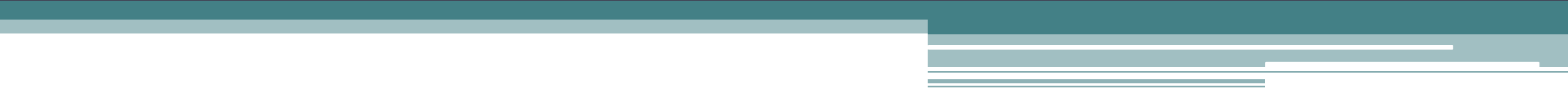


# Тема: «Дорога в продольном профиле»

A decorative graphic element consisting of a solid teal horizontal bar at the top, followed by a white horizontal bar, and then three thin, parallel teal lines on the right side of the white bar.

## **Цель лекции:**

- **ознакомить с понятиями продольного профиля и требованиями к проектированию в нем трассы автомобильной дороги;**
- **рассмотреть последовательность построения продольного профиля;**
- **изучить виды вертикальных кривых и особенности их вписывания;**
- **рассмотреть методику подсчета объема земляных работ.**

# **Вопросы лекции:**

- **1. Понятие продольного профиля и требования к проектированию в нем трассы дороги.**
- **2. Нанесение проектной линии на продольный профиль.**
- **3. Последовательность построения продольного профиля.**
- **4. Переломы продольного профиля и вставка вертикальных кривых.**
- **5. Подсчет объемов земляных работ.**

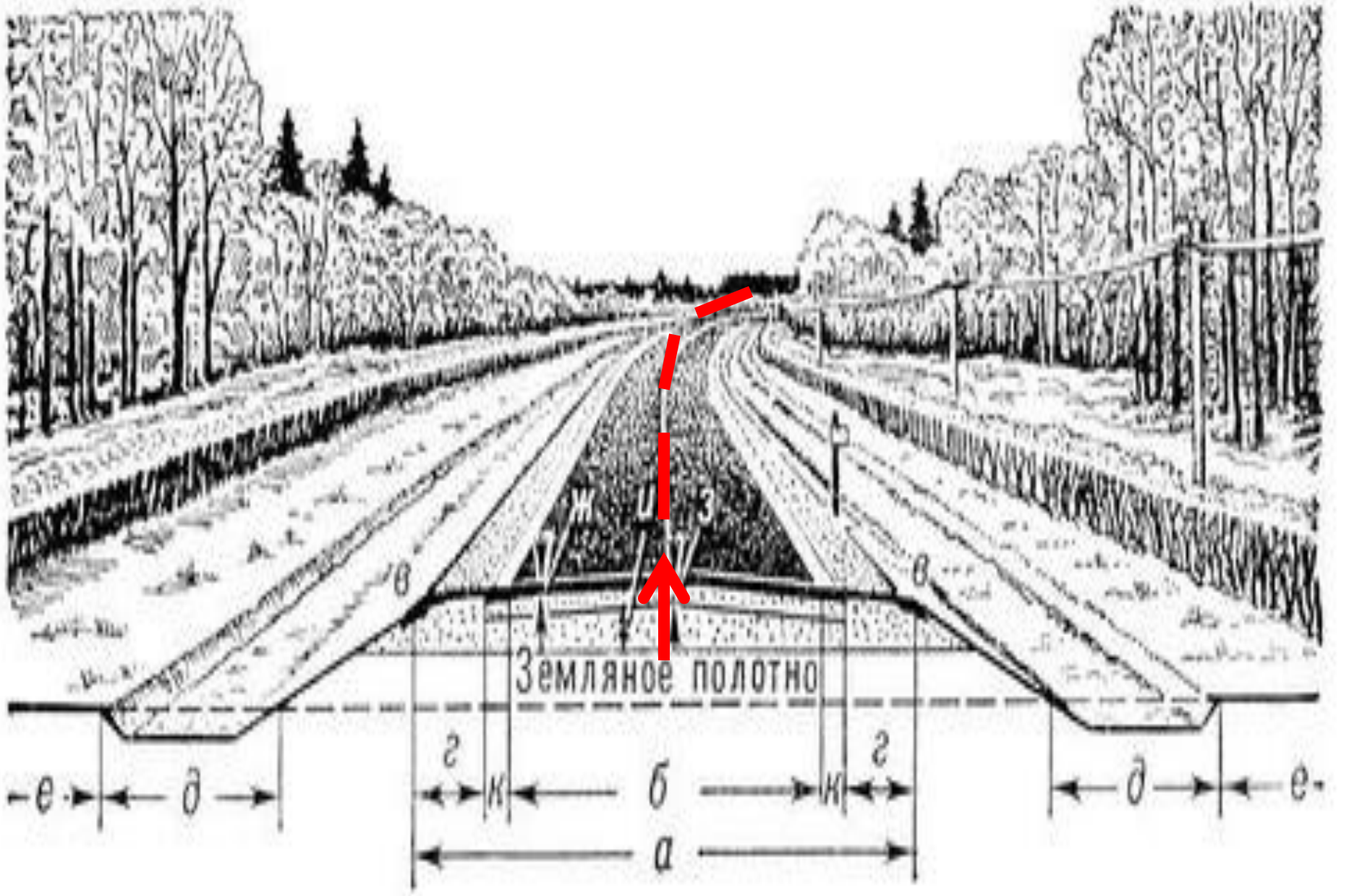
## Литература:

1. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 45-3.03-19-2006. Минск: Мин-во архитектуры и строительства, 2006.
2. Дороги местного значения. / Под ред. Г.А. Кузнецова. – М.: Агропромиздат, 1986.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. – М.: Автотранспорт, 1987.
4. Проектирование автомобильных дорог. Справочник инженера-дорожника. / Под ред. Г.А. Федотова. – М.: Транспорт, 1989.
5. Автомобильные дороги. Проектирование и строительство. / Под ред. В.Ф. Бабкова, В.К. Некрасова, Г. Щилиянова. – М.: Транспорт, 1983.
6. Бойчук В.С. Проектирование сельскохозяйственных дорог и площадок. – М.: Колос, 1996.

# **1. Понятие продольного профиля и требования к проектированию в нем трассы дороги**

***Продольный профиль автомобильной дороги*** – графическое изображение сечения дороги вертикальной плоскостью, проходящей через её продольную ось.

***Продольный профиль*** – характеризует крутизну отдельных участков дороги, измеряемую продольным уклоном и отражает положение проезжей части через её продольную ось.





# Продольный профиль дороги

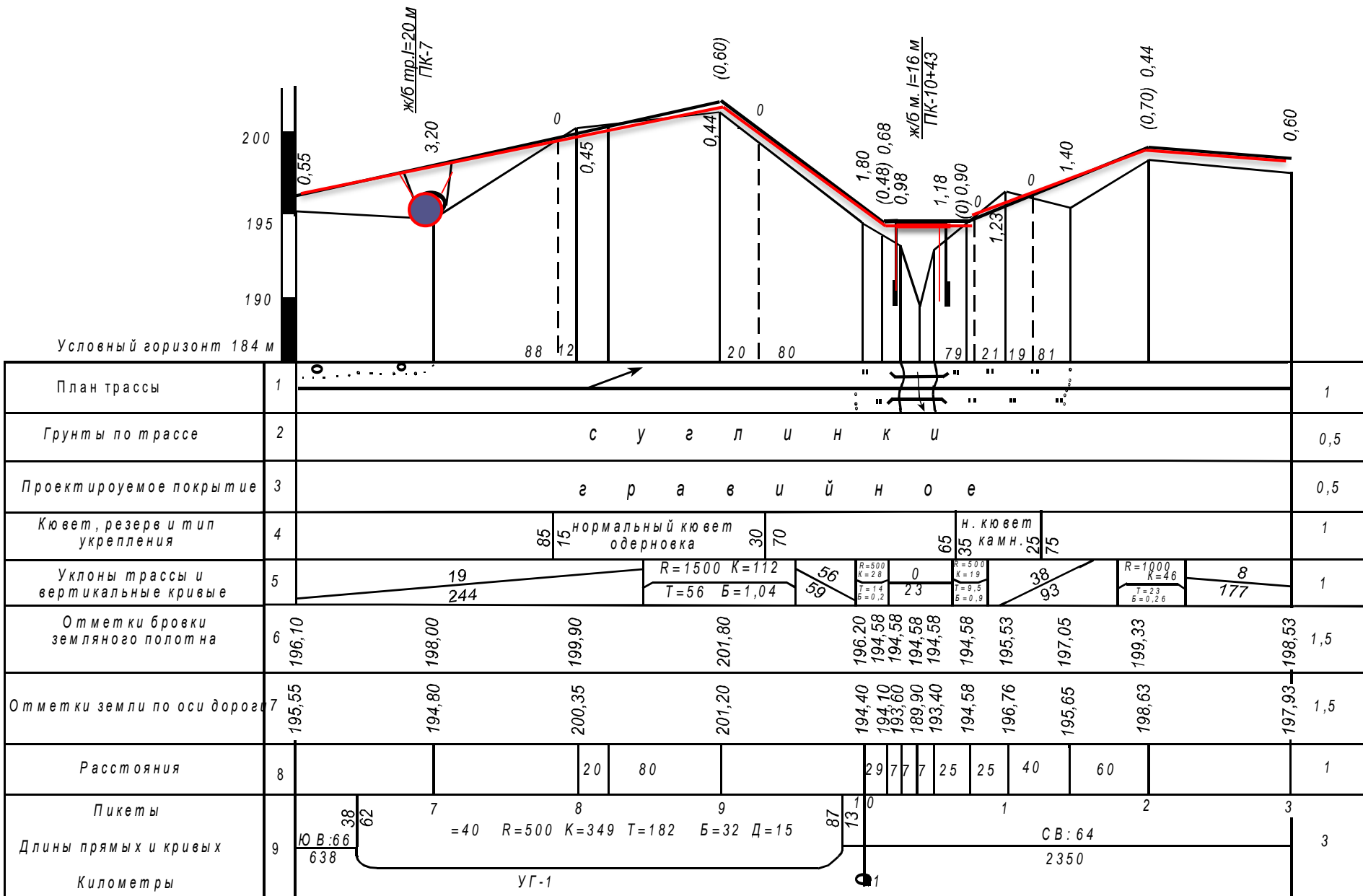
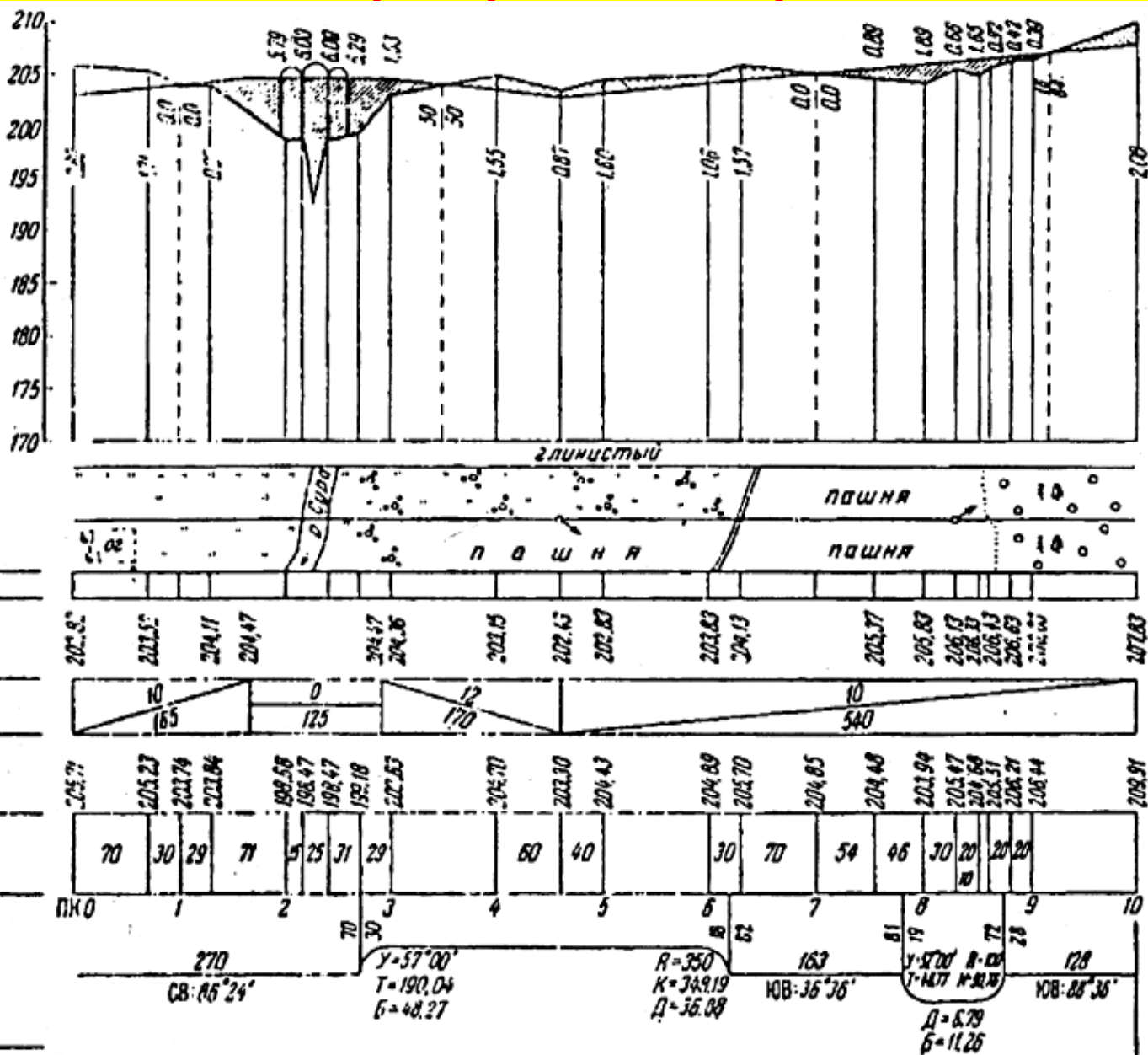


Рисунок 3.1. Продольный профиль дороги

# Продольный профиль дороги

Масштабы горизонтальный 1:5000  
вертикальный 1:500

№ п/п	широта	мм в масштабе	наименование
1	5		Сетка профиля
			Условный горизонт 170 м
2	20		План трассы
3	5		Расстояния
4	15		Проектные (красные) отметки по оси
5	10		Уклоны проектной линии
6	15		Отметки земли (черные отметки)
7	10		Расстояния
8	30		Пикеты, прямые и кривые
9	10		Километры



# На продольном профиле отображают:

- 1. Линию поверхности земли (или оси дороги) до постройки (черная линия);
- 2. Проектную или красную линию (положение характеризуется отметками бровки земляного полотна);
- 3. Разрез грунтовой толщи по оси дороги, показывающий чередование и мощность отдельных напластований;
- 4. Около проектной линии выписывают рабочие отметки:  
Выше проектной линии – высоту насыпи; ниже – глубину выемки в метрах;
- 5. Уклоны проектной линии;
- 6. Развёрнутый план трассы;
- 7. Значения и пикетажное положение элементов вертикальных кривых;
- 8. Значения элементов и пикетажное положение кривых в плане;
- 9. Уклоны, расстояния, высотные отметки и типы укрепления правого и левого кюветов.

# Продольный профиль

- Масштаб вертикальный в 10 раз превышает горизонтальный.
- Вертикальный – 1:500;
- Горизонтальный – 1:5000.

# Исходные данные для проектирования дороги в продольном профиле

- **Категория дороги**, определяющая ее основные технические параметры (допустимые продольные уклоны, радиусы вертикальных кривых, шаг проектирования);
- **Ведомость отметок земли по оси дороги;**
- **Рекомендуемые рабочие отметки;**
- **Отметки контрольных точек;**
- **Гидрологические условия по трассе дороги**

# Требования к проектированию дороги в продольном профиле

Слайд 9

- 1. **П**родольные уклоны трассы должны быть допустимы в соответствии с ТКП.
- 2. **Р**екомендуемую рабочую отметку земляного полотна принимают в зависимости от условий местности и почвогрунтов;
- 3. **Н**аименьшие радиусы вертикальных кривых определяются ТКП;
- 4. **У**чет шага проектирования;
- 5. **Р**асчетная видимость поверхности дороги должна соответствовать ТКП;
- 6. **У**чет отметок контрольных точек;
- 7. **У**чет ведомости «черных» отметок;
- 8. **У**вязка продольного профиля с планом трассы.

# Значения норм проектирования (согласно ТКП 45-3.03-19-2006)

Расчетная скорость, км/ч, категория дороги	Наибольший продольный уклон, %	Наименьшее расстояние видимости дороги, м	Наименьший радиус кривых в продольном профиле, м	
			Выпуклой	Вогнутой
140/I	40	350	25000	8000
120/II	40	250	15000	6000
100/III	50	160	8000	4000
<b>80/IV</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>	<b>2500</b>
60/V	70	60	1500	1500
40/VI	90	40	1000	1000

- **2. Нанесение проектной  
линии на продольный  
профиль**

## ***Методы нанесения проектного (красного) профиля:***

- По обвертывающей
- По секущей
- Комбинированный

# Методы проложения проектной линии:

## **- по обертывающей:**

Проектная линия по возможности наносится параллельно поверхности земли, отступая на пересечениях пониженных мест рельефа. Высота насыпи определяется рекомендуемой рабочей отметкой в зависимости от уровня грунтовых и поверхностных вод, типа грунтов.

*Метод применяется в условиях равнинного и слабохолмистого рельефов местности, когда уклоны местности меньше предельно допустимых для данной категории дороги.*

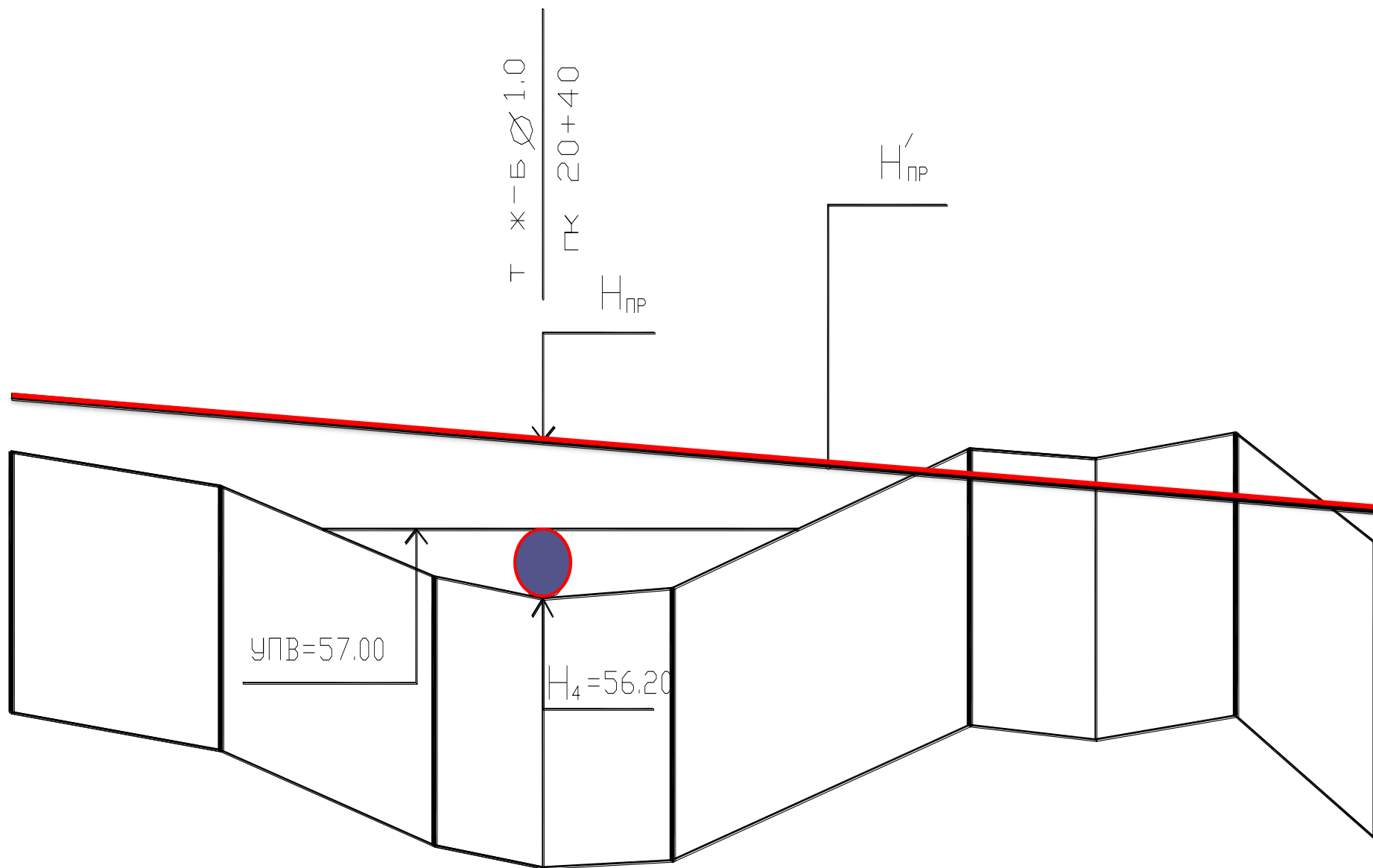
## **- по секущей:**

Проектная линия пересекает профиль земной поверхности, располагаясь как в насыпи, так и в выемке.

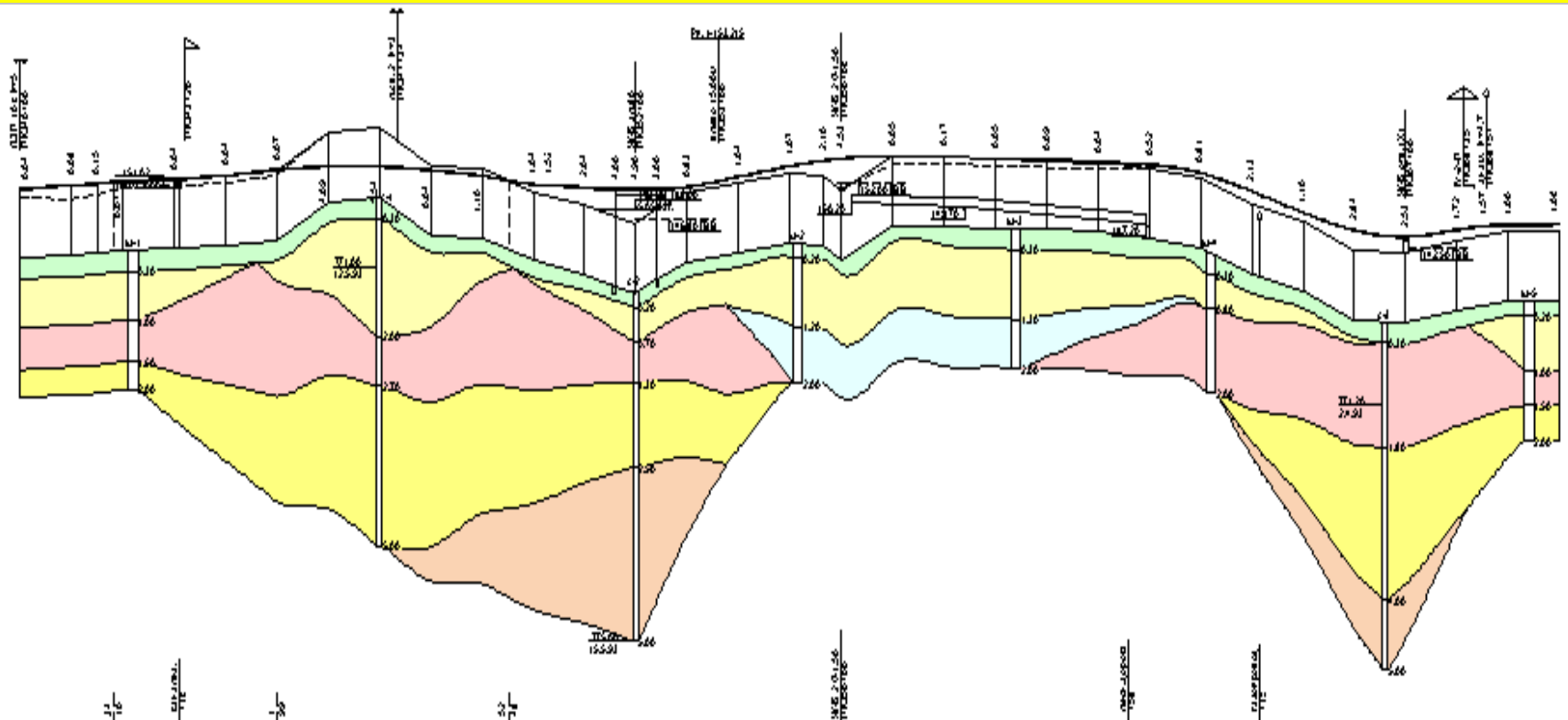
*Метод применяется при холмистом и сильно пересеченном рельефах местности и неблагоприятных грунтово-геологических условиях. Таким методом в основном проектируются дороги высоких категорий с большой интенсивностью движения.*



# Нанесение проектной линии методом по секущей







М 1:500 горизонталь  
 М 1:500 вертикаль  
 М 1:50 координаты

Гид. отметки по уровню моря	Гид. отметки по уровню моря	
	по профилю	по плану
Правый банк	Уклоны	Безупр.
	Уклон, %	длина, м
	О. нивелир	
	Уклоны	Безупр.
Левый банк	Уклоны	Безупр.
	Уклон, %	длина, м
	О. нивелир	
	Уклоны	Безупр.
Уклон, %	вертикаль, м	
О. нивелир		
Уклон, %		
О. нивелир		
О. нивелир		
Расстояние		
План		
Элементы плана		
Контур		

## *метода:*

- 1. При подходе к водотокам;**
- 2. При пересечении впадин и понижений;**
- 3. При пересечении местности изрезанной оврагами и мелкими возвышенностями.**

# **3. Последовательность построения продольного профиля**

# Продольный профиль дороги

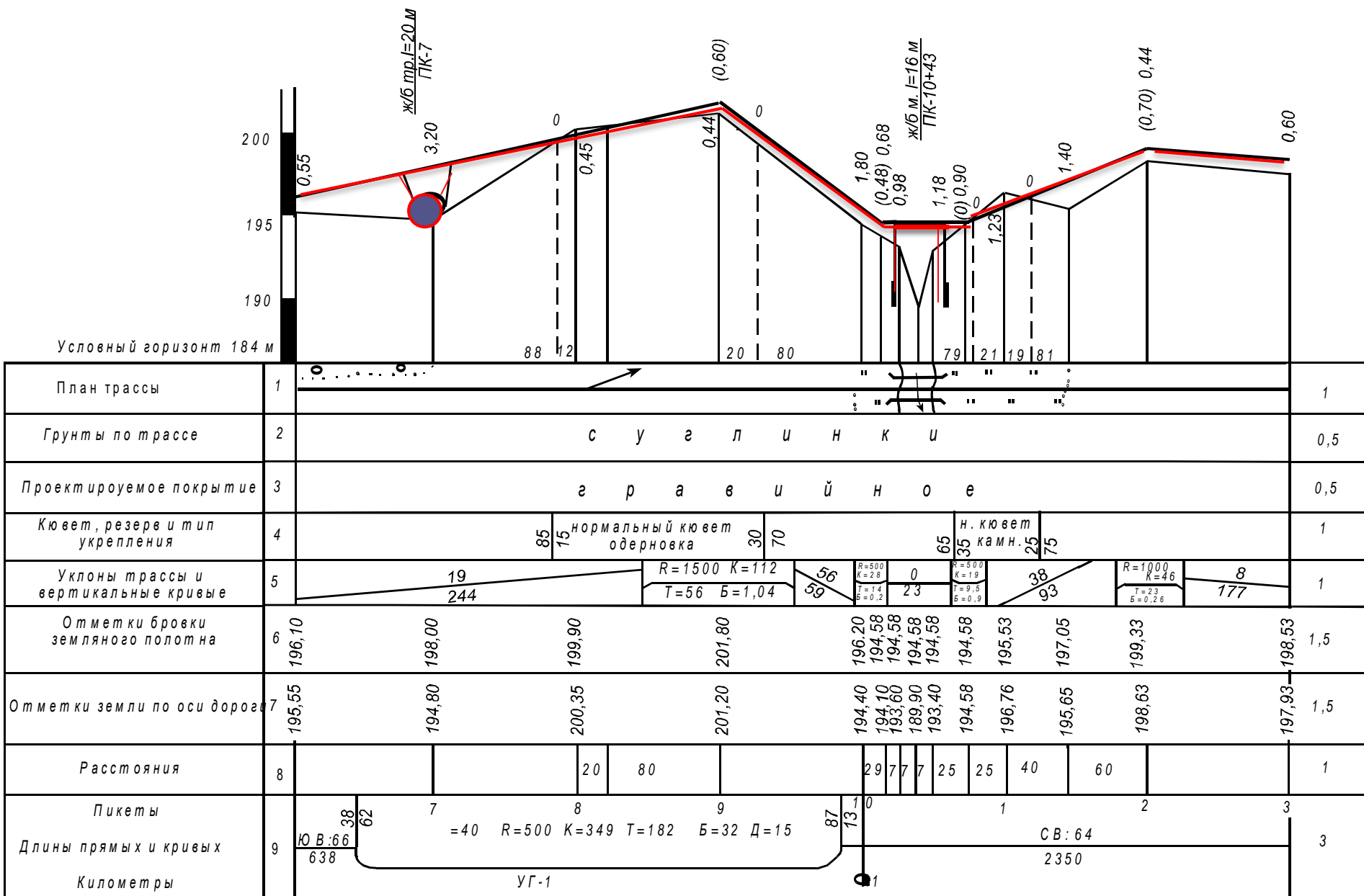
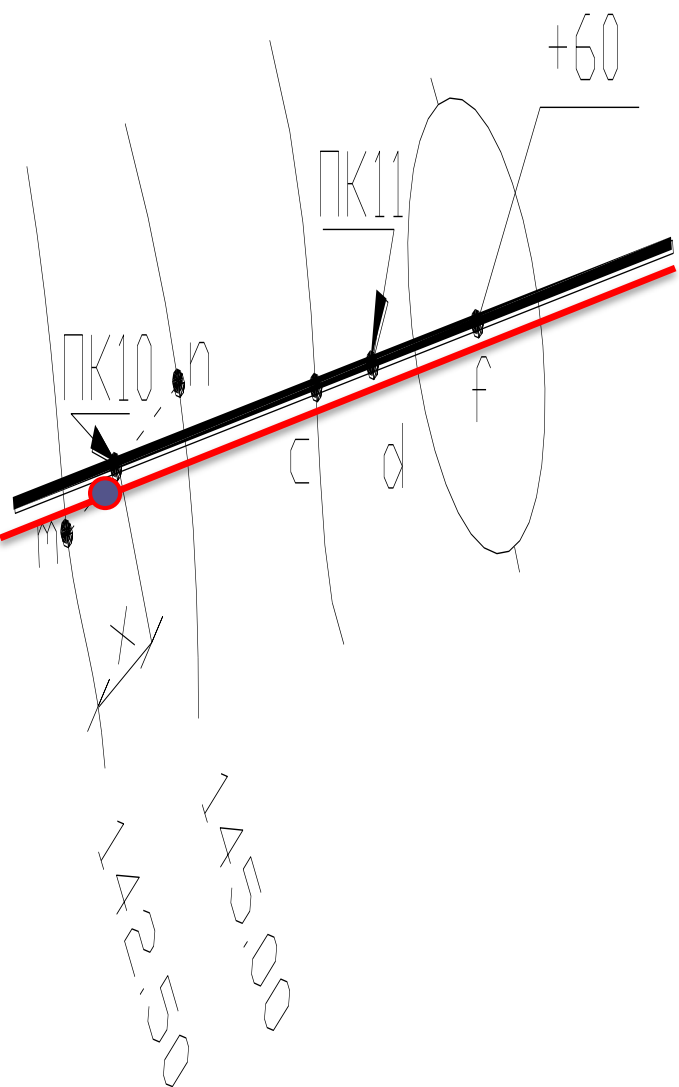
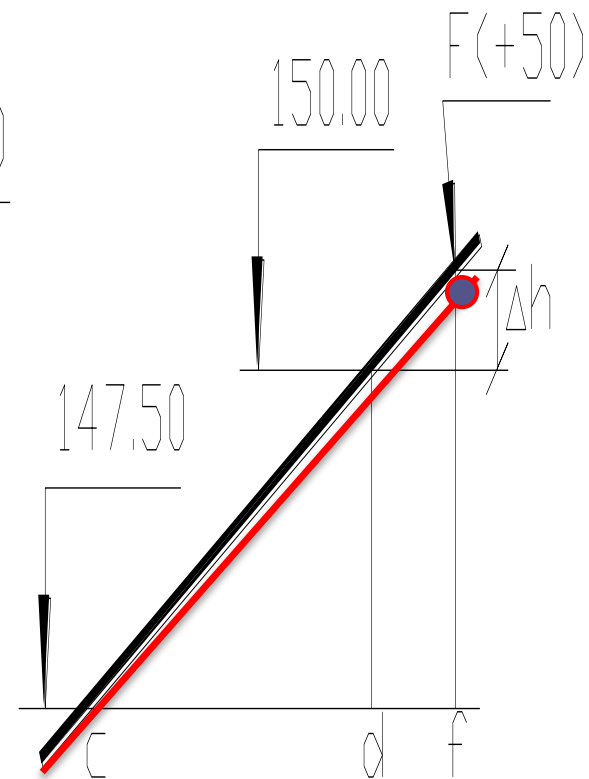
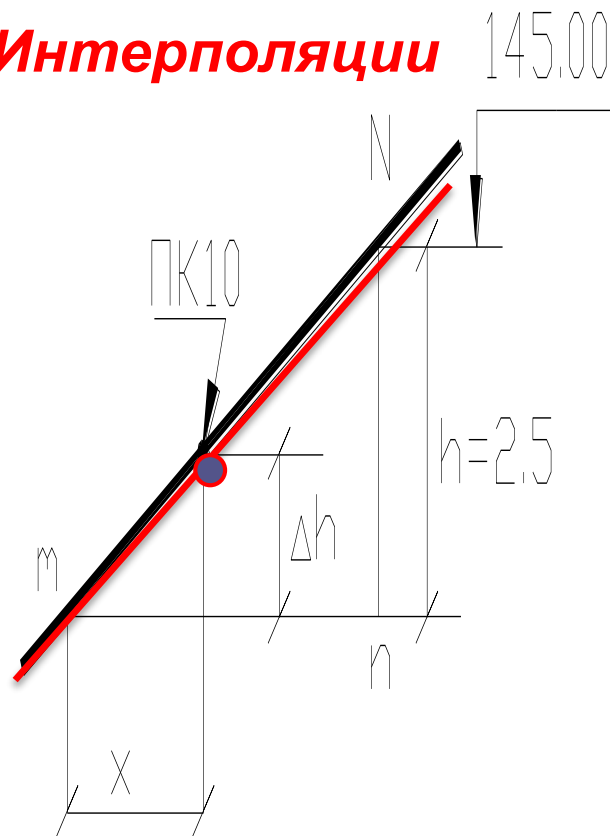


Рисунок 3.1. Продольный профиль дороги

# Методы определения отметок земли



## Интерполяции



## Экстраполяции

# Формулы расчета параметров элементов продольного профиля

- Продольный уклон проектной линии

$$i = \frac{h}{s},$$

- Отметка бровки земляного полотна

$$H_{n+1} = H_n \pm li$$

Рабочая отметка

$$h = H_2 - H_1$$

Расстояние до точек «нулевых» работ

$$X = \frac{h_1 l}{h_1 + h_2},$$

# Формулы расчета положения кюветов

**При положении дороги в насыпи до 0,5 м:**

$$x = \frac{(0,5 - h_1)l}{h_2 - h_1}, \quad \text{если } h_1 < 0,5, \text{ а } h_2 > 0,5$$

$h_1$  – меньшая рабочая отметка ближайшего пикета или плюсовой точки, м;

$h_2$  – большая рабочая отметка ближайшего пикета или плюсовой точки, м;

$l$  – расстояние между пикетами или плюсовыми точками, м.

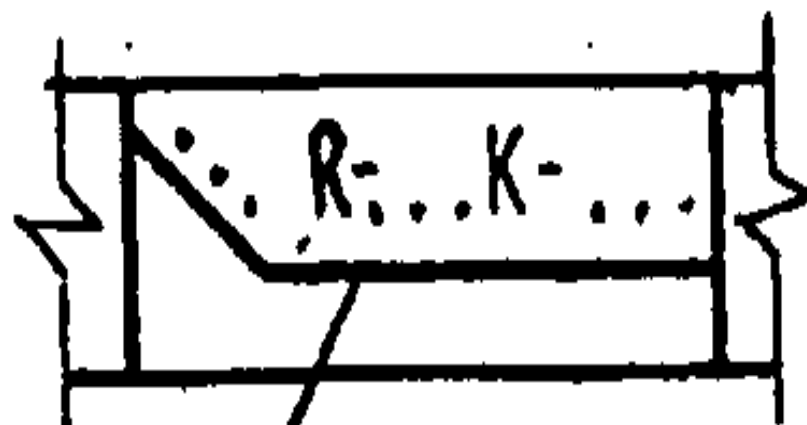
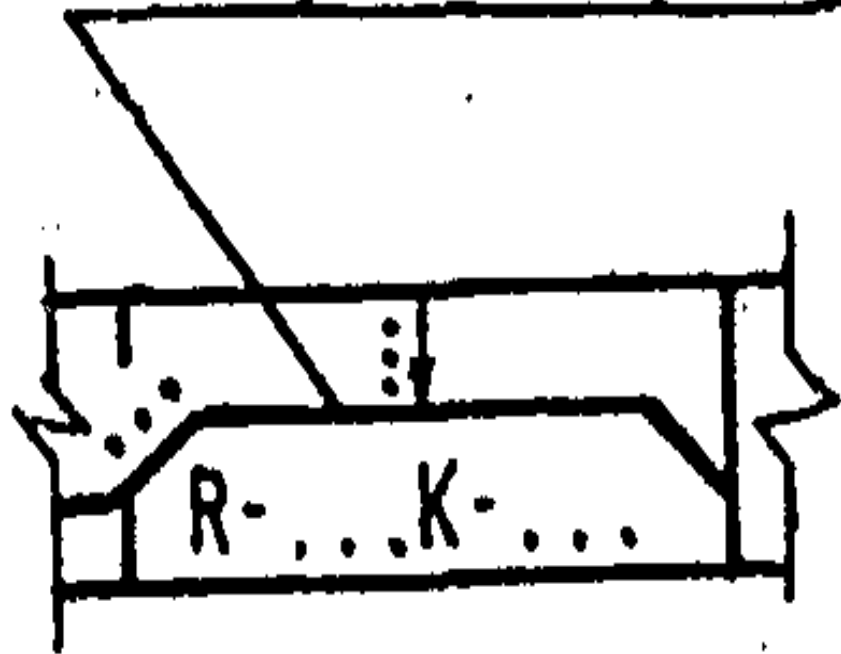
**При положении дороги в точках «0» работ:**

Точка с наименьшей рабочей отметкой является точкой нулевых работ:

$$x = \frac{0,5L}{h_2},$$

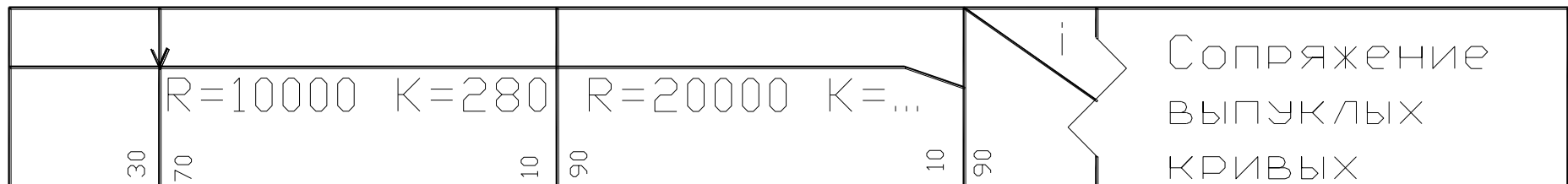
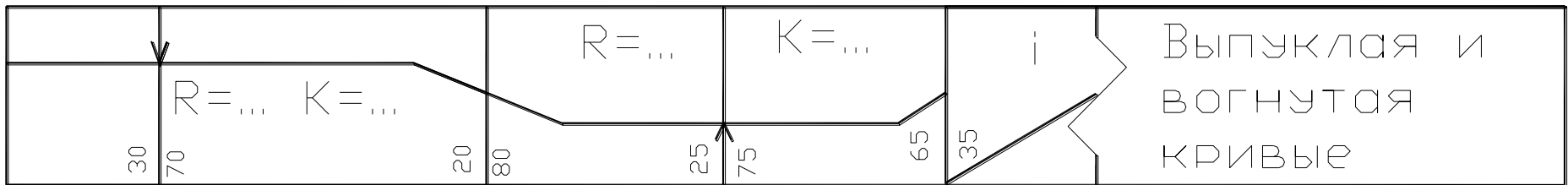
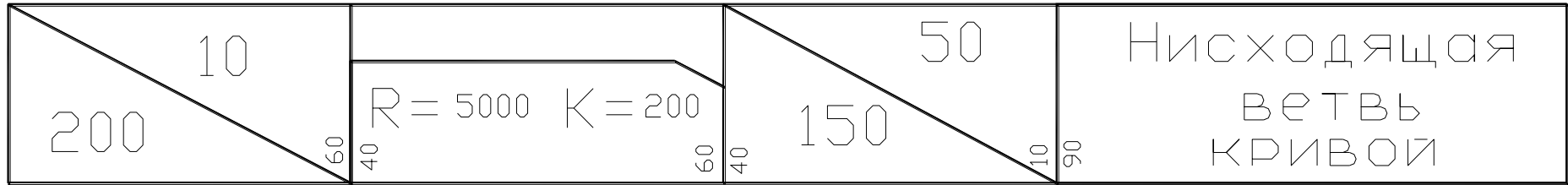
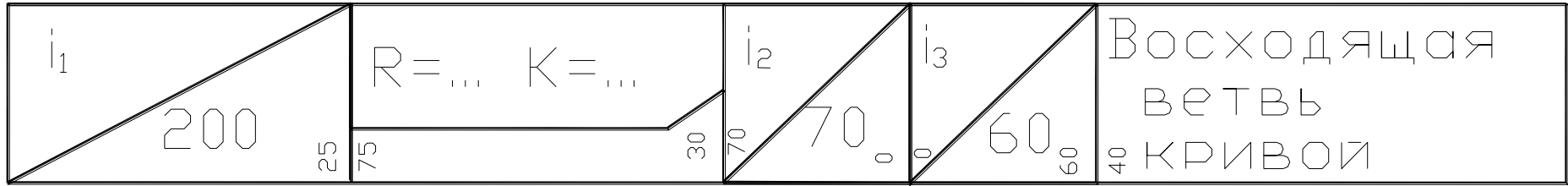
# Примеры вписывания вертикальных кривых

**ВЫПУКЛАЯ КРИВАЯ**

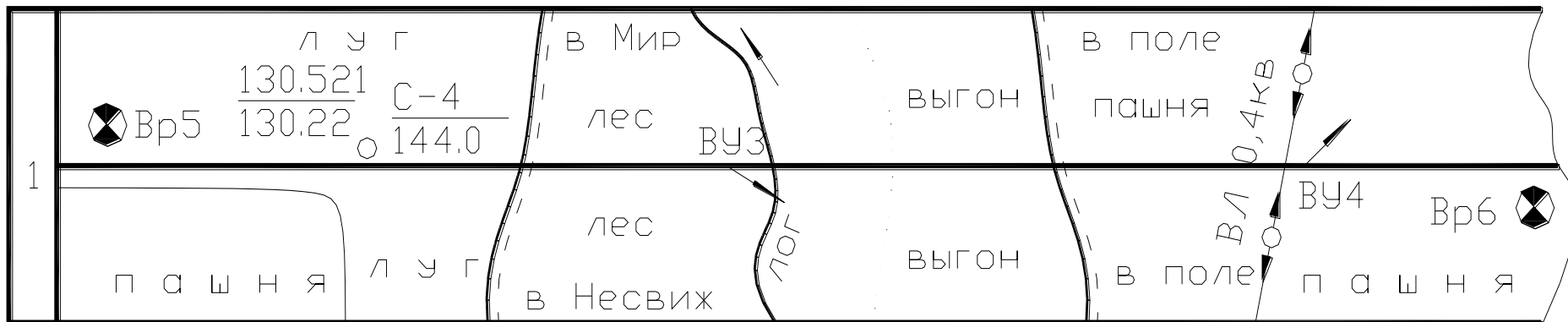


**ВОГНУТАЯ КРИВАЯ**

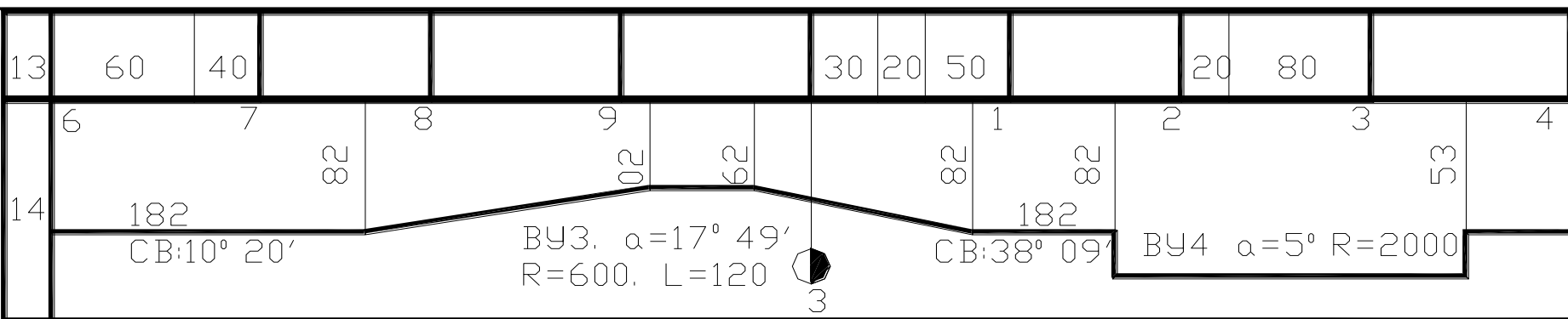
# Заполнение графы 5



# Заполнение граф профиля



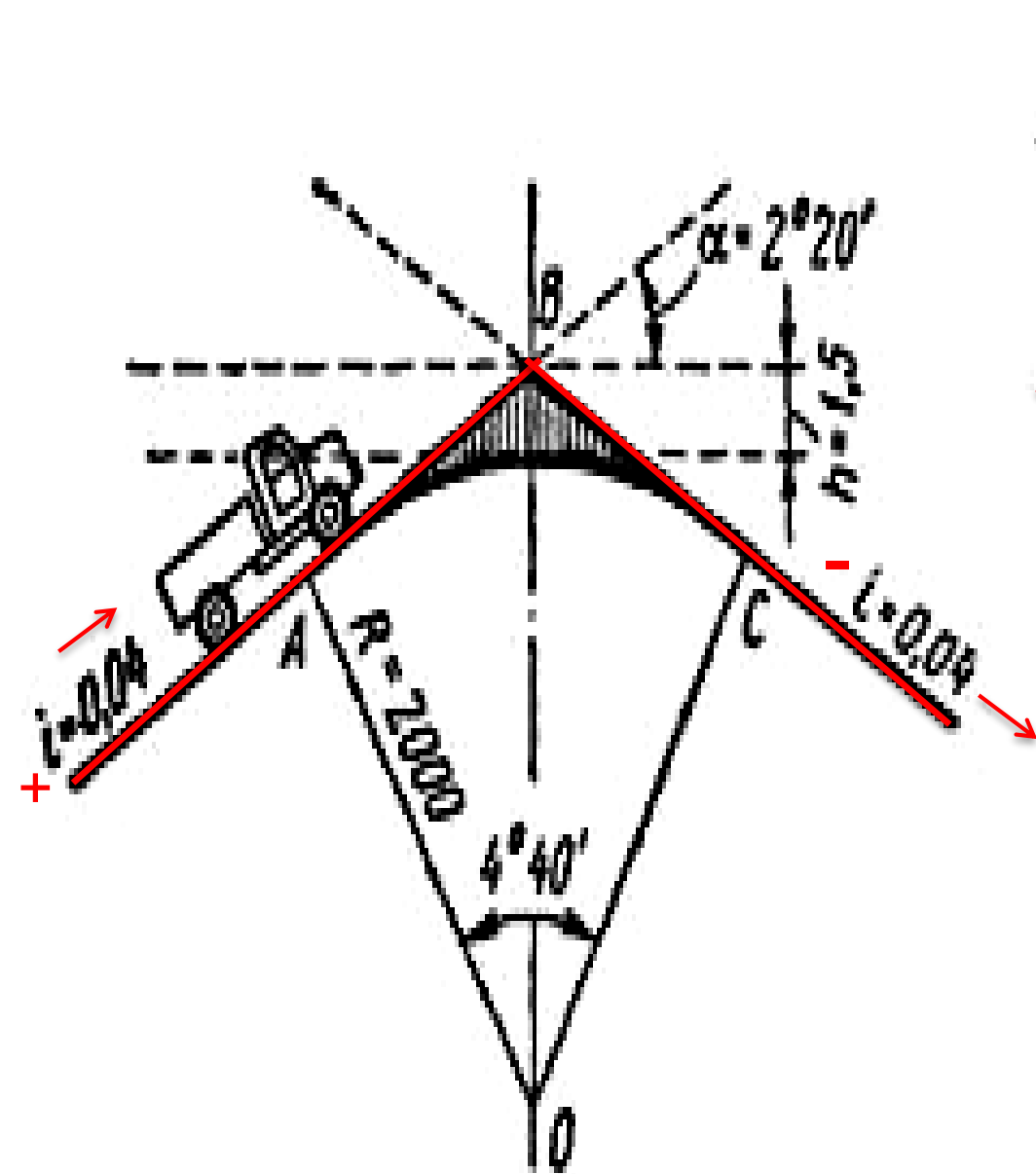
Заполнение графы 1 «План трассы»



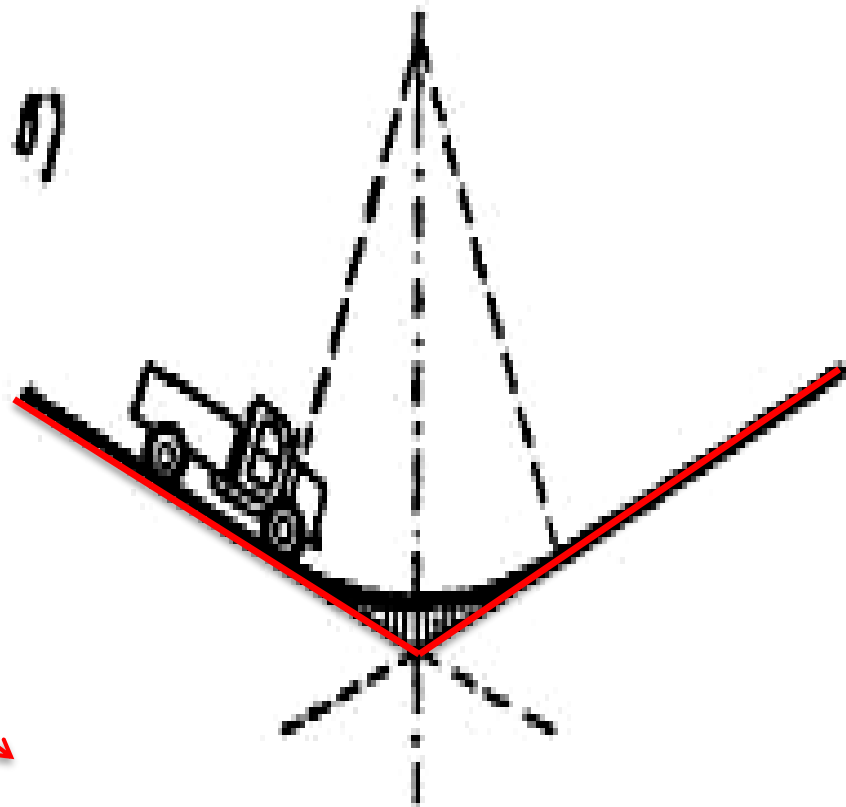
Заполнение графы 9 «Пикеты, длины прямых и кривых, километры»

- **4. Переломы продольного  
профиля и вставка  
вертикальных кривых**

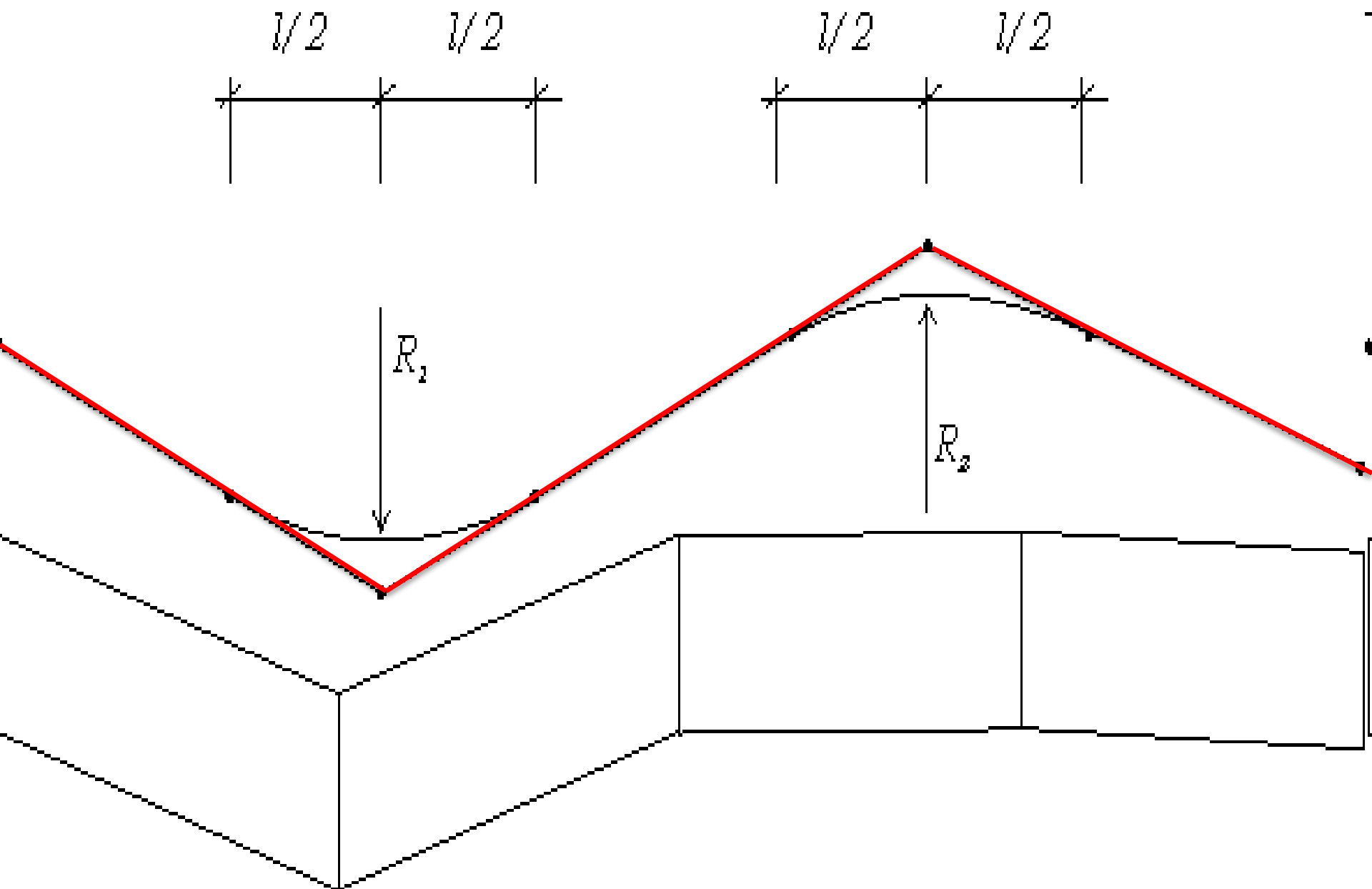
# Вертикальные кривые

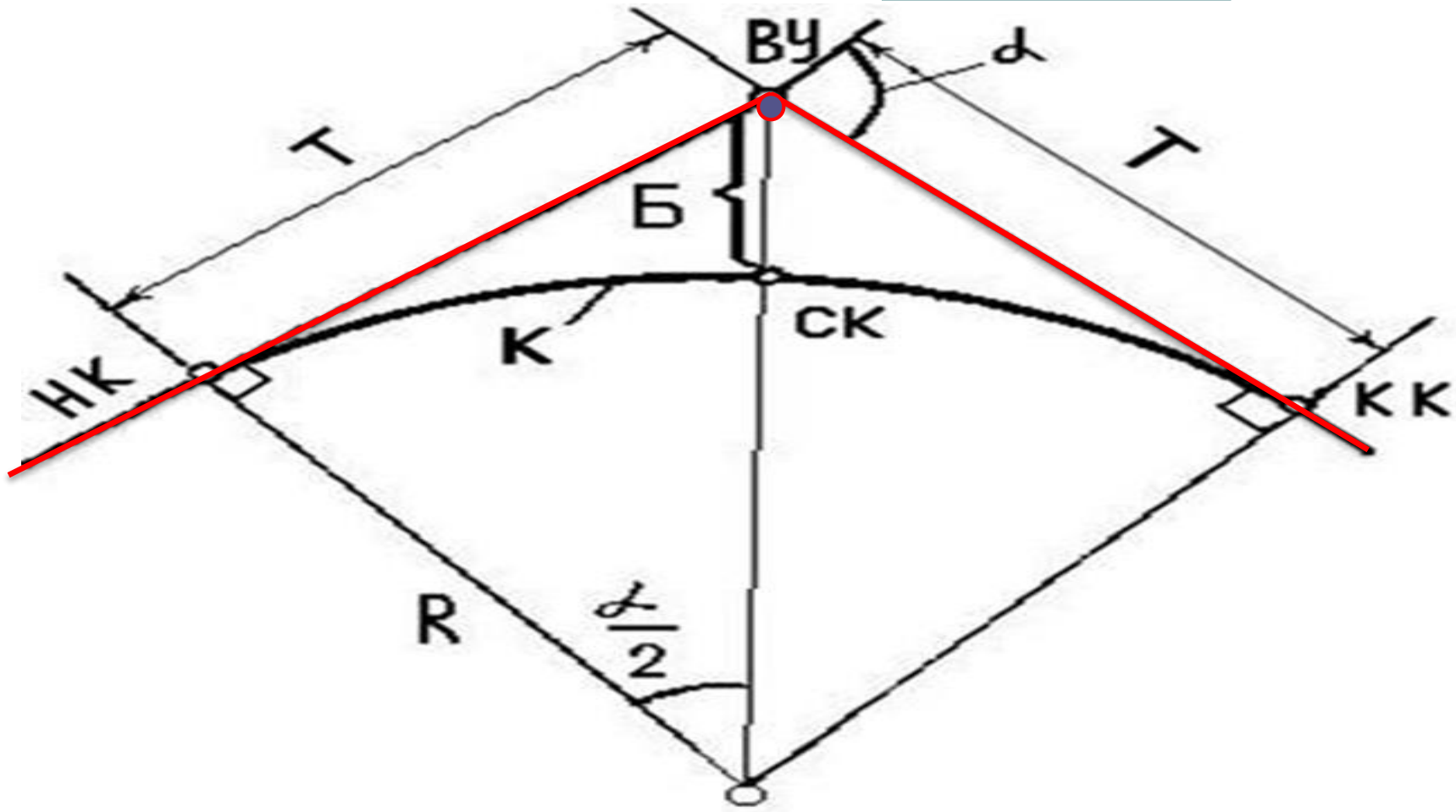


07



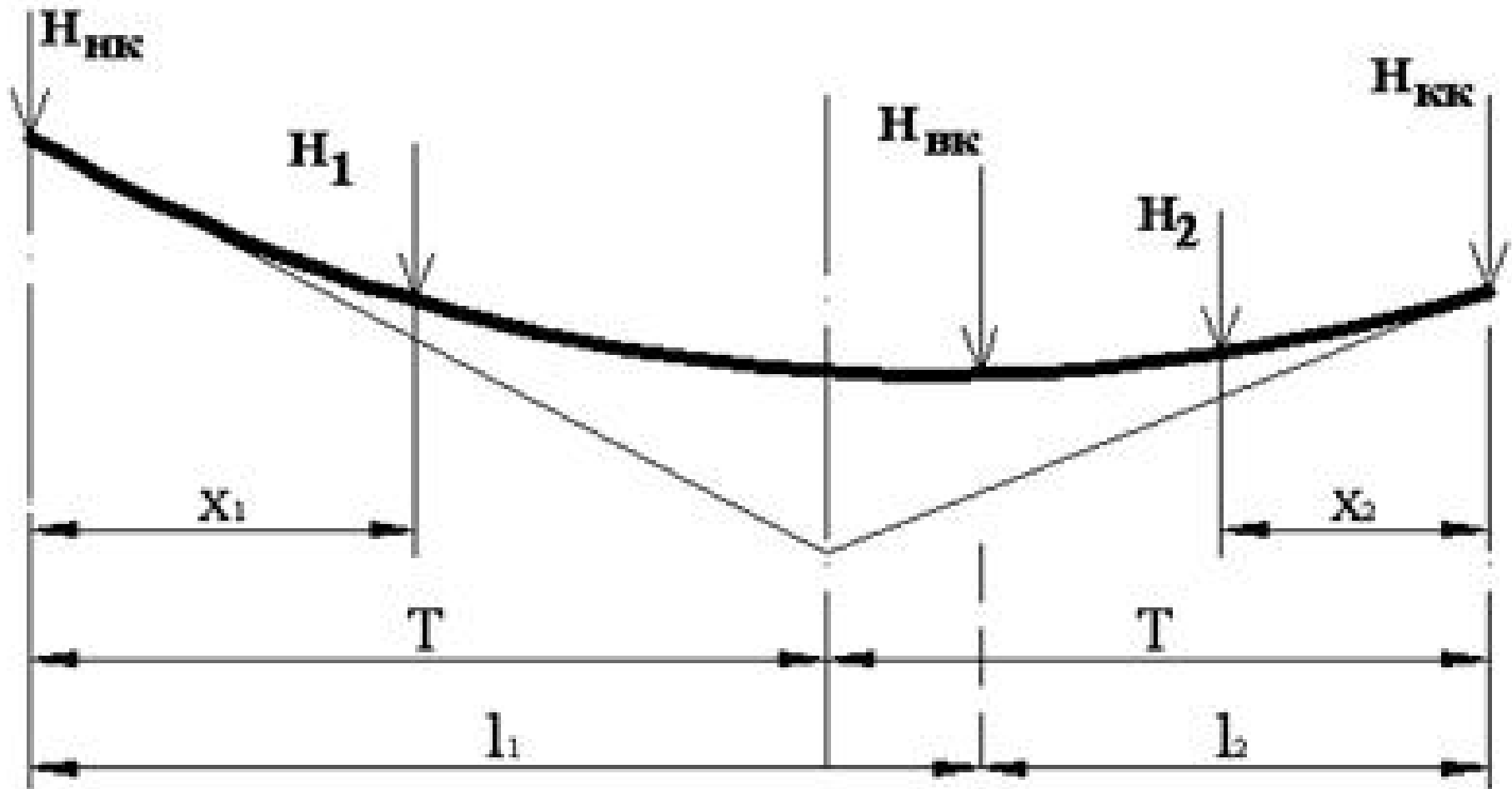
# Вертикальные кривые





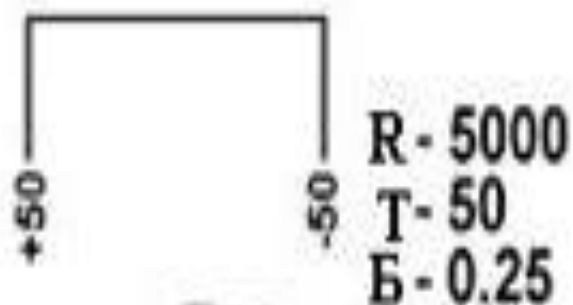
$$K = R(i_1 \pm i_2); \quad T = \frac{K}{2}; \quad B = \frac{T^2}{2R},$$

# Вертикальная кривая вогнутая

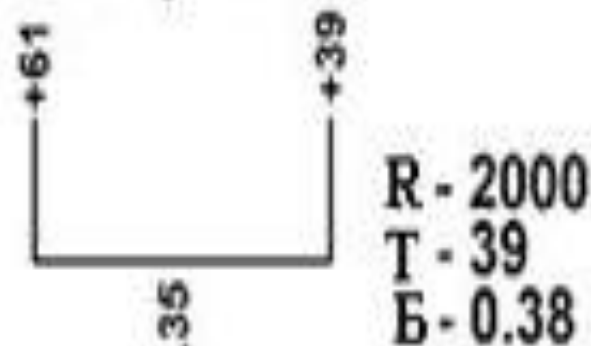


# Вертикальные кривые

Выпуклая кривая



Вогнутая кривая

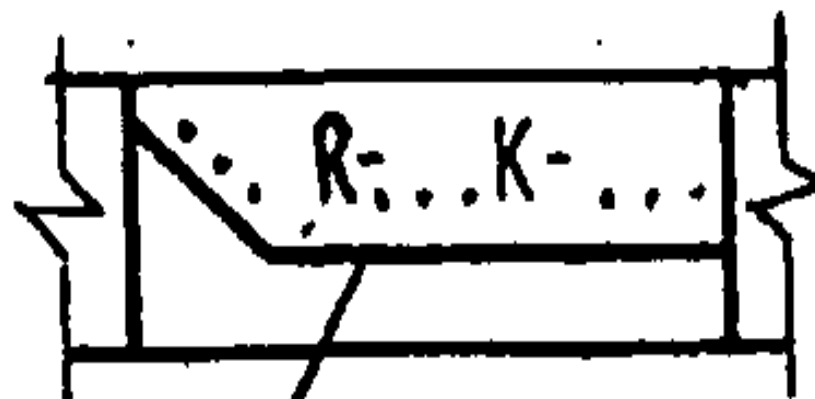
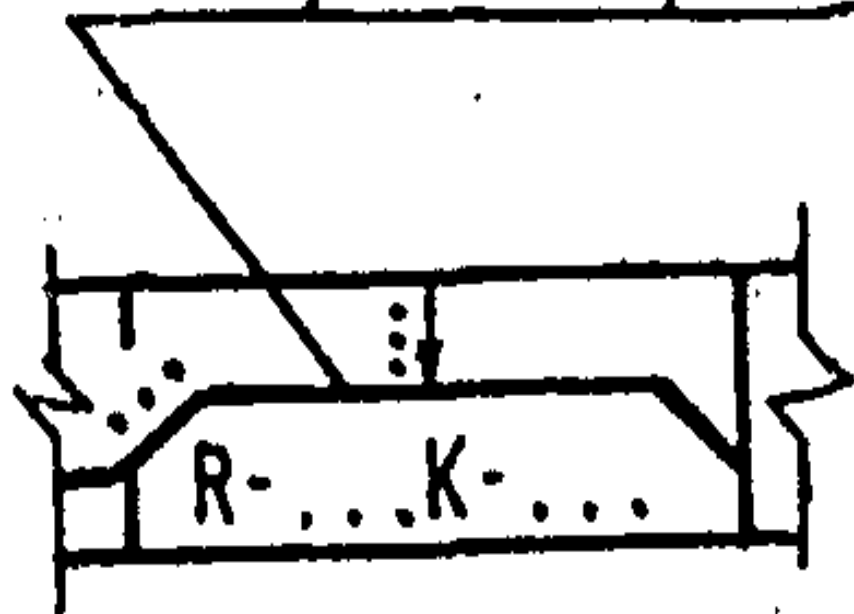


(0.75) 0.50

(1.01) 1.35

# Примеры вписывания вертикальных кривых

ВЫПУКЛАЯ КРИВАЯ



ВОГНУТАЯ КРИВАЯ

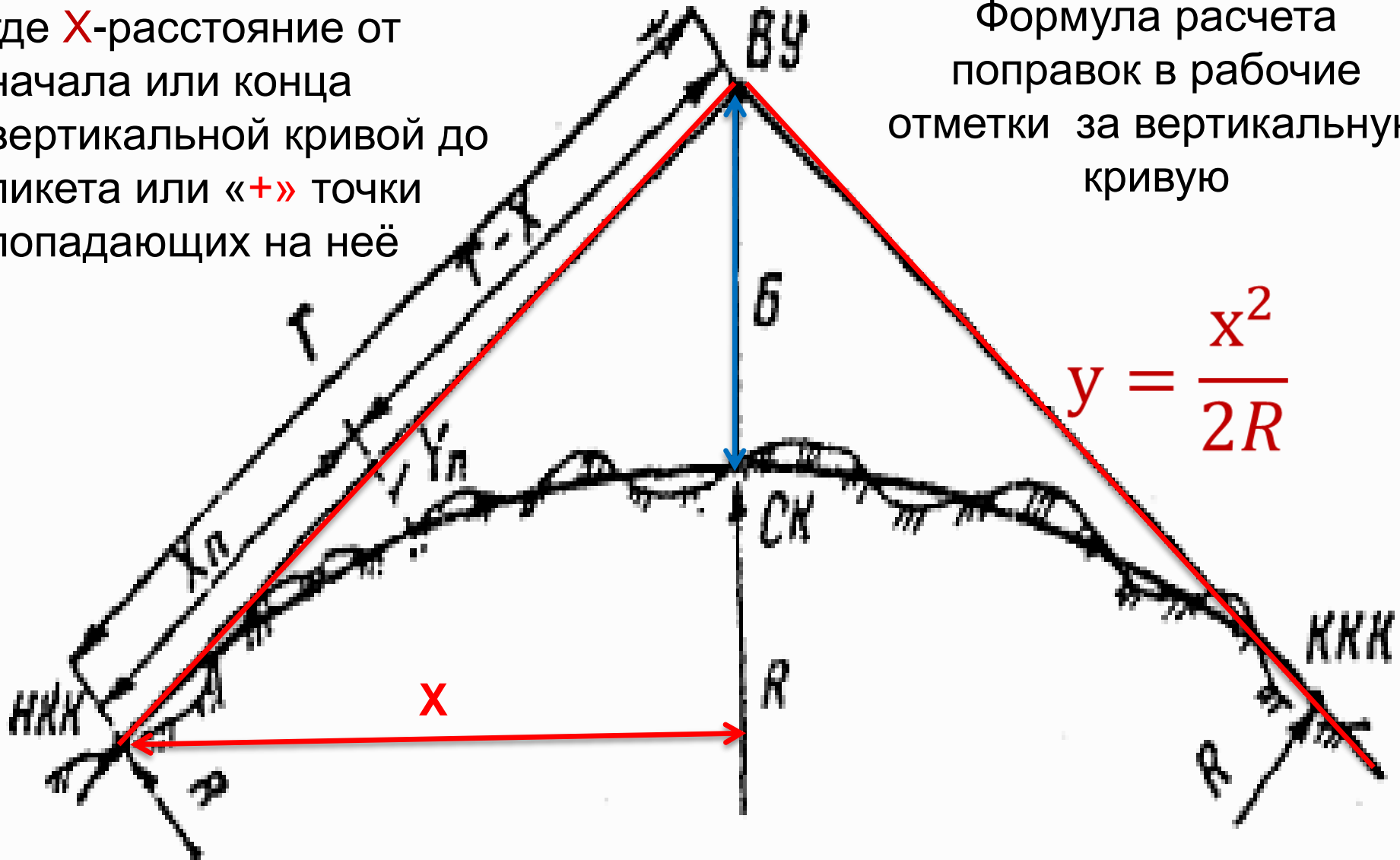
# Значения норм проектирования (согласно ТКП 45-3.03-19-2006)

Расчетная скорость, км/ч	Наибольший продольный уклон, %	Наименьшее расстояние видимости дороги, м	Наименьший радиус кривых в продольном профиле, м	
			Выпуклой	Вогнутой
140	40	350	25000	8000
120	40	250	15000	6000
100	50	160	8000	4000
<b>80</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>	<b>2500</b>
60	70	60	1500	1500
40	90	40	1000	1000

# Вертикальная кривая

где  $X$ -расстояние от начала или конца вертикальной кривой до пикета или «+» точки попадающих на неё

Формула расчета поправок в рабочие отметки за вертикальную кривую

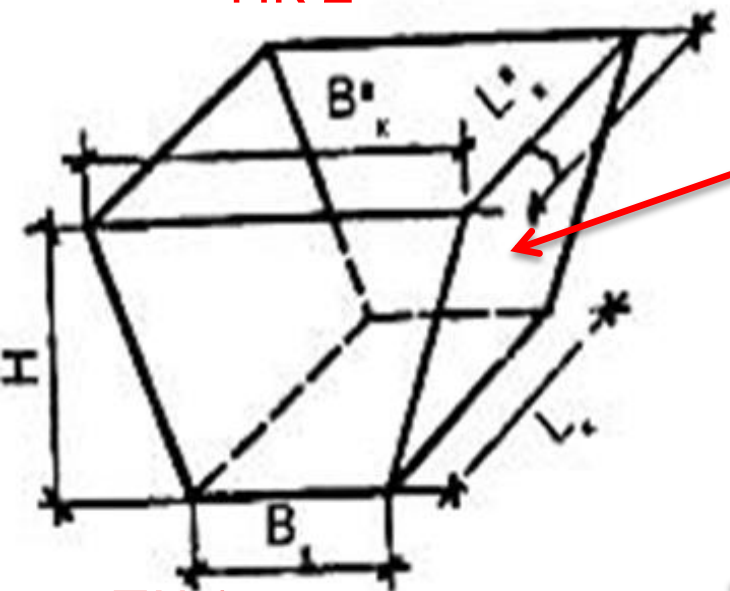


$$y = \frac{x^2}{2R}$$

- **5. Подсчет объемов земляных работ**

а

ПК 2

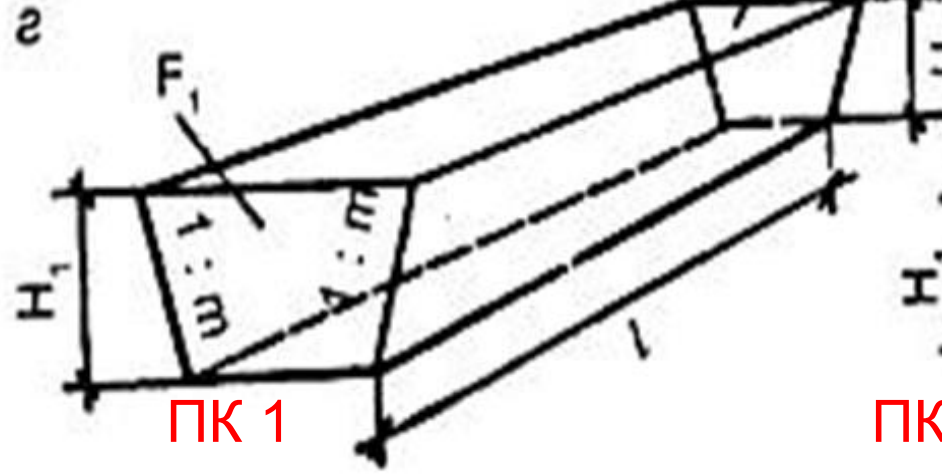


Сечение дороги в выемке

Сечение дороги в насыпи

ПК 1

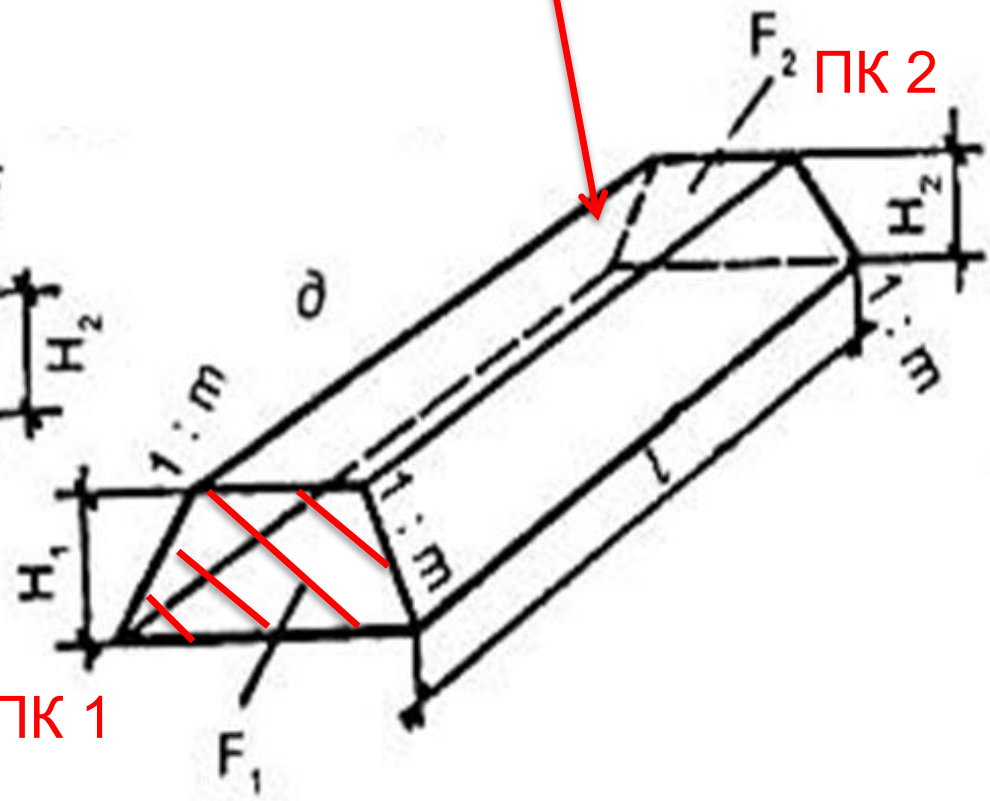
ПК 2



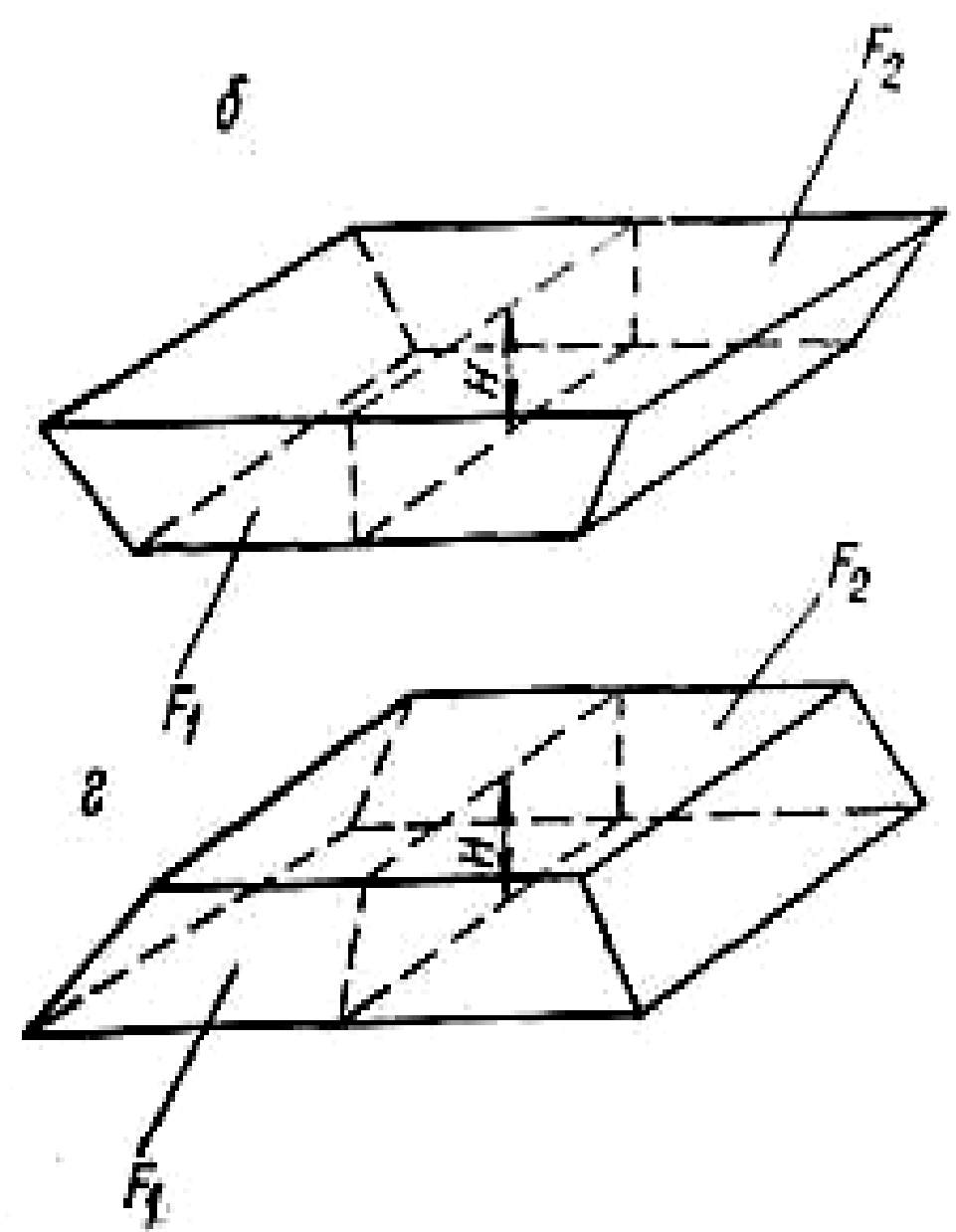
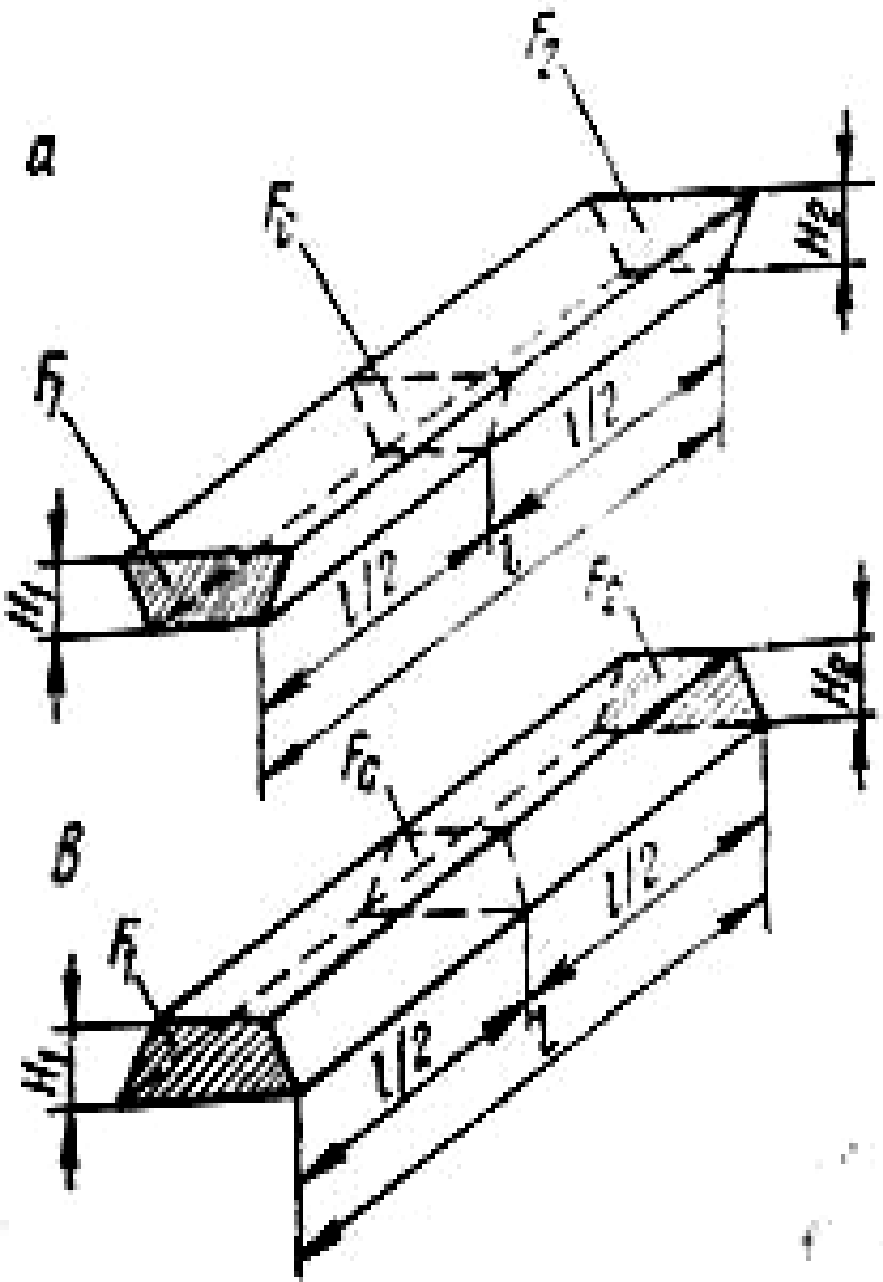
а

ПК 1

ПК 2

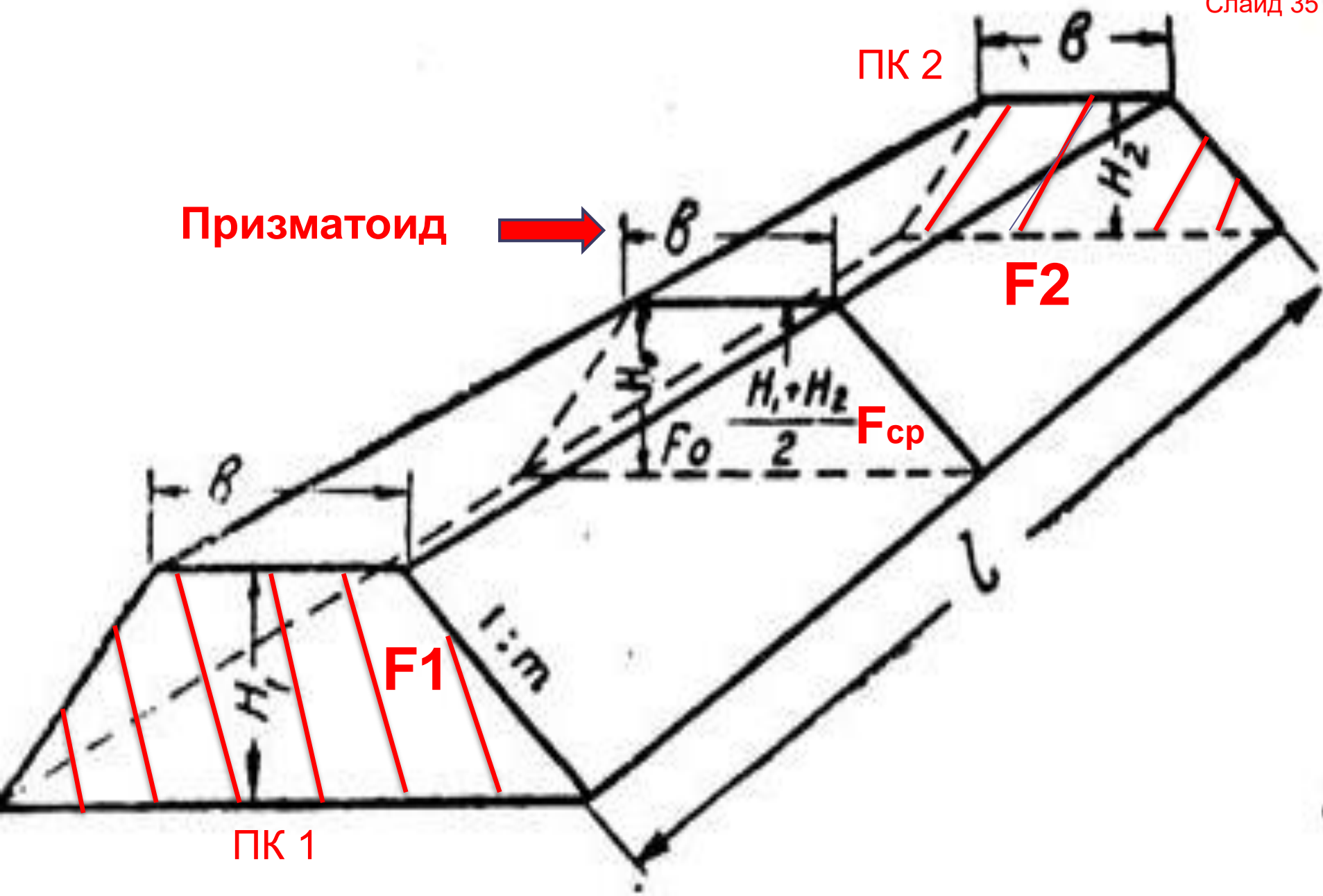


# Поперечные сечения

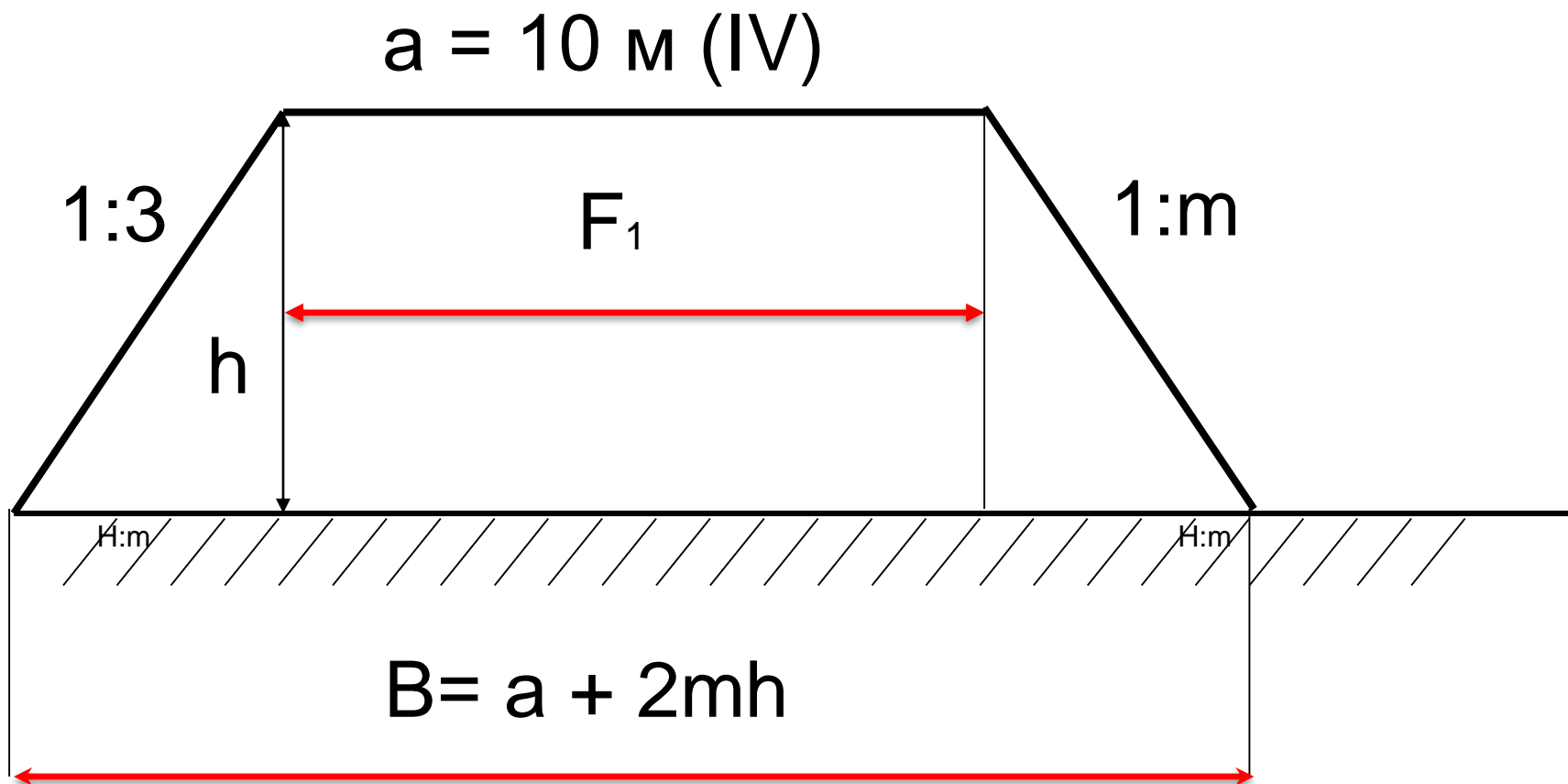


# Поперечное сечение дороги в насыпи

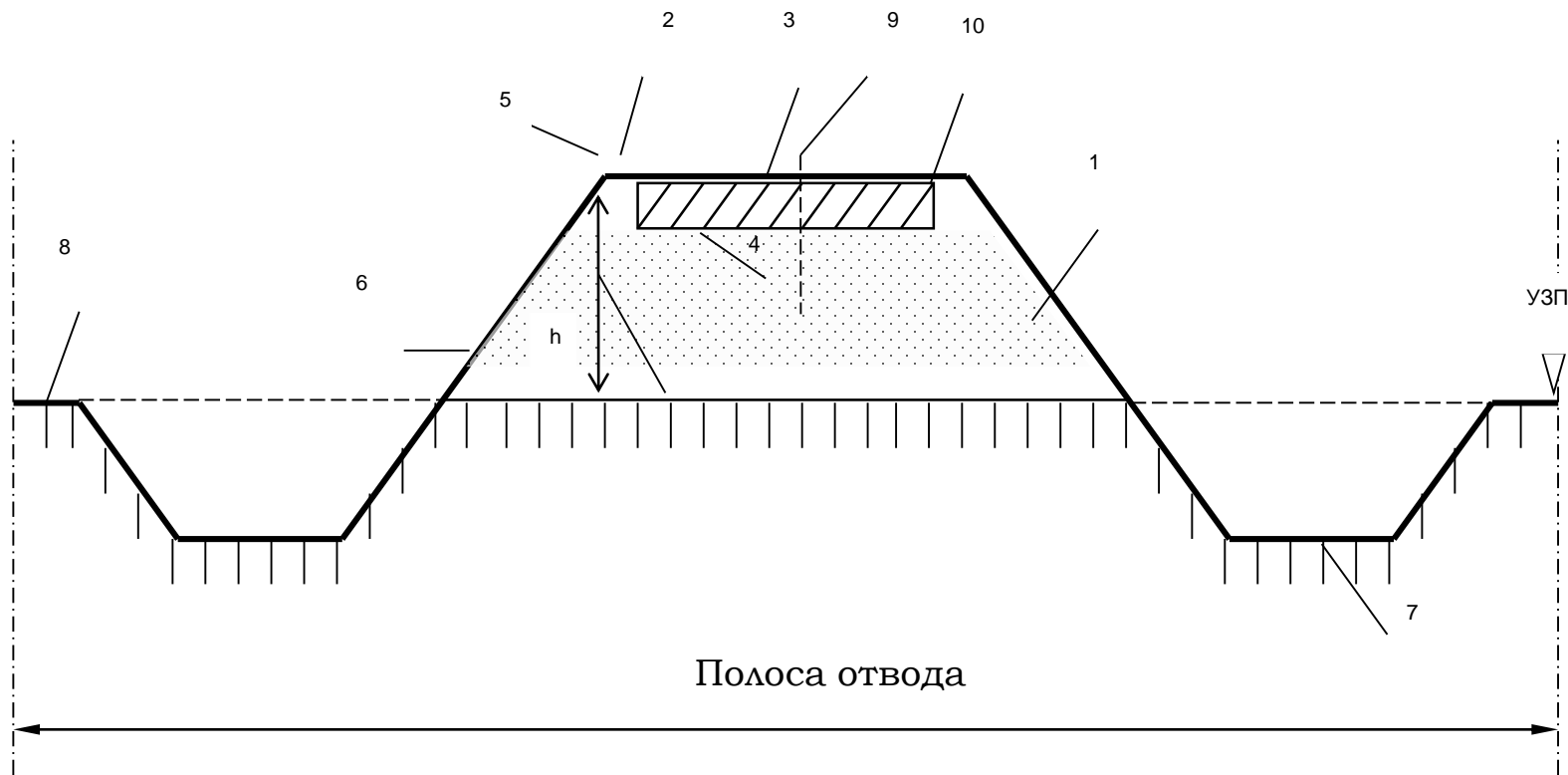
Слайд 35



# Поперечное сечение дороги в насыпи $H > 0,5$ м



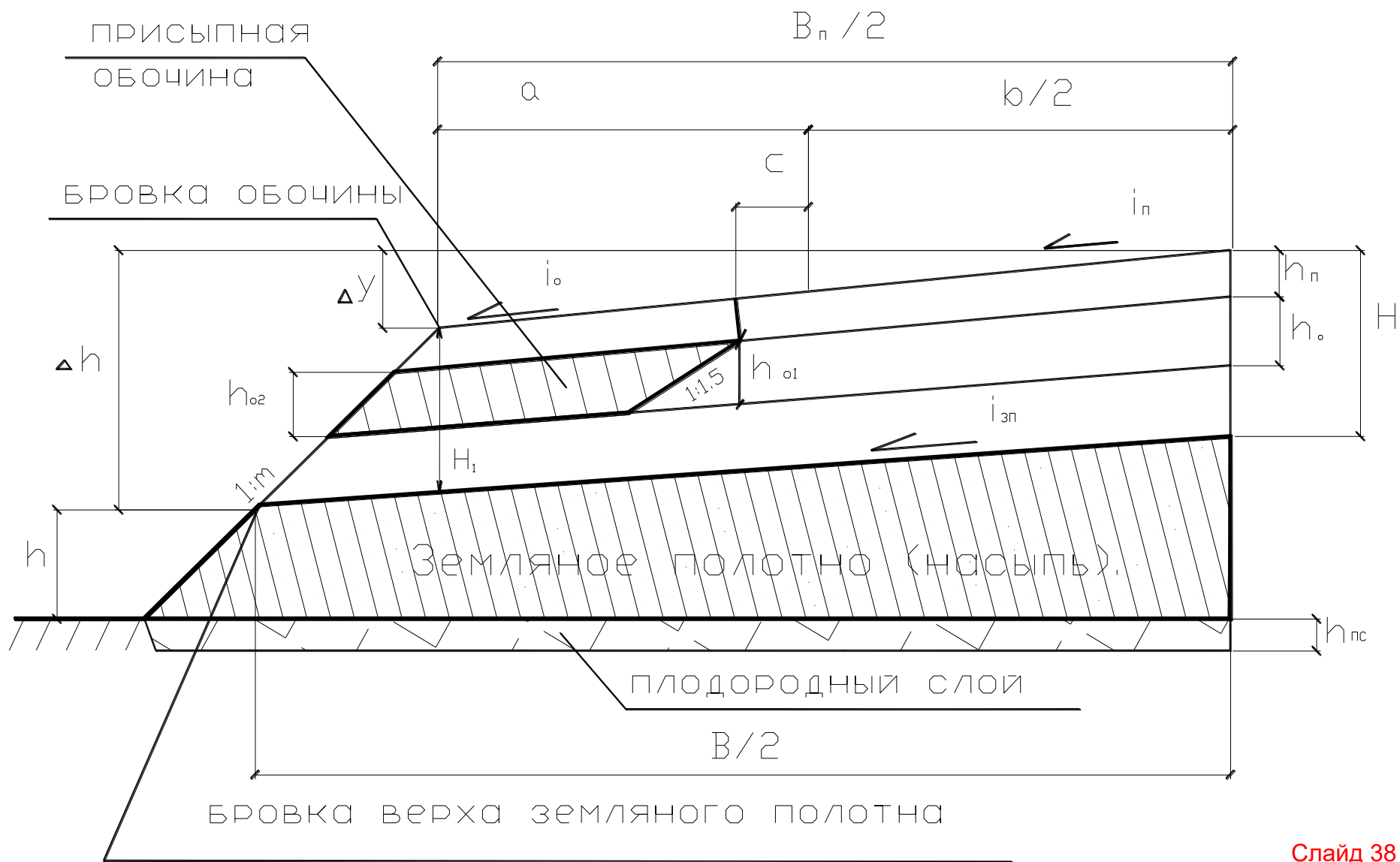
# Поперечное сечение дороги в насыпи $H < 0,5$ м



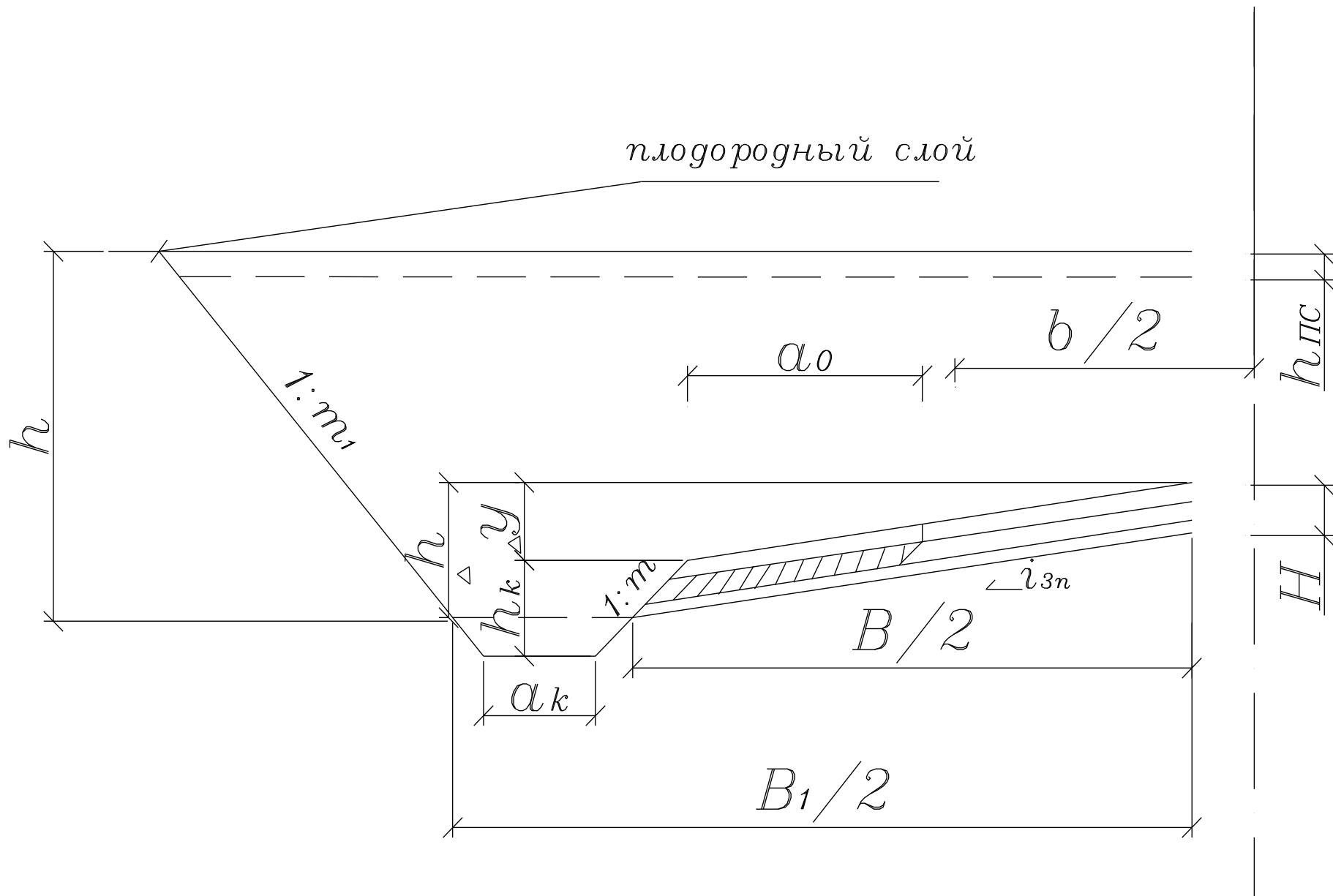
Поперечный профиль дороги в насыпи до 0,5 м и его элементы:

1 – земляное полотно, 2 – обочина, 3 – проезжая часть, 4 – дорожная одежда, 5 – бровка земляного полотна насыпи, 6 – откос насыпи, 7 – кювет, 8 – обрез, 9 – ось проезжей части, 10 – кромка проезжей части, 11 – высота насыпи ( $h$ ).

# Схема определения объема земляных работ в насыпи



# Схема определения объема земляных работ в выемке



# Формулы расчета объемов земляных работ

Площадь поперечного сечения в насыпи:

$$F_{1-2} = \frac{(a + b)}{2} h$$

Длина нижнего основания насыпи:

$$b = a + 2hm$$

Объем земляных работ:

$$V_k = f_k l_k$$

# Формулы расчета объемов земляных работ

*В насыти:*

$$V_n = \frac{F_1 + F_2}{2} L + m \frac{(h_2 - h_1)^2}{12} L$$

*В выемке:*

$$V_v = \frac{F_1' + F_2'}{2} L + m \frac{(h_2 - h_1)^2}{12} L + 2V_k$$

# Введение поправок в объем земляных работ

$$\eta = m \frac{(h_2 - h_1)^2}{12} L$$

Поправка вводится когда выполняются условия:

1.  $h_2 - h_1 > 1,0$  м и  $L > 50$  м
2.  $h_2 - h_1 > 2,0$  м и  $L < 50$  м

# Ведомость расчета объемов земляных работ

Номер пикета, плюсовой точки	а, м	h, м		b, м	F, м <sup>2</sup>	F <sub>ср</sub> , м <sup>2</sup>	L, м	Объем, м <sup>3</sup>		Поправка в объем земляных работ		Объем с учетом поправки, м <sup>3</sup>	
		насыпи	выемки					насыпи	выемки	насыпи	выемки		
ПК1	10	1,25		13,75	14,8								
						21,0	100	2100		0			2100
ПК2	10	2,10		16,3	27,6								
						13,8	45	621		30		651	621
+45	10	0		10,0	0								
						6,73	55		370	0			370
ПК3	15		0,83	17,49	13,46								
Итого												651	3091

# График объема земляных работ

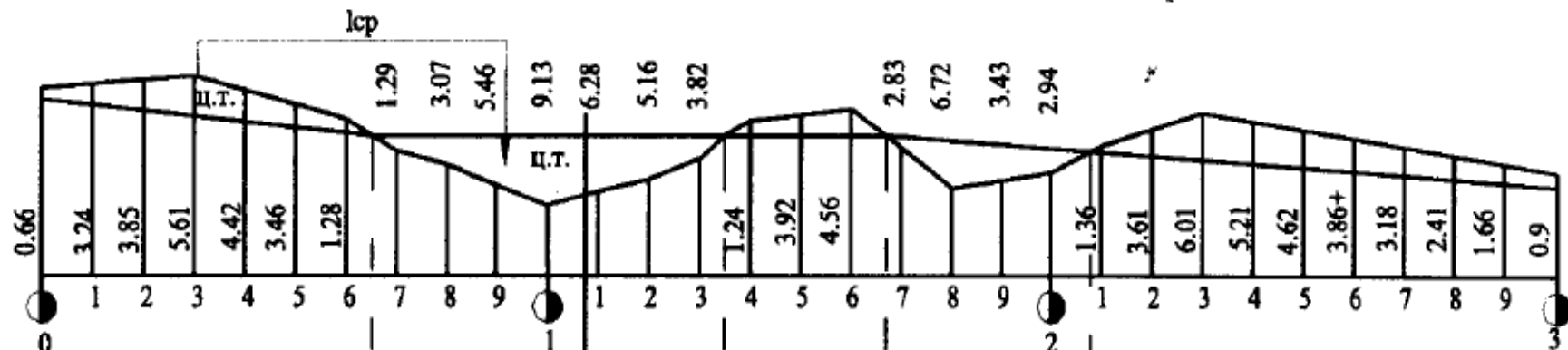
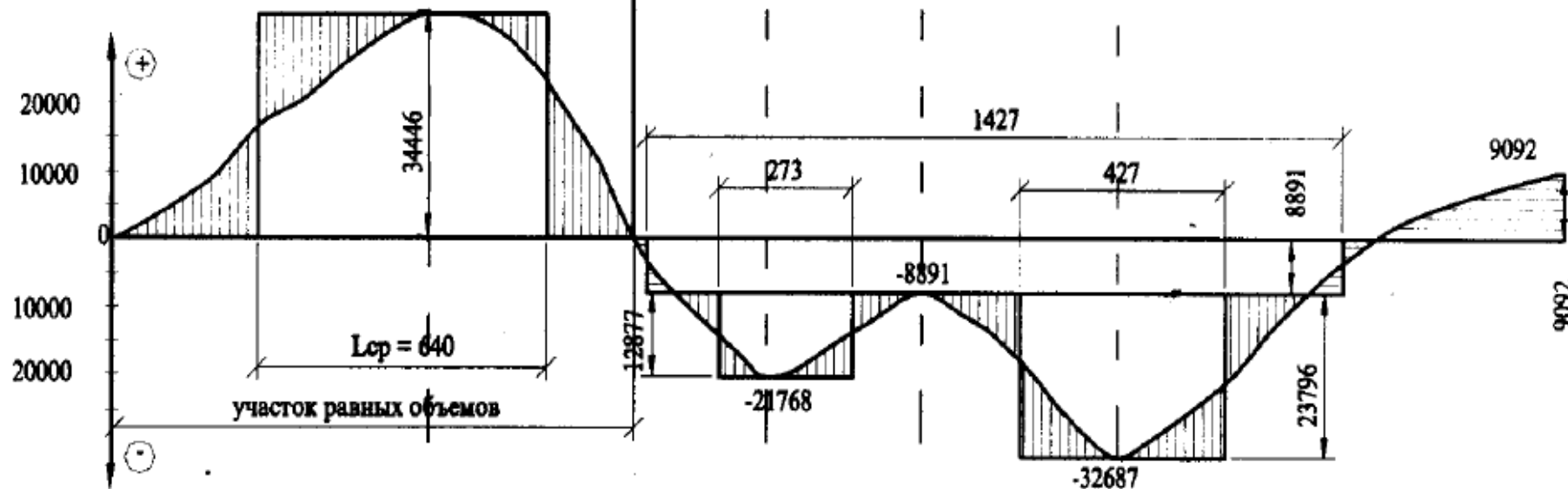


ГРАФИК ПОИКЕТНЫХ ОБЪЕМОВ



КРИВАЯ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ





***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !***