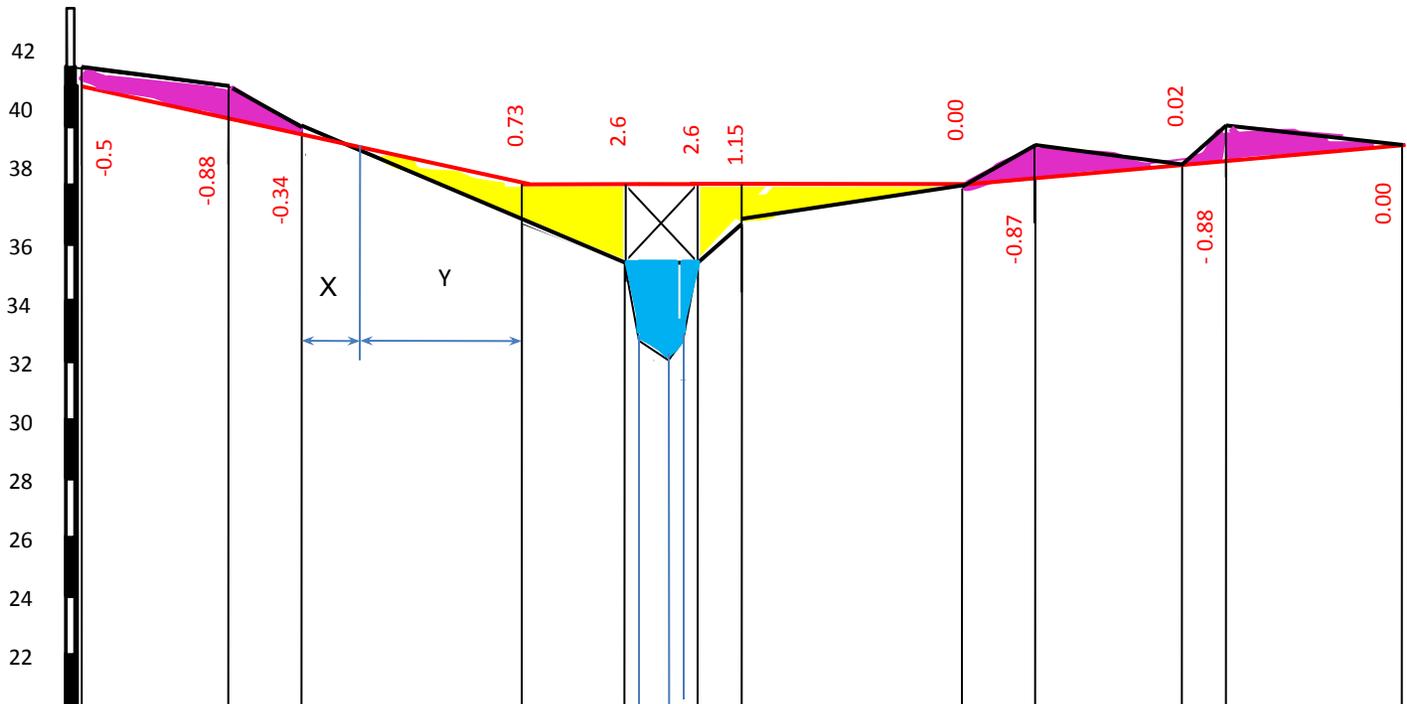
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

Живое сечение реки.

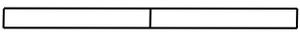
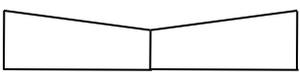


ПК2+44
ПК2+76

УГ 20 м.

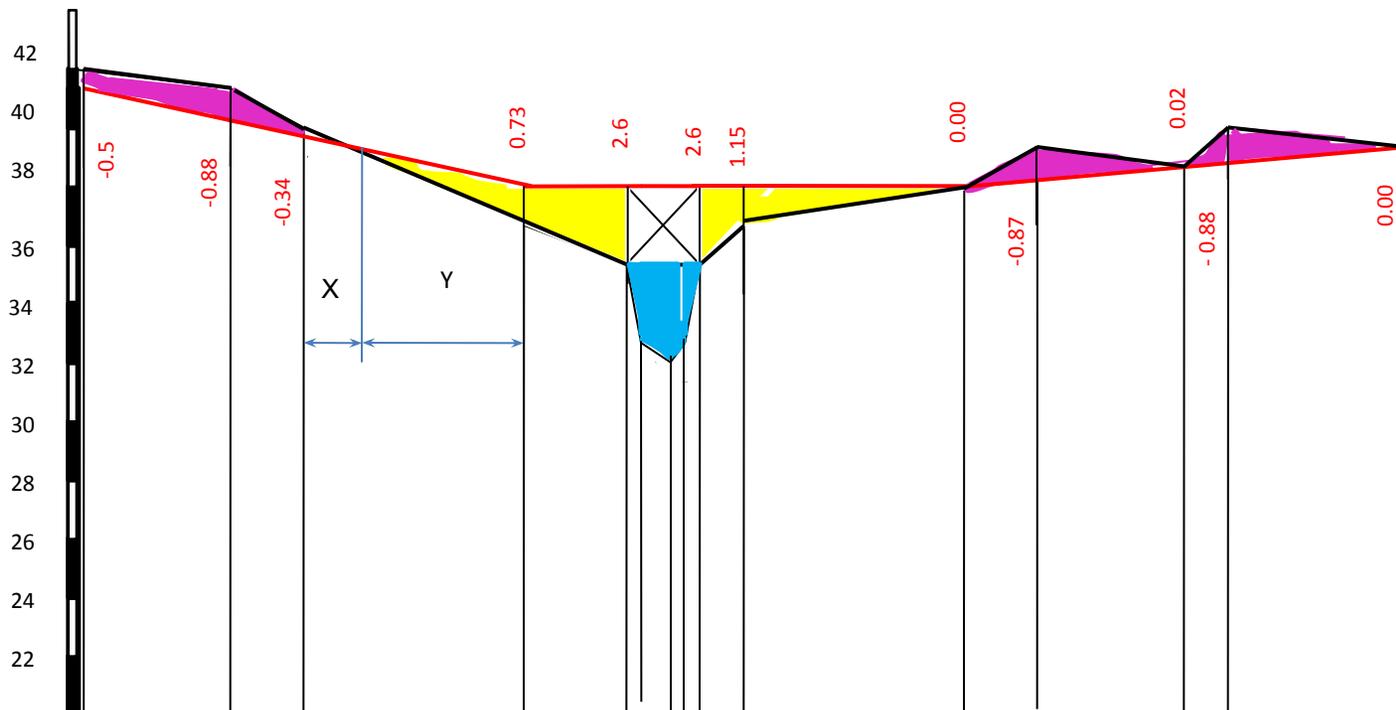
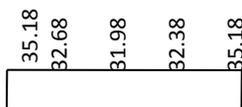
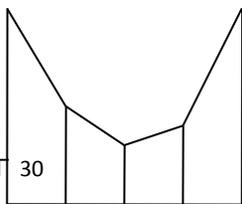


Уклоны и расстояния	200		-0.019				0		0.0094		200	
Проектные отметки	41.59	40.26	39.69	37.78	37.78	37.78	37.78	37.78	38.06	38.72	38.91	39.66
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03	37.05	35.18	35.18	36.63	37.78	38.93	38.69	39.79	39.66
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70		ПК1 30	ПК2 44		32	24	ПК3	ПК4 30	70	ПК5 20	80
План полосы местности	ПК0 ПК6		ПК1		ПК2		ПК3		ПК4	ПК5		
Грунты	Супесь			Суглинки				Супесь				
Прямые и кривые	ЮВ 77° 33'						Φ=60°; R=250; T= 144.34;K=261.67;B= 38.68; Д=27.01				ЮВ 17°33'	
	285.66										52.67	



ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

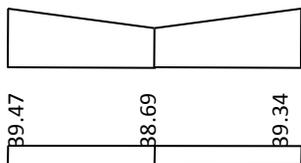
Живое сечение реки.



ПК2+44
ПК2+76

УГ 20 м.

Уклоны и расстояния	200		-0.019				0		0.0094		200	
Проектные отметки	41.59	40.26	39.69	37.78	37.78	37.78	37.78	37.78	38.06	38.72	38.91	39.66
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03	37.05	35.18	35.18	36.63	37.78	38.93	38.69	39.79	39.66
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70		ПК1 30	ПК2 44		32	24	ПК3 30		70	20	80
План полосы местности	ПК0 ПК6		ПК1		ПК2		ПК3		ПК4		ПК5	
	ПК0+70 пашня		ПК2+44 р.Сура		ПК2+76 луг		ПК4+30		ПК5+20 пашня			
Грунты	Супесь			Суглинки				Супесь				
Прямые и кривые	ЮВ 77° 33'						Φ=60°; R=250; T= 144.34;K=261.67;Б= 38.68; Д=27.01					ЮВ 17°33'
	285.66											52.67



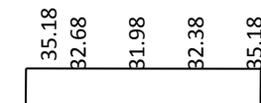
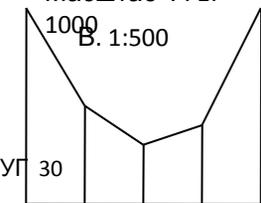
Лево 10 ПК5 Право

Все проектируемые линии и значения изображаются красным цветом.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ

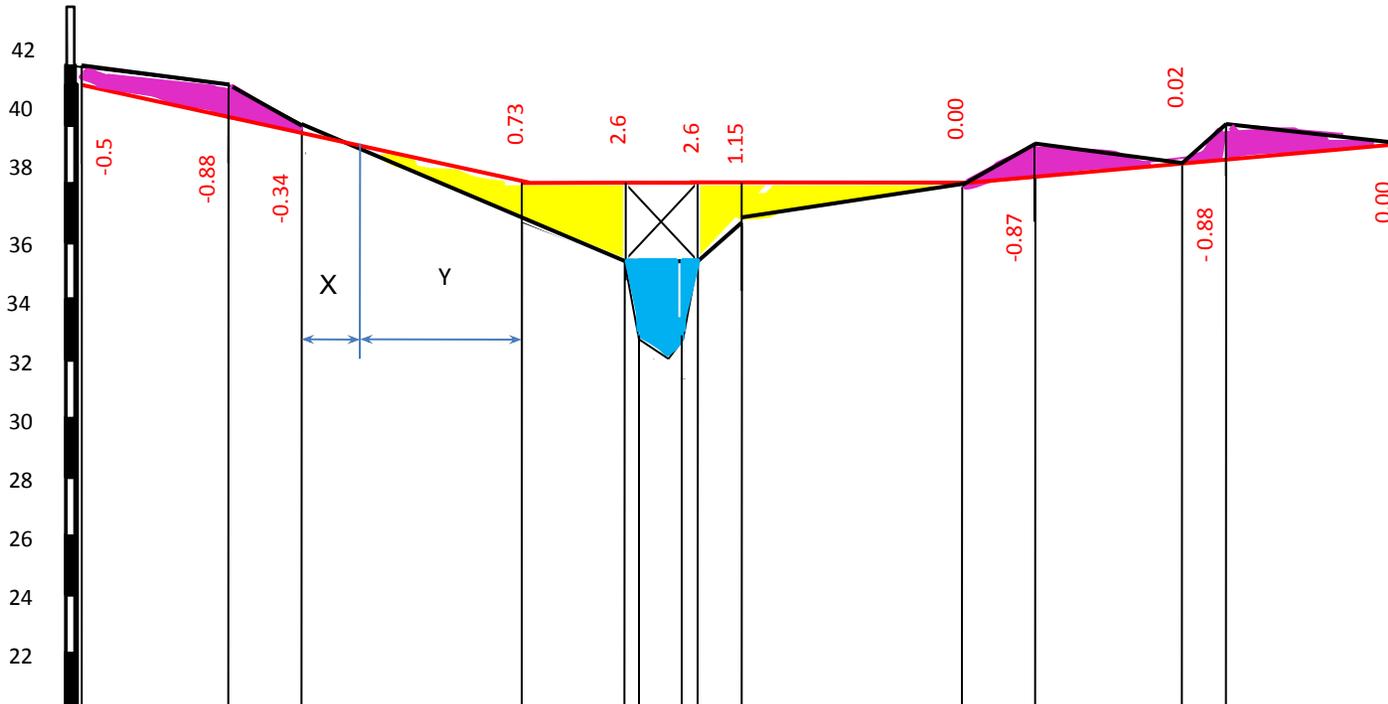
Живое сечение реки.

Масштаб Г. 1:
1000
В. 1:500



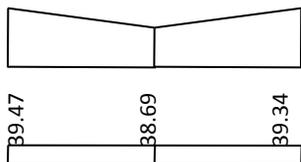
ПК2+44
ПК2+76

УГ 20 м.



Уклоны и расстояния	200		-0.019				0			0.0094		200	
Проектные отметки	41.59	40.26	39.69	37.78	37.78	37.78	37.78	37.78	38.06	38.72	38.91	39.66	
Абсолютные отметки	42.09	41.14	40.03	37.05	35.18	35.18	36.63	37.78	38.93	38.69	39.79	39.66	
Расстояния и пикеты	ПК0 ПК6 70		ПК1 30		ПК2 44		ПК3 32 24		ПК4 30 70		ПК5 20 80		
План полосы местности	ПК0 ПК6		ПК1		ПК2		ПК3		ПК4		ПК5		
Грунты	ПК0+70		пашня		ПК2+44		р.Сура		ПК2+76		луг		
Прямые и кривые	ЮВ 77° 33'		285.66		φ=60°; R=250; T= 144.34;K=261.67;B= 38.68; Д=27.01		ЮВ 17°33'		52.67				

Поперечный профиль
дороги
масштаб 1:500



Леву 10 ПК5 Праву 10

РГР- 2069059-270102-0802258-09			
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ			
у	1	1	
АВТОДОРОГА			
Проек. линия м. 1:2000		ПГУАС ЗиГ гр. ПГС13	

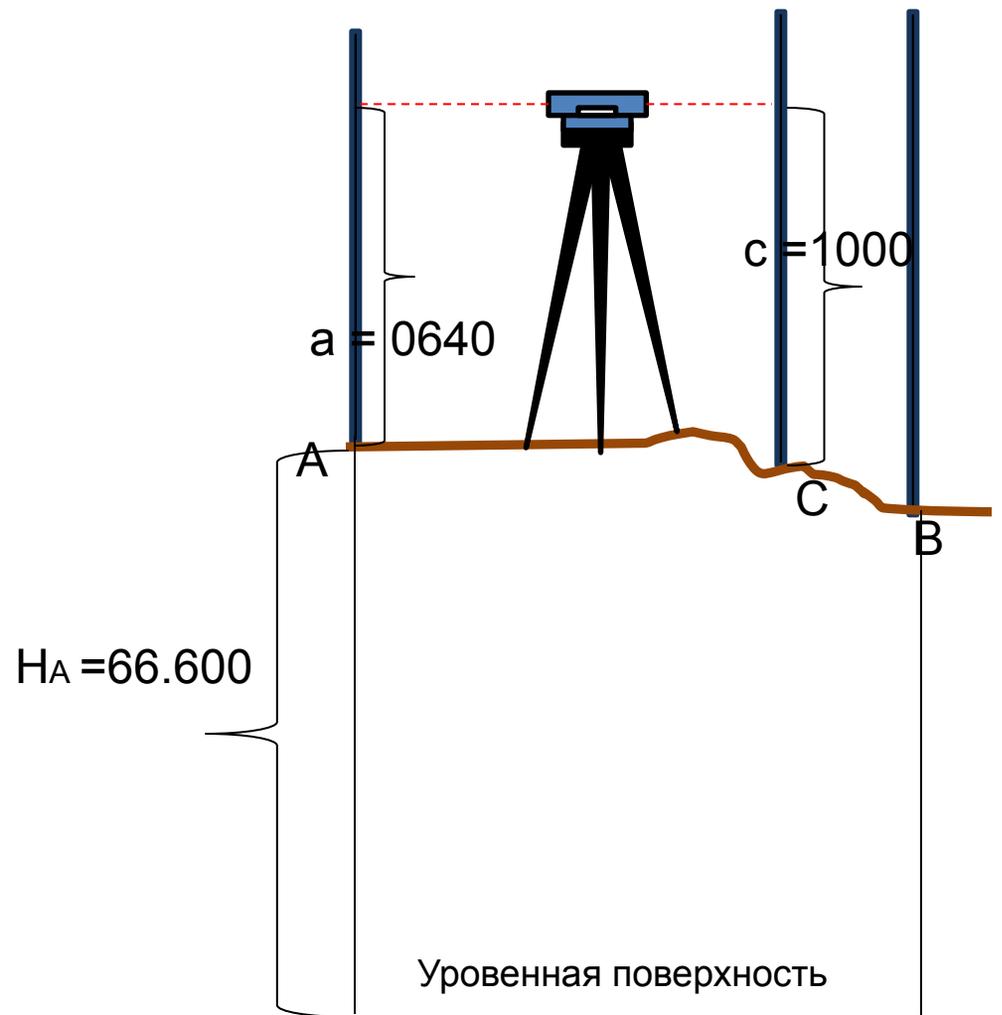
Контрольные вопросы по РГР №3.

1. Что такое трасса? Камеральное трассирование, виды работ.
2. Полевое трассирование. Пикетажный журнал. Как производится разбивка пикетажа?
3. Что такое напряженный ход трассы, как он прокладывается?
4. Особенности нивелирования профиля линейного сооружения. Как осуществляется привязка профиля?
5. Вычисление допустимости невязки нивелирного хода.
6. Вычисление элементов круговой кривой. Что такое тангенс кривой, биссектриса, домер?
7. Каким способом осуществляется вынос пикета на кривую?
8. Как рассчитывается проектный уклон автодороги?
9. Что означает знак рабочей отметки? Как рассчитывается расстояние до линии нулевых работ?
10. Как определяется румб нового направления после поворота трассы?

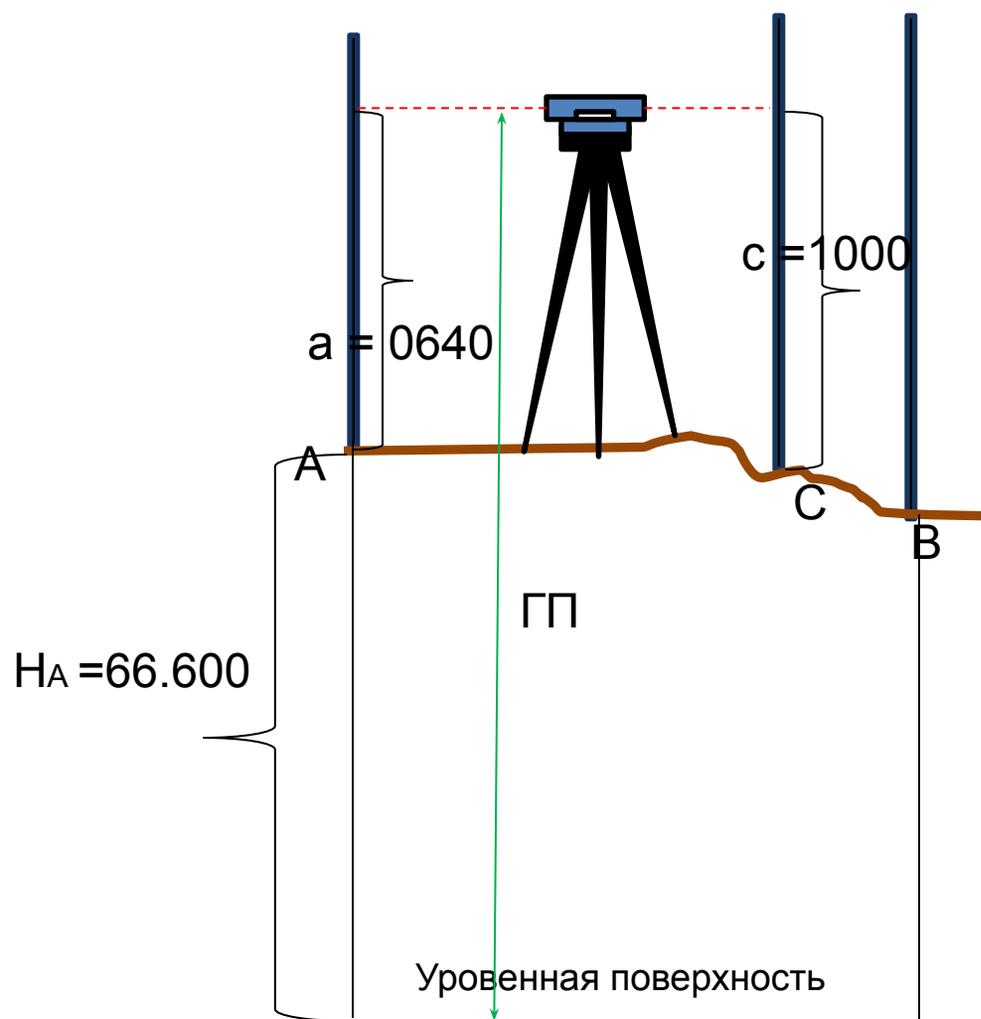
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ РГР №3.

Задача №1. Вычислить отметку промежуточной точки, если отметка задней точки равна 66.600 м., отсчет по рейке на нее равен 0640 мм. Отсчет по рейке на промежуточной точке равен 1000 мм. привести рисунок.

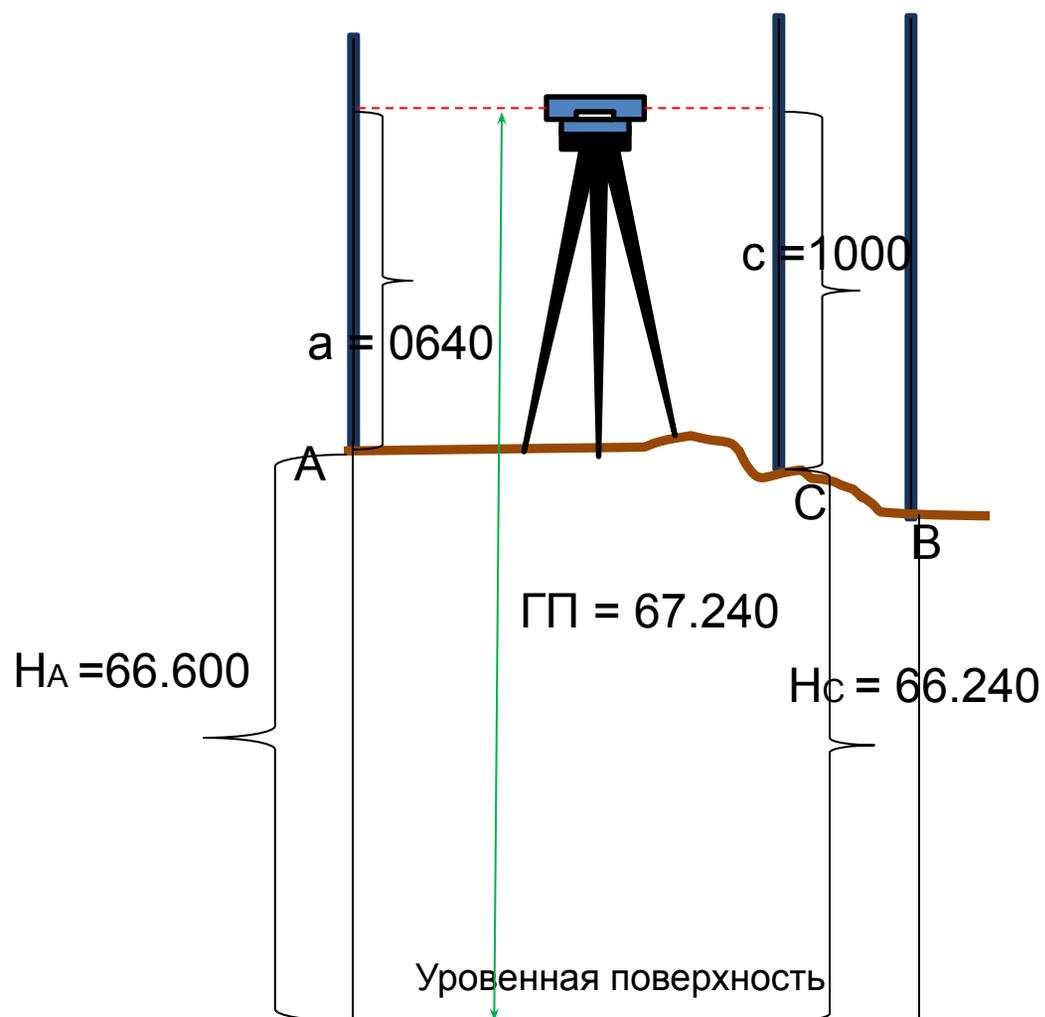
Решение: Определяем значение горизонта прибора.



$$\Gamma\Pi = H_A + a = 66.600 + 0640 = 67.240 \text{ м.}$$



Определяем абсолютную отметку промежуточной точки
 $H_c = \text{ГП} - c = 67.240 - 1000 = 66.240 \text{ м.}$
Ответ: $H_c = 66.240 \text{ м.}$



Задача №2. С достаточной ли точностью произведено нивелирование трассы длиной 3 километра, если сумма измеренных превышений равна $h_{\text{пол.}} = -6.140$ м. Отметки реперов к которым привязана трасса равны $H_{\text{Рп1}} = 96.125$ м., $H_{\text{Рп2}} = 89.966$ м.

Решение: Определяем превышения между реперами 1 и 2.

$$h_{\text{ист.}} = H_{\text{РП2}} - H_{\text{РП1}} = 89.966 - 96.125 = - 6.159 \text{ м.}$$

Вычисленное превышение является истинным , так как оно получено по результатам нивелирования более высокого класса. Находим разницу между полученным и истинным превышениями.

$$fh = h_{\text{пол.}} - h_{\text{ист.}} = - 6.140 - (-6.159) = 0.019 \text{ м.} = 19 \text{ мм.}$$

Определяем допустимую невязку хода по формуле:

$f_{h_{\text{доп.}}} = \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} = 86.6 \text{ мм.}$, где $L=3$ – длина трассы в км. Сравниваем допустимую невязку с полученной $86.6 \text{ мм} > 19 \text{ мм.}$ и делаем вывод, что нивелирование проведено правильно.

Ответ: Нивелирование проведено верно.

Задача №3. Даны отметки точек $H_A = 39.45$ м. и $H_B = 30.26$ м., а также уклон по линии АВ ($i_{AB} = - 0.02$)
Определить расстояние между точками А и В.

Решение: Находим превышение между точками :

$$h_{AB} = H_B - H_A = 30.26 - 39.45 = -9.19 \text{ м.}$$

$$d_{AB} = h / I = -9.19 / -0.02 = 459.5 \text{ м.}$$

Ответ: $d_{AB} = 459.5 \text{ м.}$

Задача №4. вычислить проектную отметку на ПК3+85,
если проектная отметка на ПК1+35 равна 34.76 м., а
уклон проектной линии на отрезке ПК1 – ПК4 = - 0.02

Решение: Вычисляем расстояние от ПК1+35 до ПК3+85.

$d = 385 - 135 = 250$ м. Находим превышение между этими точками: $h = -0.02 \cdot 250 = -5$ м.

Вычисляем отметку $H_{\text{ПК3+85}} = H_{\text{ПК1+35}} + h = 34.76 - 5 = 29.76$ м.

Ответ: $H_{\text{ПК3+85}} = 29.76$ м.

Задача №5. Найти положение главных точек кривой на трассе (пикетажные значения), если ВУ = ПК0+90.28, $\varphi_{л.} = 35^{\circ}45'$, $R = 100\text{ м.}$, $T = 32.25\text{ м.}$, $K = 62.40\text{ м.}$, $B = 5.07\text{ м.}$, $D = 2.10\text{ м.}$

Находим значения главных точек кривой:

$$\text{Начало кривой НК} = \text{ВУ} - \text{T} = 90.28 - 32.25 = 58.03 \text{ м.}$$

$$\text{Конец кривой КК} = \text{НК} + \text{K} = 58.03 + 62.40 = 120.43 \text{ м.}$$

Производим контроль наших расчетов:

$$\text{КК} = \text{ВУ} + \text{T} - \text{Д} = 90.28 + 32.25 - 2.10 = 120.43 \text{ м.}$$

$$\text{СК} = \text{НК} + \text{K}/2 = 58.03 + 31.20 = 89.23 \text{ м.}$$

$$\text{СК} = \text{КК} - \text{K}/2 = 120.43 - 31.20 = 89.23 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: НК} = 58.03 \text{ м., КК} = 120.43 \text{ м., СК} = 89.23 \text{ м.}$$

Задача №6. Найти пикетажные значения начала и конца круговой кривой, если вершина угла $VU = ПК4 + 37.50$ м., $R = 700$ м., $\varphi = 20^\circ 30'$, $T = 126.58$ м., $K = 250.45$ м., $B = 11.35$ м., $D = 2.71$ м.

Решение: находим значение главных точек кривой:

$$НК = ВУ - Т = 437.5 - 126.58 = 310.92 \text{ м.}$$

$$КК = НК + К = 310.92 + 250.45 = 561.37 \text{ м.}$$

Контроль:

$$КК = ВУ + Т - Д = 437.5 + 126.58 - 2.71 = 561.37 \text{ м.}$$

Ответ: НК = 310.92 м., КК = 561.37 м.

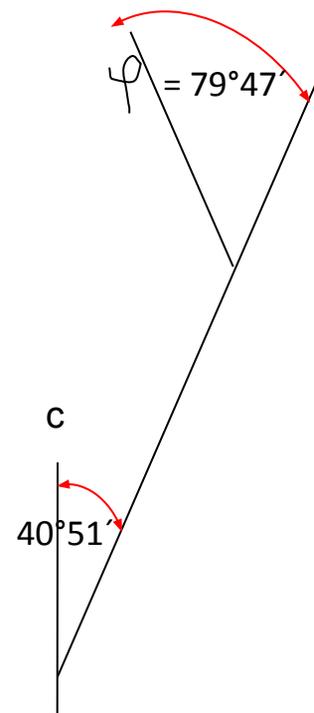
Задача №7. Дано направление трассы до поворота $r_1 = СВ 40^\circ 51'$ и угол поворота $\varphi_{л} = 79^\circ 47'$. Определить румб нового направления. Привести рисунок.

р

Решение: Находим дирекционный угол первого направления: $\alpha_1 = r_1 = 40^\circ 51'$, так как угол соответствует первой четверти.

Определяем дирекционный угол последующего направления:

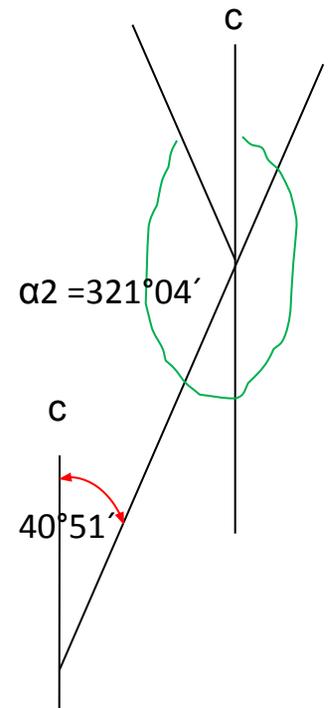
$$\alpha_2 = \alpha_1 - \varphi_{\text{л}} = 40^\circ 51' - 79^\circ 47' = (40^\circ 51' + 360^\circ) - 79^\circ 47' = 321^\circ 04'$$



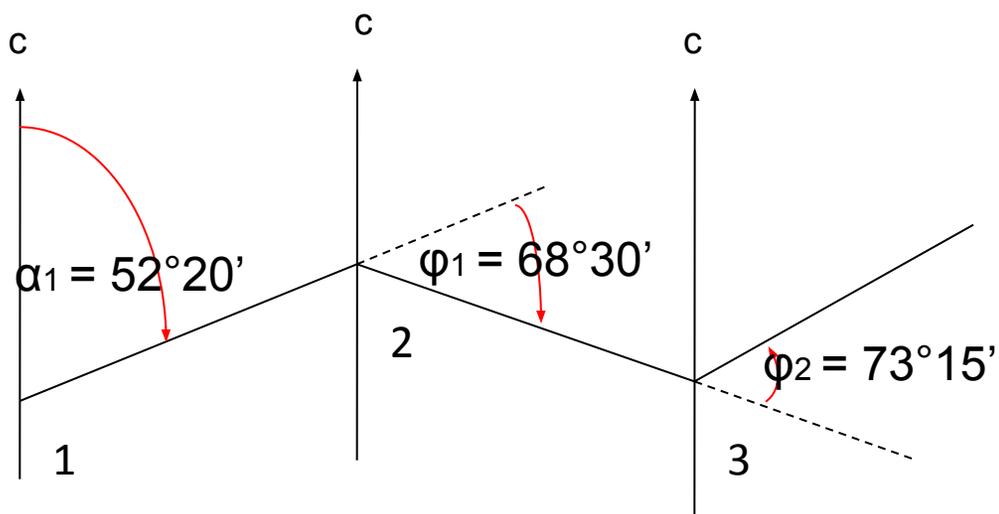
Определяем румб нового направления:

$r_2 = 360^\circ - 321^\circ 04' = \text{СЗ } 38^\circ 56'$, так как направление отвечает четвертой четверти.

Ответ: $r_2 = \text{СЗ } 38^\circ 56'$



Задача №8. по данным рисунка определите и подпишите направление участков трассы (румбы).

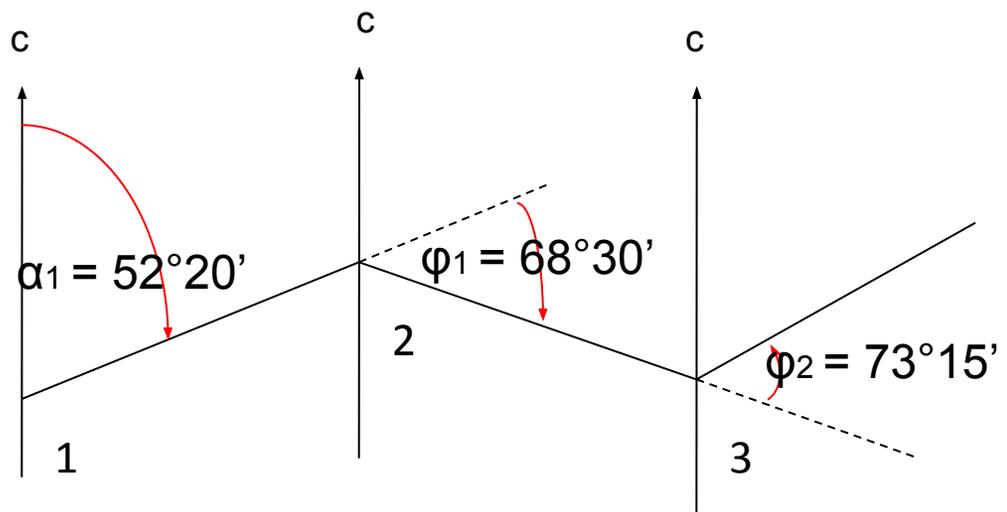


Решение: Определяем румб первого направления

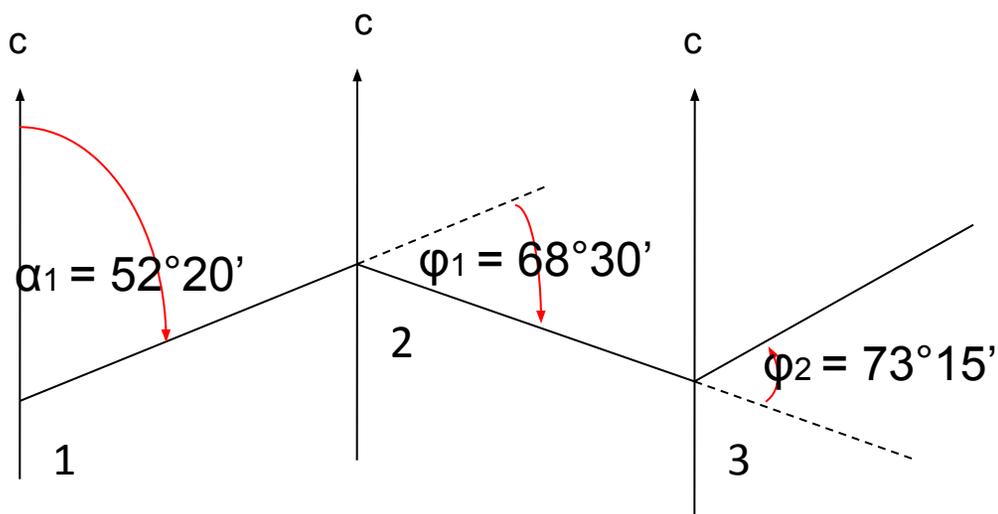
$$r_1 = \alpha_1 = \text{СВ } 52^\circ 20'$$

Определяем дирекционный угол второго направления:

$\alpha_2 = \alpha_1 + \varphi_1 = 52^\circ 20' + 68^\circ 30' = 120^\circ 50'$, так как угол поворота правый. $r_2 = 180^\circ - 120^\circ 50' = \text{ЮВ } 59^\circ 10'$, так как направление отвечает второй четверти.

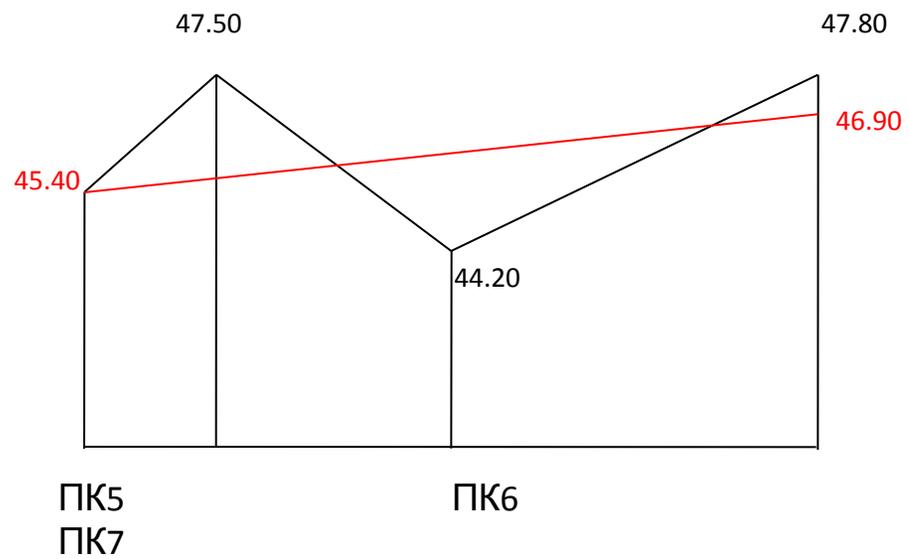


Определяем дирекционный угол третьего направления:
 $\alpha_3 = \alpha_2 - \varphi_2 = 120^\circ 50' - 73^\circ 15' = 47^\circ 35'$, так как угол поворота левый. Определяем румб третьего направления: $r_3 = \alpha_3 = \text{СВ } 47^\circ 35'$, так как направление отвечает первой четверти.



Ответ: $r_1 = \text{СВ } 52^\circ 20'$, $r_2 = \text{ЮВ } 59^\circ 10'$, $r_3 = \text{СВ } 47^\circ 35'$.

Задача №9. Определить расстояние до точки нулевых работ между ПК6 и ПК7.



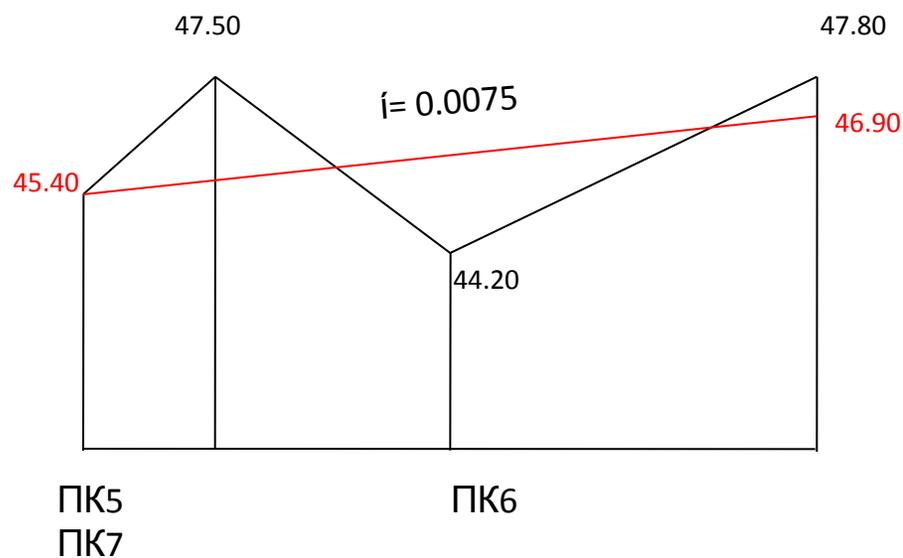
Решение: Определяем уклон проектной линии ПК5 – ПК7.

$$i = h/d = 1.5/200 = 0.0075$$

$$h = H_{\text{пр.ПК7}} - H_{\text{пр.ПК5}} = 46.90 - 45.40 = 1.5 \text{ м.}$$

Находим проектную отметку ПК6

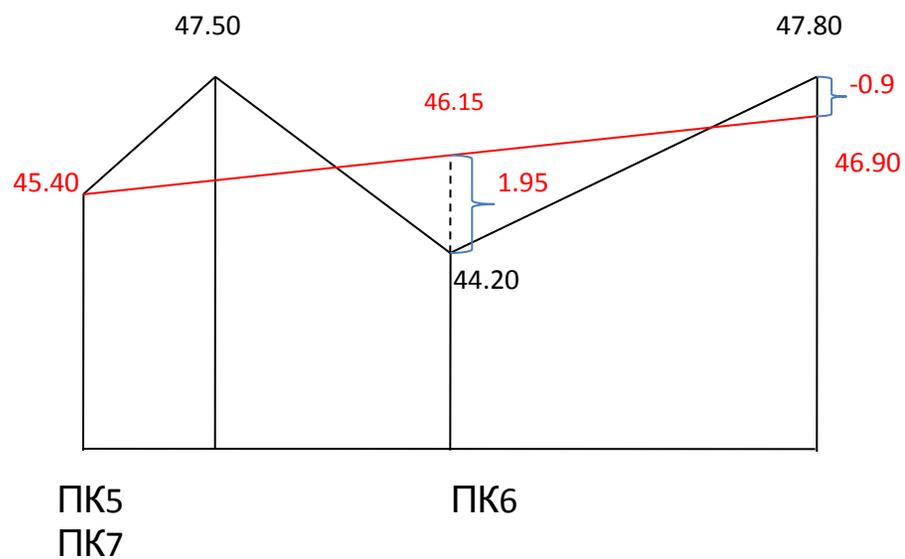
$$H_{\text{пр.ПК6}} = H_{\text{пр.ПК5}} + i \cdot d = 45.40 + (0.0075 \cdot 100) = 46.15 \text{ м.}$$



вычисляем рабочие отметки на ПК6 и ПК7.

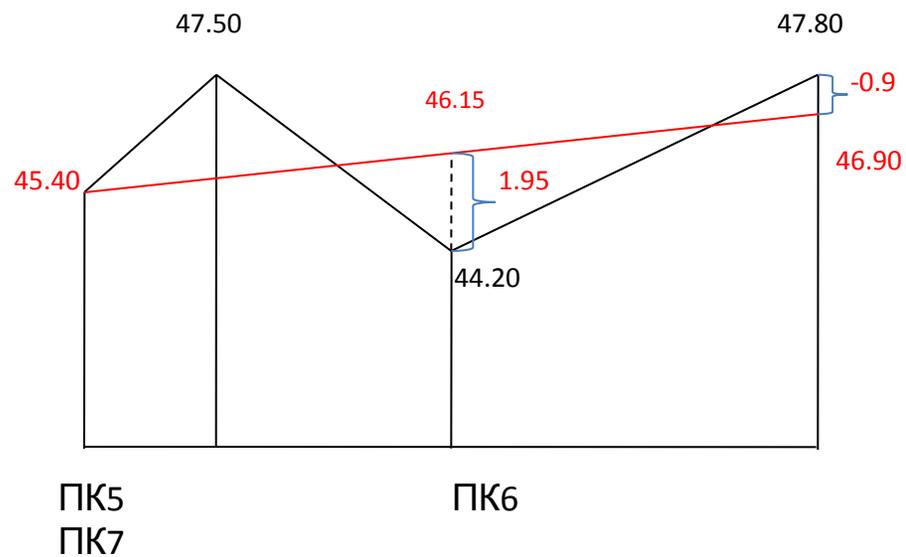
$$hr_1 = H_{\text{пр.ПК6}} - H_{\text{ПК6}} = 46.15 - 44.20 = 1.95 \text{ м.}$$

$$hr_2 = H_{\text{пр.ПК7}} - H_{\text{ПК7}} = 46.90 - 47.80 = -0.9 \text{ м.}$$

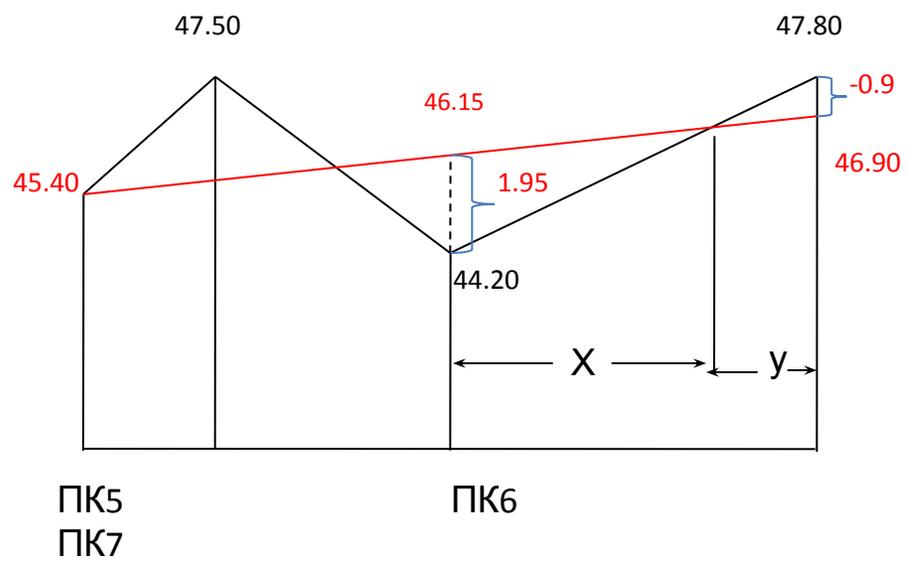


$$X = \frac{|hr_1|}{|hr_1| + |hr_2|} \cdot d = \frac{|1.95|}{|1.95| + |-0.9|} \cdot 100 = 68.42 \text{ м.}$$

$$Y = \frac{|hr_2|}{|hr_2| + |hr_1|} \cdot d = \frac{|-0.9|}{|-0.9| + |1.95|} \cdot 100 = 31.58 \text{ м.}$$

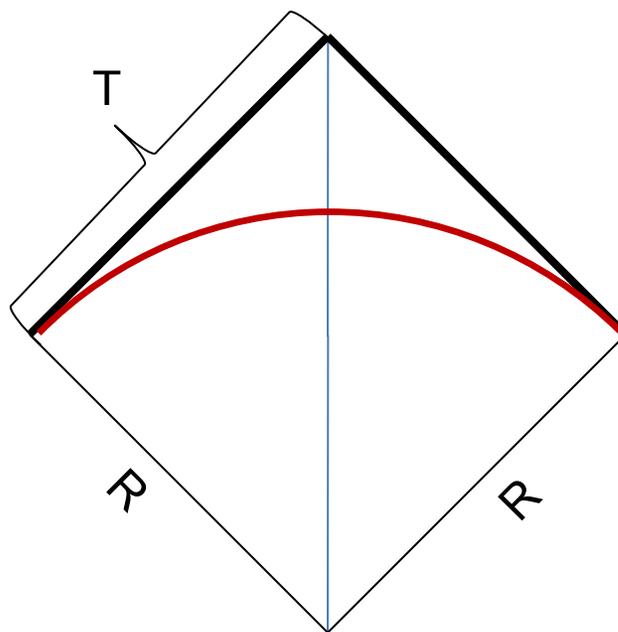


$X + Y = 68.42 + 31.58 = 100 \text{ м.}$
Ответ: $X = 68.42 \text{ м.}, Y = 31.58 \text{ м.}$

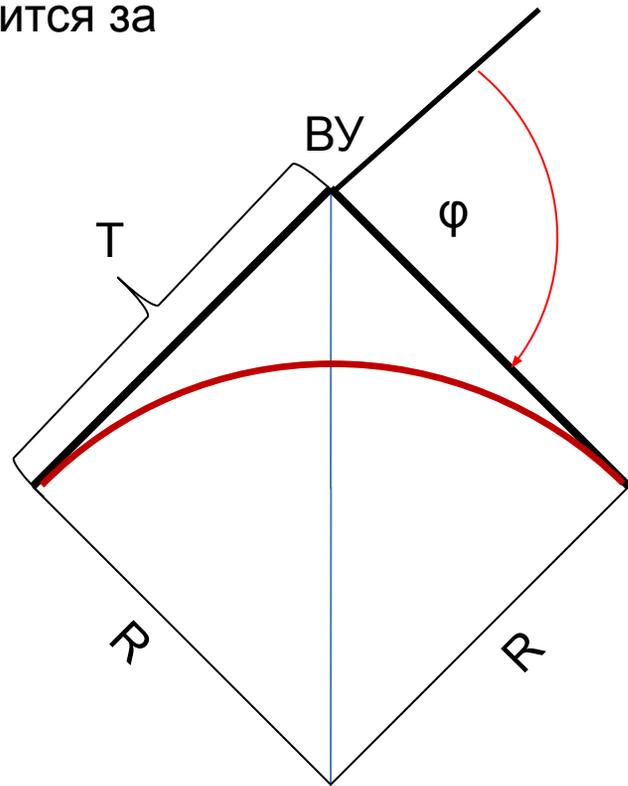


Задача №10. Вычислить прямоугольные координаты для выноса ПК2 с тангенса на кривую, если вершина угла поворота ($ВУ = ПК1+80$), угол поворота $\varphi = 90^\circ$, а радиус кривой $R = 100$ м. Привести рисунок.

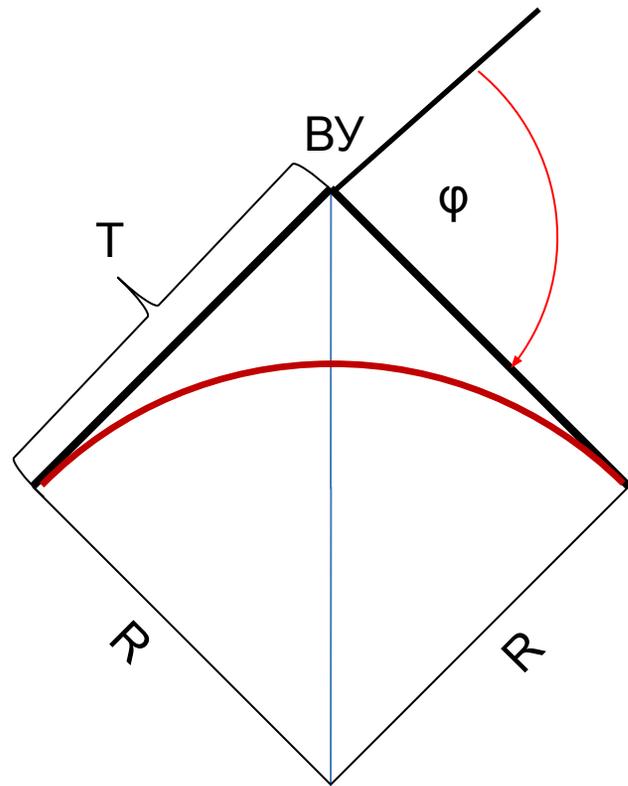
При угле поворота $\varphi = 90^\circ$, $T = R = 100\text{м}$.



Вершина угла равна ПК1+80, т.е. в 80 метрах от пикета №1, следовательно ПК2 находится за поворотом трассы.



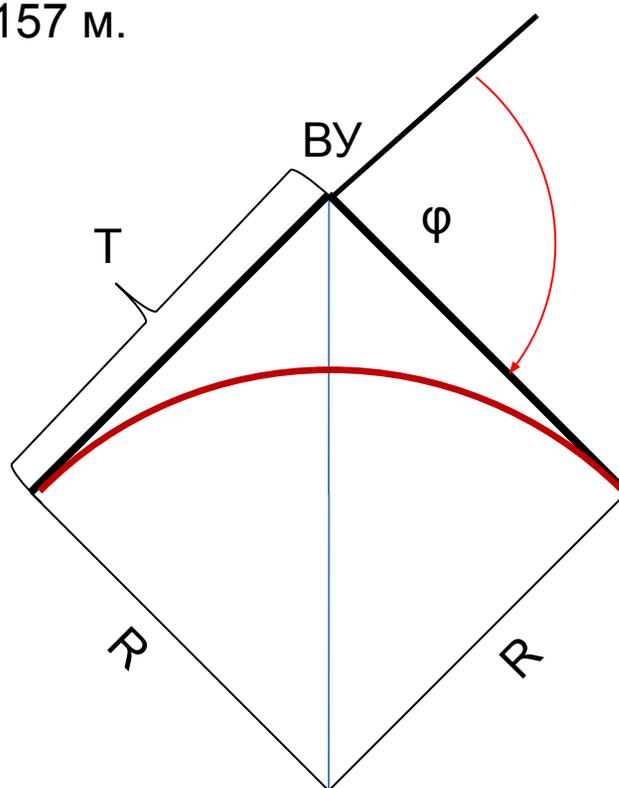
Тогда S находится по формуле $S = KK - PK^2$



Вычисляем остальные элементы кривой:

$$K = \pi R (\varphi / 180^\circ) = 3.14 \cdot 100 \cdot 0.5 = 157 \text{ м.}$$

$$D = 2T - K = 200 - 157 = 43 \text{ м.}$$



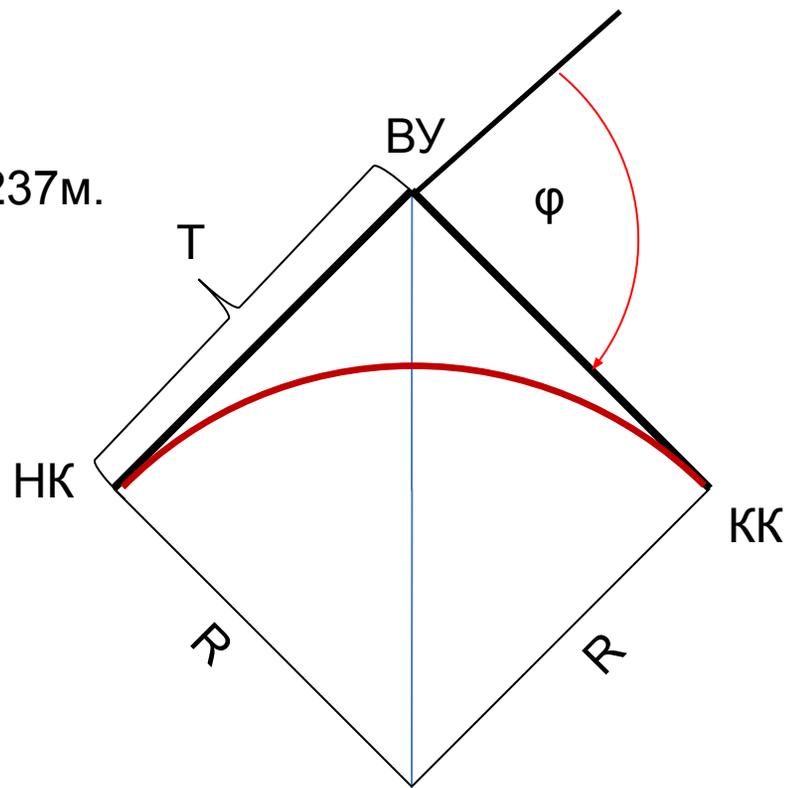
Находим пикетажные значения главных точек кривой.

$$НК = ВУ - Т = 180 - 100 = 80 \text{ м.}$$

$$КК = НК + К = 80 + 157 = 237 \text{ м.}$$

Контроль:

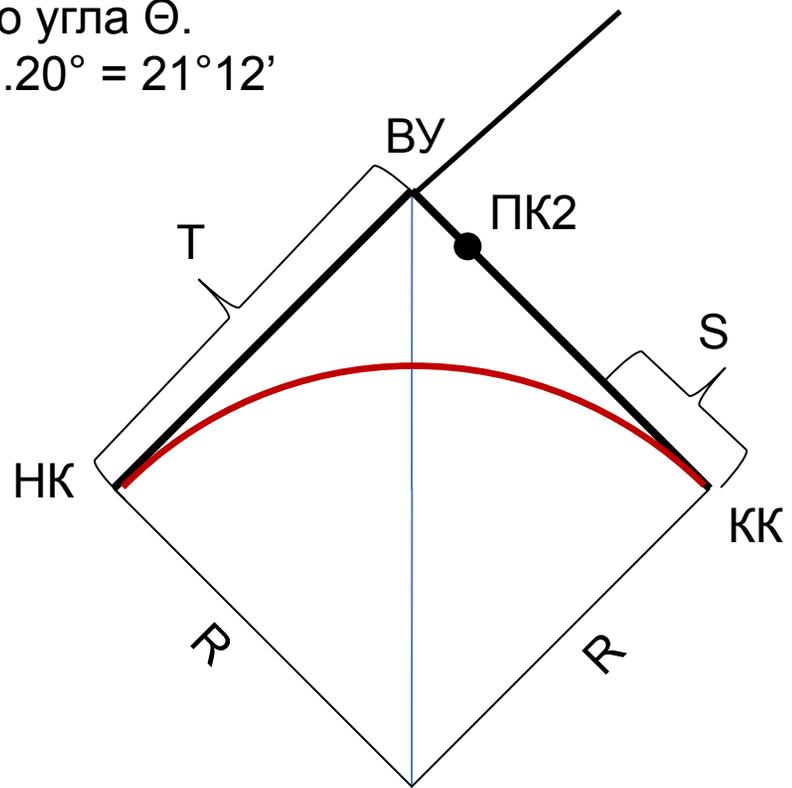
$$КК = ВУ + Т - Д = 180 + 100 - 43 = 237 \text{ м.}$$



Находим значение $S = KK - ПК2 = 237 - 200 = 37$ м.

Определяем величину внутреннего угла Θ .

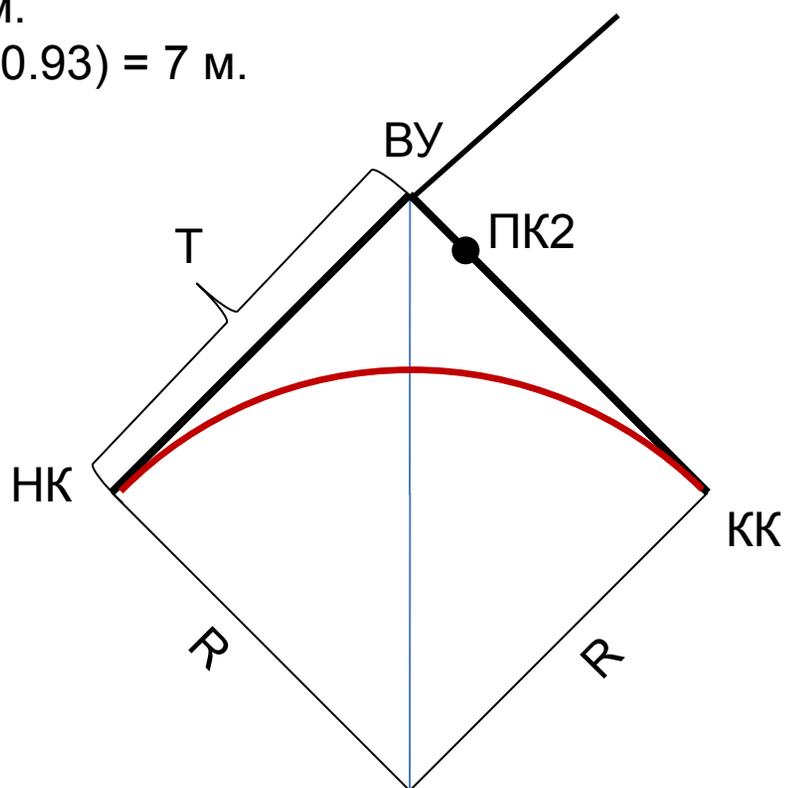
$$\Theta = (S/R) \cdot \rho = (37/100) \cdot 57.3^\circ = 21.20^\circ = 21^\circ 12'$$



Вычисляем координаты X и Y :

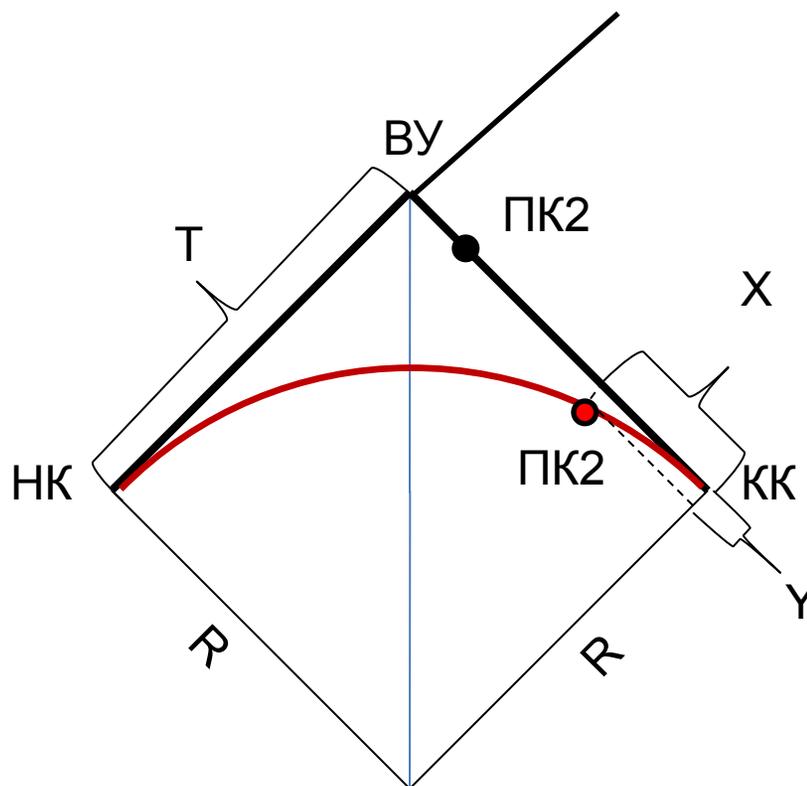
$$X = R \cdot \sin 21^{\circ}12' = 100 \cdot 0.36 = 36 \text{ м.}$$

$$Y = R \cdot (1 - \cos 21^{\circ}12') = 100 \cdot (1 - 0.93) = 7 \text{ м.}$$

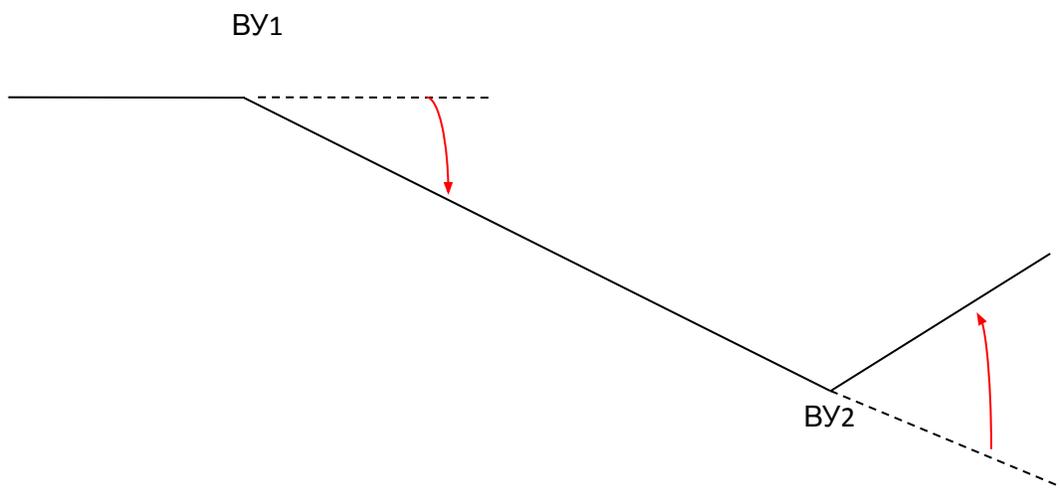


Находим положение ПК2 на кривой.

Ответ: $X = 36$ м., $Y = 7$ м.



Задача №11. Определить длину прямоугольного участка трассы между двумя поворотами, если $R_1=700\text{ м.}$, $\varphi_{1п} = 20^\circ 30'$, $T_1=126.58\text{ м.}$, $K_1 = 250.46\text{ м.}$, $B_1 = 11.35\text{ м.}$, $D_1 = 2.70\text{ м.}$
 $R_2=400\text{ м.}$, $\varphi_{2л} = 45^\circ$, $T_2=165.69\text{ м.}$, $K_2 = 314.16\text{ м.}$, $B_2=32.96\text{ м.}$, $D_2 = 17.22\text{ м.}$ Известно положение точек поворота на трассе $BУ1 = \text{ПК}3+18.2$, $BУ2 = \text{ПК}20+25.0$.

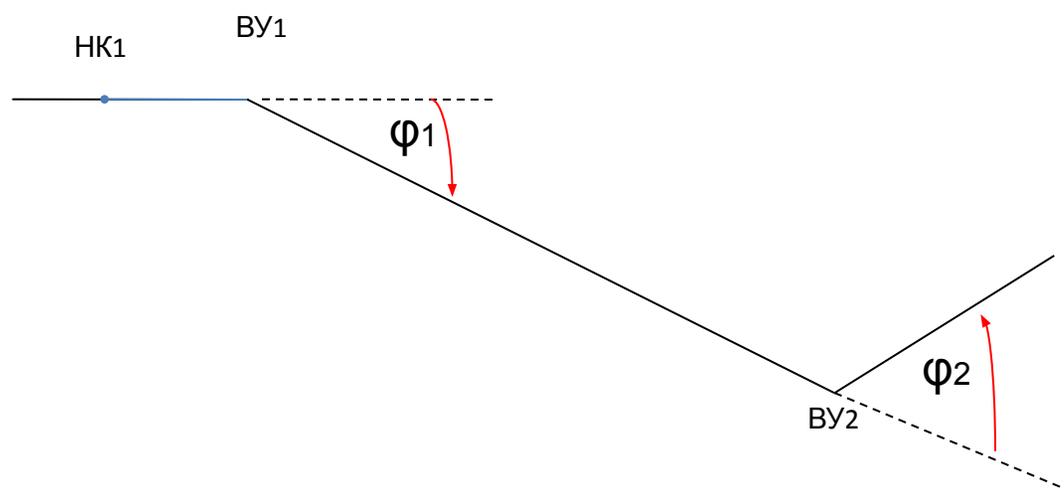


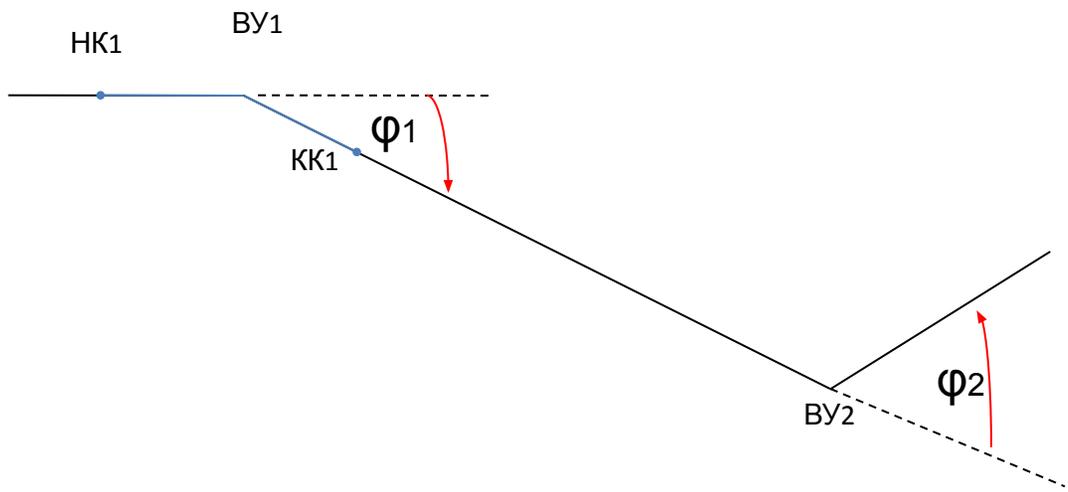
Находим главные точки первой кривой:

$$HK1 = BU1 - T_1 = 318.2 - 126.58 = 191.62 \text{ м.}$$

$$KK1 = HK1 + K_1 = 191.62 + 250.46 = 442.08 \text{ м.}$$

$$KK1 = BU1 + T_1 - D_1 = 318.2 + 126.58 - 2.70 = 442.08 \text{ м.}$$



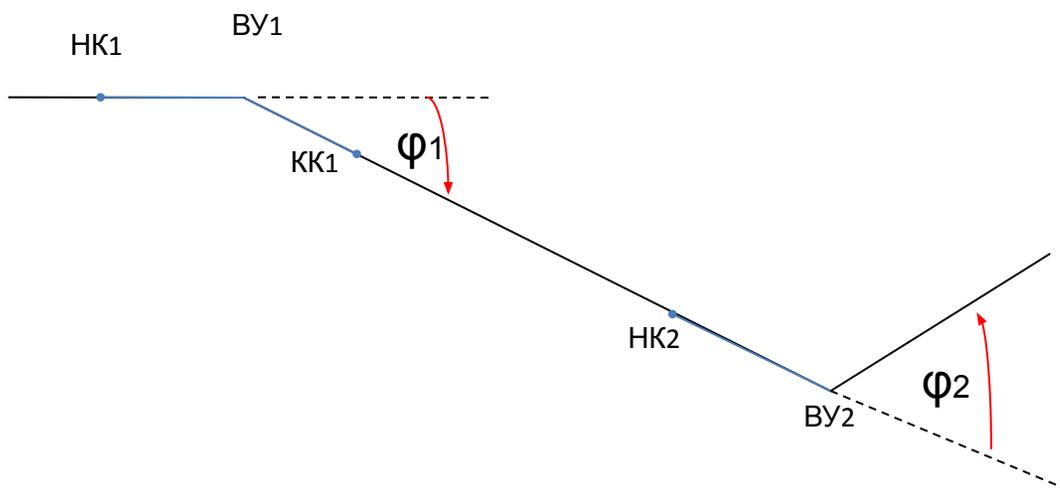


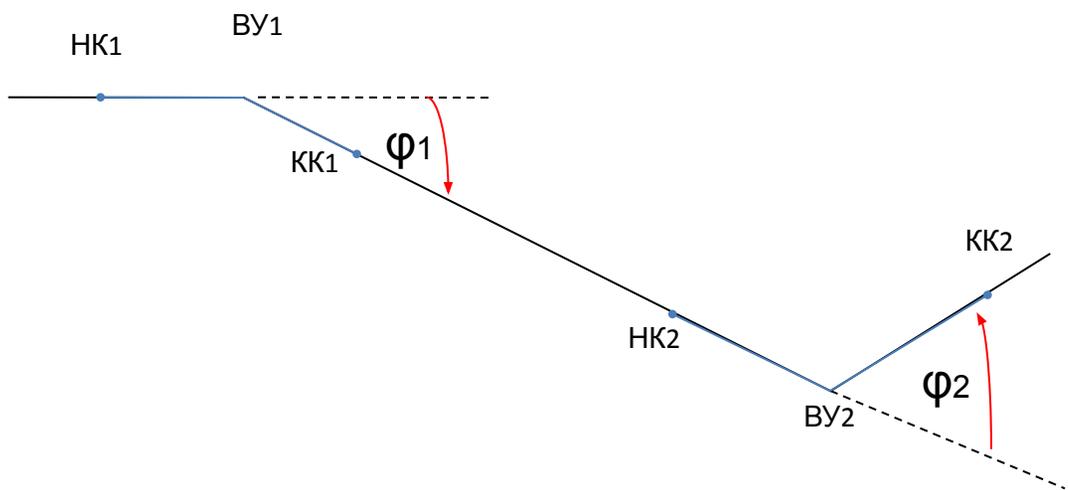
Находим главные точки второй кривой.

$$HK2 = BU2 - T_2 = 2025.00 - 165.69 = 1859.31 \text{ м.}$$

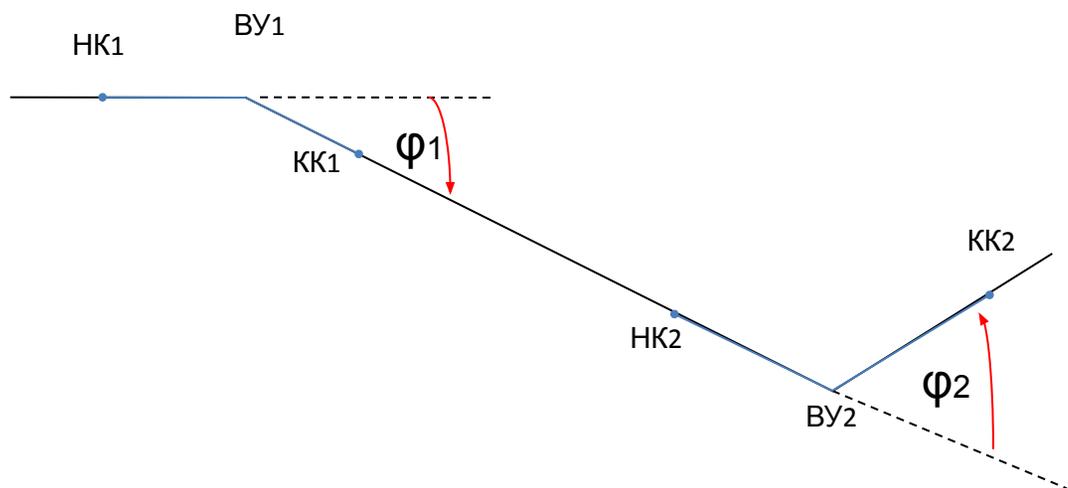
$$KK2 = HK2 + K_2 = 1859.31 + 314.16 = 2173.47 \text{ м.}$$

$$KK2 = BU2 + T_2 - D_2 = 2025.00 + 165.69 - 17.22 = 2173.47 \text{ м.}$$



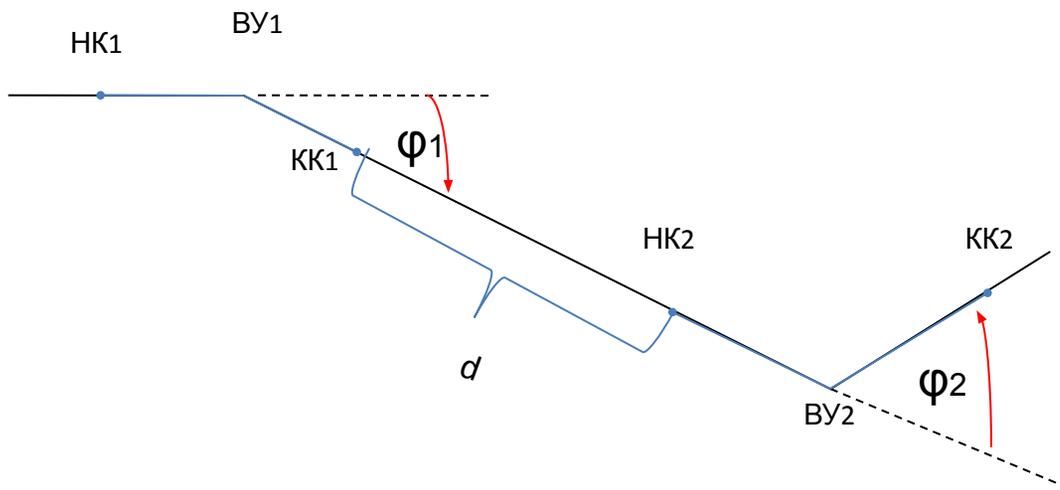


Как видно из рисунка расстояние между двумя кривыми равно $HK2 - KK1$

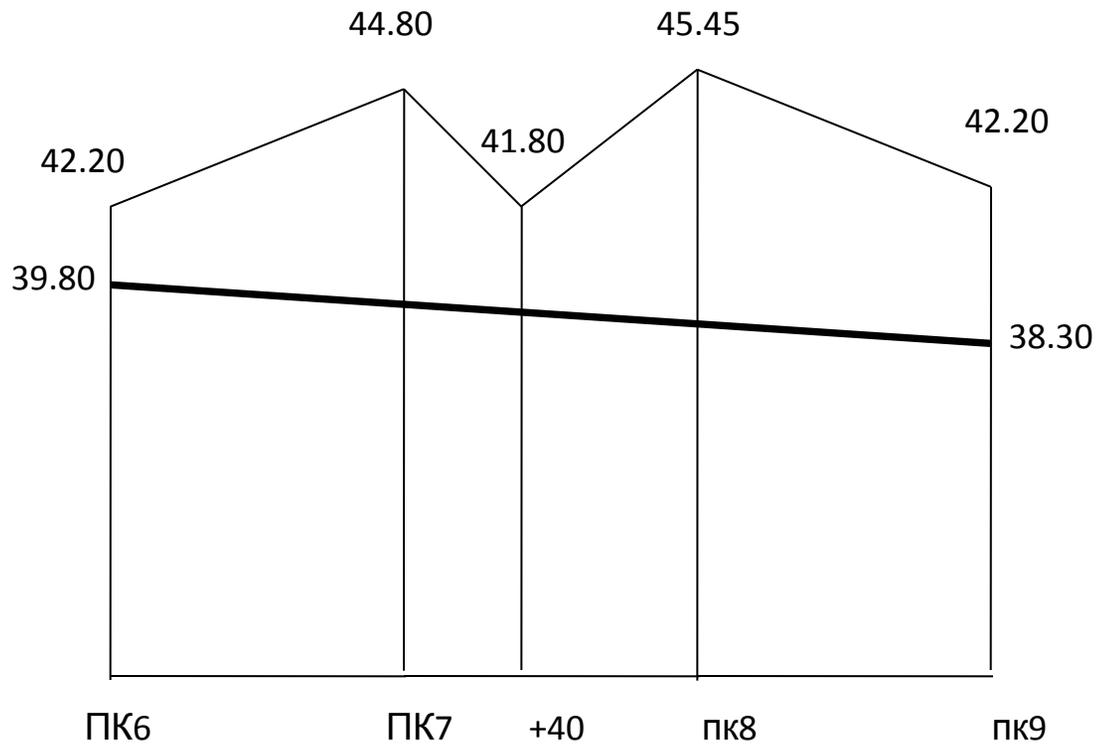


$$d = HK2 - KK1 = 1859.31 - 442.08 = 1417.23 \text{ м.}$$

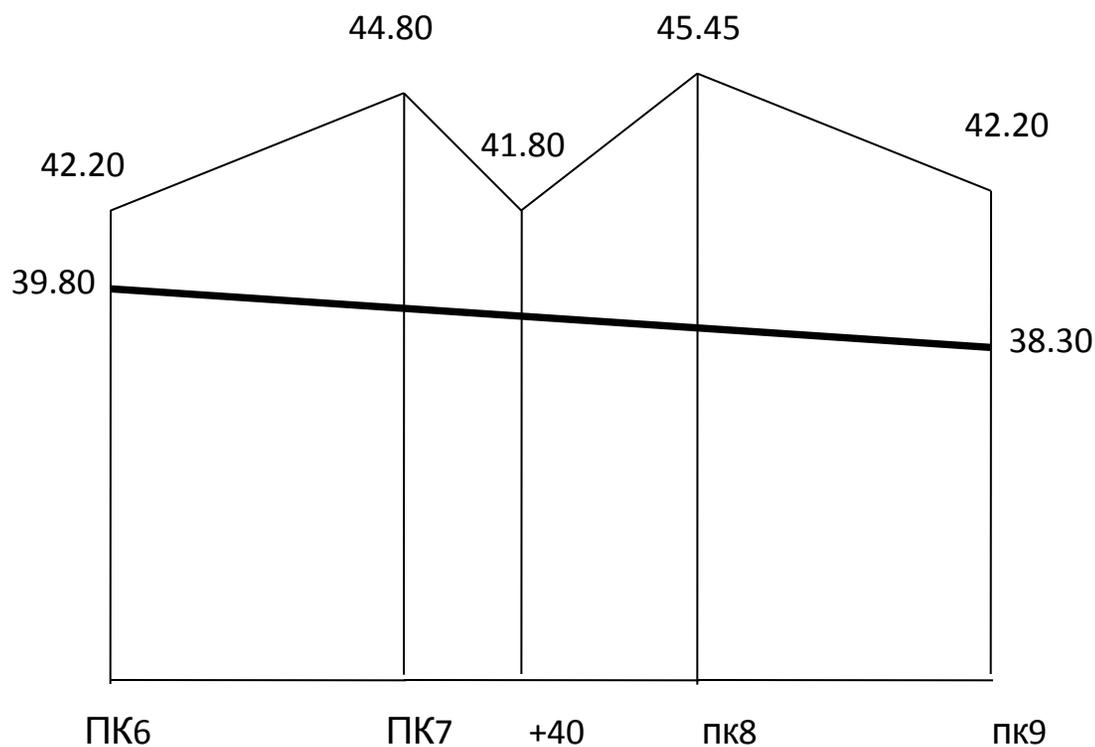
Ответ: $d = 1417.23 \text{ м.}$



Задача №12. Определить глубину заложения трубопровода на ПК7+40. Данные взять с рисунка.

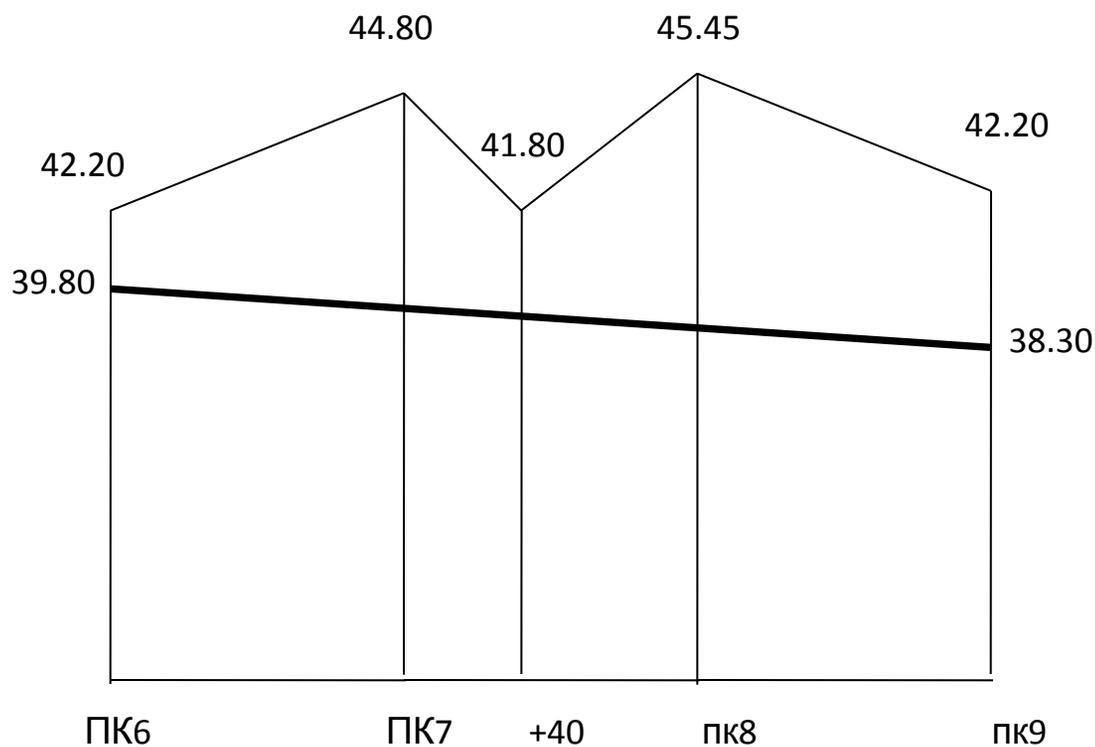


Определяем уклон по линии ПК6 – ПК9,
 $i = h/d = -1.5/300 = -0.005$, где $d = \text{ПК9} - \text{ПК6} = 300 \text{ м.}$
 $h = H_{\text{пр.ПК9}} - H_{\text{пр.ПК6}} = 38.30 - 39.80 = -1.5 \text{ м.}$



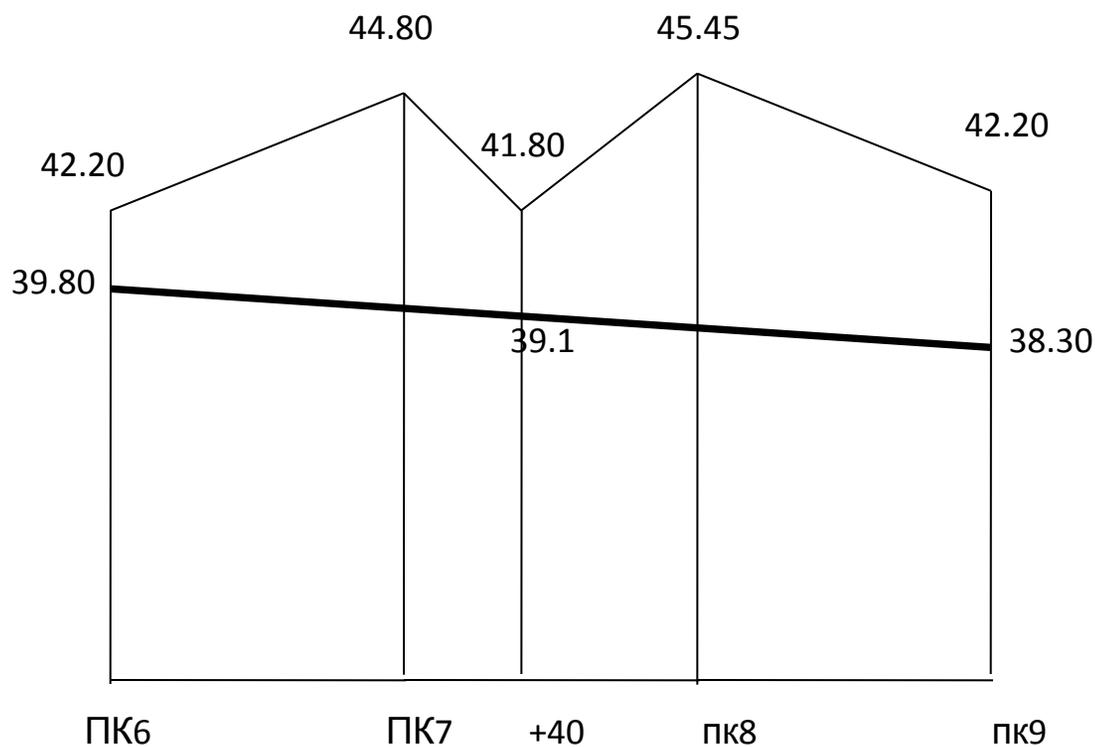
Определяем проектную отметку точки ПК7+40.

$$H_{\text{пр.ПК7+40}} = H_{\text{пр.ПК6}} + I \cdot d_{\text{ПК6} - \text{ПК7+40}} = 39.80 + (-0.005 \cdot 140) = 39.10 \text{ м.}$$

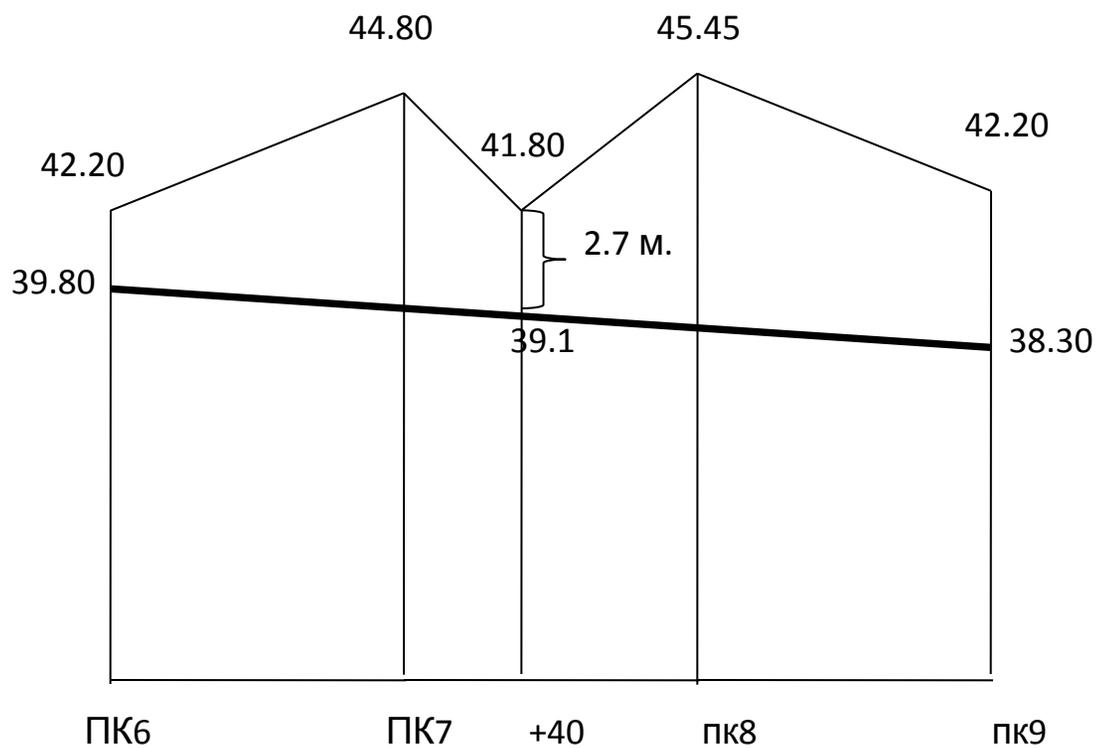


Вычисляем рабочую отметку в точке ПК7+40.

$h_r = 39.1 - 41.80 = -2.7$ м. Отрицательный знак рабочей отметки свидетельствует о том, что проектная отметка находится на 2.7 метра ниже поверхности земли.



Ответ: Глубина заложения трубопровода равна 2.7 метра.



Литература:

1. Кулешов Д. А.; Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей. - М.: Недра, 1990, 256 с.
2. Стороженко А.Ф.; Некрасов О.К. Инженерная геодезия: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1993.- 256с.
3. Хаметов Т. И. ; Громада Э.К.; Харькова Г.Г.; Тюкленкова Е.П. Практикум по инженерной геодезии: Учебное пособие 2 изд., доп. - Пенза: ПГАСА, 2003. – 241 с.
4. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. М.: высшая школа. 2004.