

Примеры решения задач
к государственному экзамену по специальности
«Строительство железных дорог, мостов и
транспортных тоннелей» специализация № 2
«Управление техническим состоянием
железнодорожного пути»

1. Определить ширину колеи и возвышение наружного рельса h , если радиус круговой кривой $R = 350$ м, максимальные скорости движения пассажирских поездов $V_{max n} = 80$ км/ч, грузовых поездов $V_{max g} = 70$ км/ч, приведенная скорость поездопотока $V_{прив} = 60$ км/ч.

$$S = 1520 \text{ MM};$$

$$h = 12,5 \frac{V_{\max n}^2}{R} - 115 = 12,5 \frac{80^2}{350} - 115 = 114 \text{ MM};$$

$$h = 12,5 \frac{V_{\max z}^2}{R} - 50 = 12,5 \frac{70^2}{350} - 50 = 125 \text{ MM};$$

$$h = 12,5 \frac{V_{npue}^2}{R} = 12,5 \frac{60^2}{350} = 129 \text{ MM};$$

$$h = 130 \text{ MM.}$$

2. Определить длину переходной кривой l_0 , длину круговой кривой L_{KK} и необходимое для укладки по внутренней нити кривой количество укороченных рельсов N_y , если радиус круговой кривой $R = 670$ м, возвышение наружного рельса $h = 75$ мм, уклон отвода возвышения наружного рельса $i = 1,0$ ‰, угол поворота трассы в пределах кривой $\beta = 35^\circ$, в кривой уложены рельсы длиной 25 м.

$$l_0 = \frac{h}{i} = \frac{75}{1,0} = 75 \text{ м};$$

$$l_0 = 80 \text{ м};$$

$$\varphi_0 = \frac{l_0}{2R} = \frac{80}{2 \cdot 670} = 0,0597 \text{ рад.};$$

$$\beta = 35^\circ = \frac{35^\circ \cdot \pi}{180^\circ} = \frac{35 \cdot 3,14}{180} = 0,6106 \text{ рад.};$$

$$L_{\text{KK}} = R(\beta - 2 \cdot \varphi_0) = 670(0,6106 - 2 \cdot 0,0597) = 329,10 \text{ м};$$

$$\varepsilon_{\text{II}} = \frac{S_0}{R} (l_0 + L_{\text{KK}}) = \frac{1,6}{670} (80 + 329,10) = 0,977 \text{ м} = 977 \text{ мм};$$

$$N_y = \frac{\varepsilon_{\text{II}}}{K_i} = \frac{977}{80} = 12,2 \text{ шт};$$

$$N_y = 13 \text{ шт.}$$

3. Определить допускаемые скорости движения пассажирских и грузовых поездов в кривой радиусом $R = 330$ м, возвышением наружного рельса $h = 125$ мм и уклоном отвода возвышения наружного рельса $i = 1,8$ ‰.

$$V_{\max} = 3,6\sqrt{R([\alpha_n] + 0,00613h)};$$

$$[\alpha_n]^n = 0,7 \text{ м/с}^2;$$

$$[\alpha_n]^e = 0,3 \text{ м/с}^2;$$

$$V_{\max}^n = 3,6\sqrt{330(0,7 + 0,00613 \cdot 125)} = 79 \text{ км/ч} \Rightarrow V_{\max}^n = 75 \text{ км/ч};$$

$$V_{\max}^e = 3,6\sqrt{330(0,3 + 0,00613 \cdot 125)} = 67 \text{ км/ч} \Rightarrow V_{\max}^e = 65 \text{ км/ч};$$

Значения уклона возвышения наружного рельса в переходных кривых в зависимости от допускаемых скоростей движения

Скорость движения, км/ч, не более	Уклон отвода возвышения наружного рельса, ‰	
	рекомендуемый при реконструкции, капитальном ремонте на новых и старогодных материалах, усиленном среднем ремонте пути	допускаемый
200	0,5	0,5
160	0,6	0,7
140	0,6	0,7
120	0,8	1,0
110	0,9	1,2
100	1,0	1,4
80	1,6	1,9
60	2,1	2,7
40	2,7	3,1
25	3,0	3,2
Движение закрывается	-	более 3,2

$$V_{\max} = 80 + \frac{(100 - 80)}{(1,9 - 1,4)} (1,9 - 1,8) = 84 \text{ км/ч};$$

$$i = 1,8 ‰ \Rightarrow V_{\max} = 84 \text{ км/ч} \Rightarrow V_{\max} = 80 \text{ км/ч};$$

$$V_{\max}^n = 75 \text{ км/ч}; \quad V_{\max}^z = 65 \text{ км/ч}.$$

4. Определить радиус переводной кривой и радиус острья стрелочного перевода, если допустимые величины центробежного ускорения $\gamma_0 = 0,48 \text{ м/с}^2$ и внезапно возникшего ускорения $j_0 = 0,35 \text{ м/с}^2$ при максимальной скорости движения на боковой путь $V_6 = 45 \text{ км/ч}$.

$$R = \frac{V_6^2}{3,6^2 \cdot \gamma_0} = \frac{45^2}{3,6^2 \cdot 0,48} = 325,521 \text{ м};$$

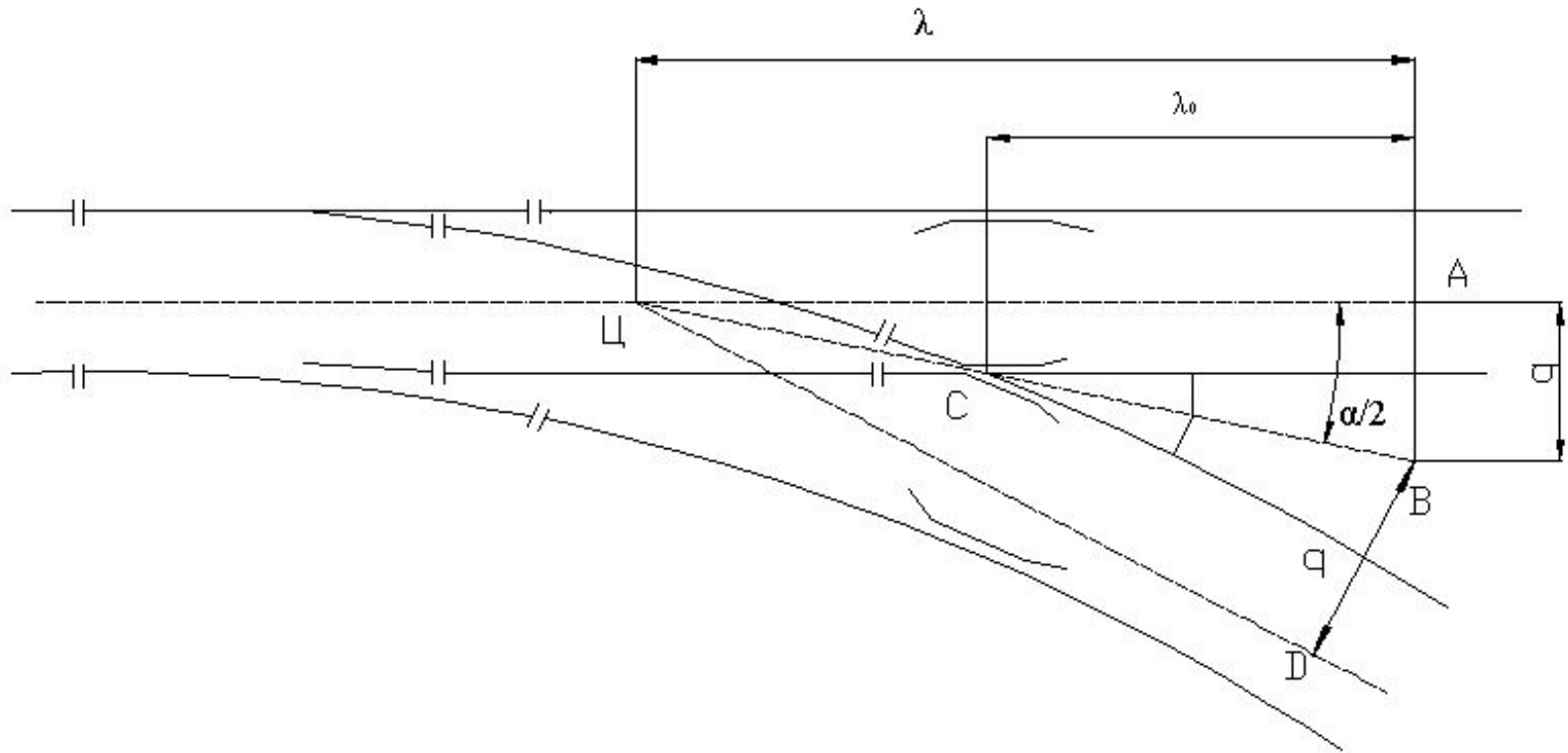
$$R_0 = \frac{V_6^2}{3,6^2 \cdot j_0} = \frac{45^2}{3,6^2 \cdot 0,35} = 446,429 \text{ м}.$$

5. Определить марку крестовины, если величина крестовинного угла $\alpha = 3,5781483^\circ$, и расстояние от центра перевода до предельного столбика.

$$N = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{1}{\operatorname{tg} 3,5781483} = 16;$$

марка крестовины 1/16.

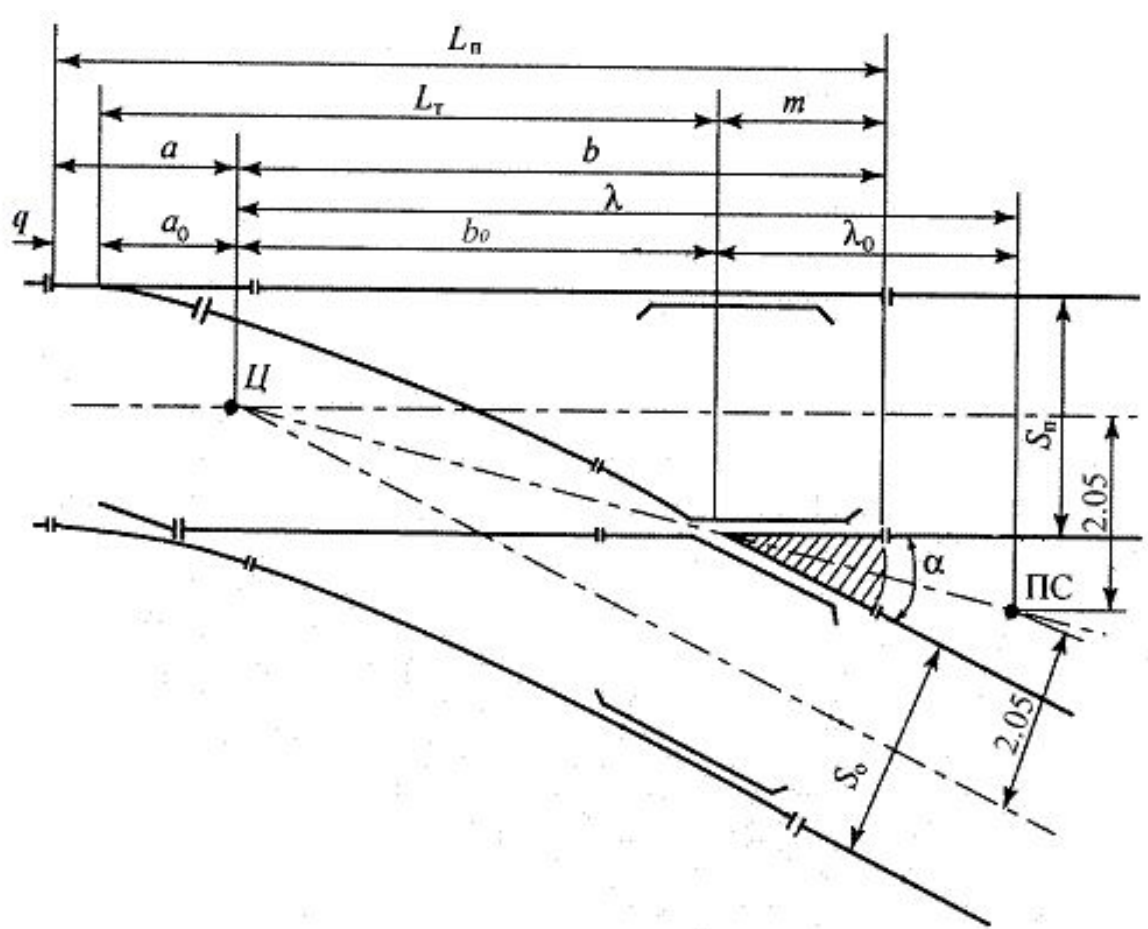
Схема к расчету положения предельного столбика



$$\lambda = 4100 \cdot N = 4100 \cdot 16 = 65600 \text{ мм.}$$

6. Изобразить эюру обыкновенного стрелочного перевода, указать основные размеры и местоположение предельного столбика.

Схема геометрических размеров стрелочного перевода



21. Определить ширину основной площадки земляного полотна B и начертить ее схему, для однопутного участка I категории железнодорожной линии в кривой радиусом $R = 500$ м, грунт земляного полотна – пылеватый песок.

Ширина основной площадки b на прямых однопутных участках, м

Категория линии	Вид грунта земляного полотна	
	глинистые, недренирующие мелкие и пылеватые пески	скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, дренирующие пески
скоростные, особогрузонапряженные, I и II	7,6	6,6
III	7,3	6,4
IV	7,1	6,2

Уширение основной площадки Δb на кривых участках, м

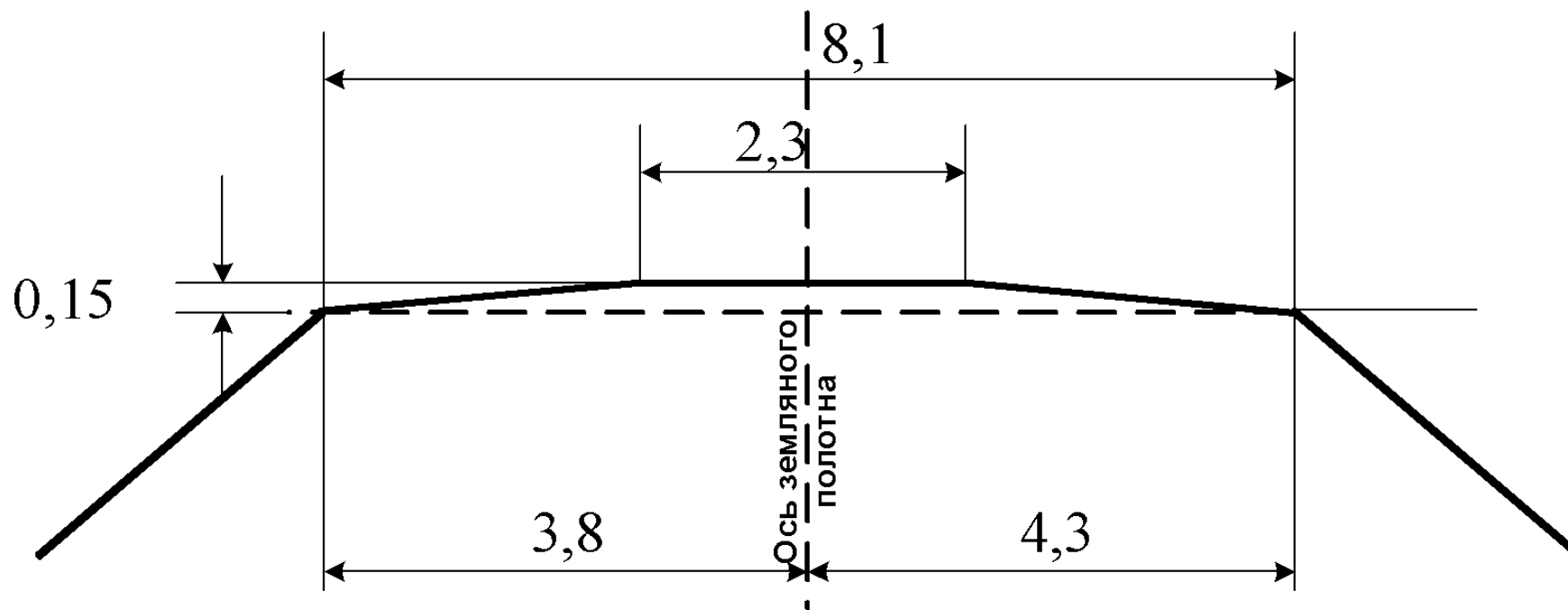
Радиус кривой	Уширение
3000 и более	0,2
2500-1800	0,3
1500-700	0,4
600 и менее	0,5

$$B = b + \Delta b = 7,6 + 0,5 = 8,1 \text{ м};$$

$$B_{\text{BH}} = \frac{b}{2} = \frac{7,6}{2} = 3,8 \text{ м};$$

$$B_{\text{нар}} = \frac{b}{2} + \Delta b = \frac{7,6}{2} + 0,5 = 4,3 \text{ м}.$$

Схема основной площадки земляного полотна



22. Назначить крутизну откосов и начертить схему поперечного профиля для насыпи высотой 11 м на однопутном участке, сооружаемой из глинистого грунта со следующими характеристиками: влажность на границе раскатывания $W = 12\%$, влажность на границе текучести $W_L^p = 14\%$, природная влажность $W_e = 11\%$.

Крутизна откосов насыпей

Вид грунта	Крутизна откосов при высоте насыпи		
	до 6 м	до 12 м	
		в верхней части высотой до 6 м	в нижней части от 6 до 12 м
Скальные, крупнообломочные грунты, пески гравелистые, крупные и средней крупности	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Пески мелкие и пылеватые, глинистые грунты твердой и полутвердой консистенции	1:1,5	1:1,5	1:1,75
Глинистые грунты тугопластичной консистенции	1:2	по индивидуальному проекту	
Глинистые и пылеватые грунты в районах избыточного увлажнения	1:1,75	1:1,75	1:2
Подтопляемые откосы независимо от вида грунта	1:2	1:2	1:2

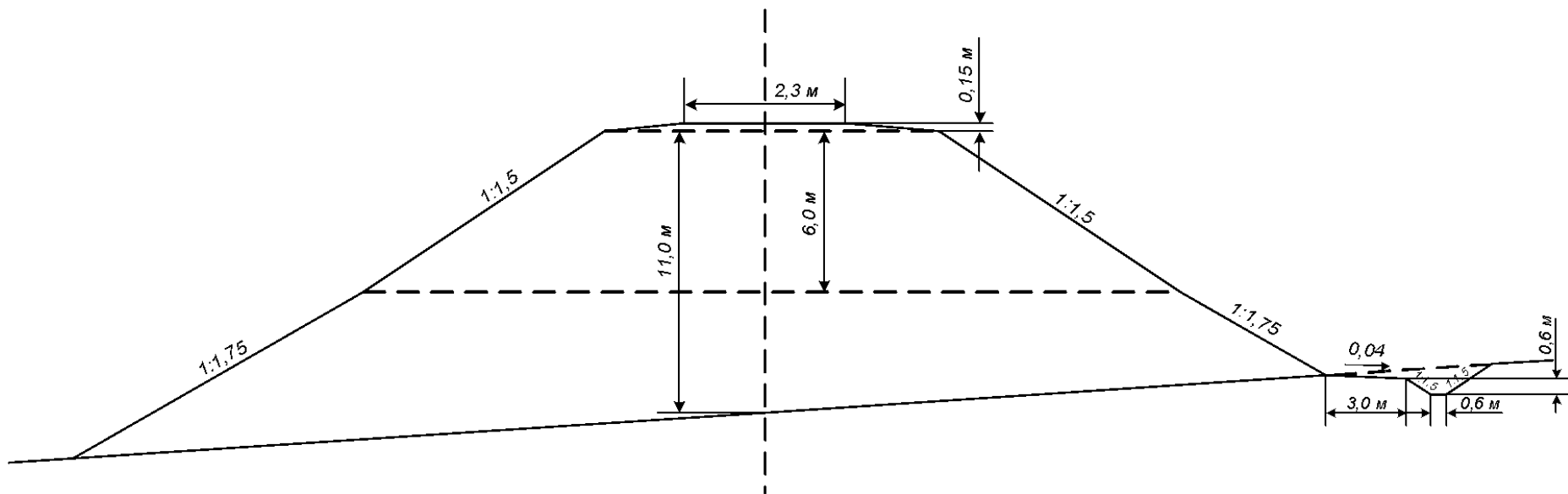
Примечание. Консистенция грунтов определяется по показателю текучести I_L .

В зависимости от значения показателя текучести I_L различают глинистые грунты: твердые $I_L < 0$ (вторая строчка таблицы); полутвердые $0 \leq I_L \leq 0,25$ (вторая строчка); тугопластичные $0,25 < I_L \leq 0,5$ (третья строчка); мягкопластичные $0,5 < I_L \leq 0,75$; текучепластичные $0,75 < I_L \leq 1$; текучие $I_L > 1$.

$$I_L = \frac{W_e - W_p}{W_L - W_p} = \frac{11 - 12}{14 - 12} = -0,5 \Rightarrow \text{консистенция грунта твердая,}$$

следовательно, крутизна откосов в верхней части насыпи (до 6 м) должна быть 1:1,5, в нижней части (ниже 6 м) – 1:1,75.

Схема поперечного профиля насыпи



23. Определить интенсивность пучения грунта f при следующих значениях влажности грунта: $W_e = 16 \%$, $W_p = 15 \%$. Рекомендовать способ защиты откосов земляного полотна и определить отметку бермы Γ_{δ} при следующих исходных данных: $\Gamma_{BV} = 198,4$ м, $h_n = 0,2$ м, $h_H = 1,1$ м, $\Delta Z = 0,15$ м.

Интенсивность пучения f глинистых грунтов в зависимости от
влажности в зоне промерзания

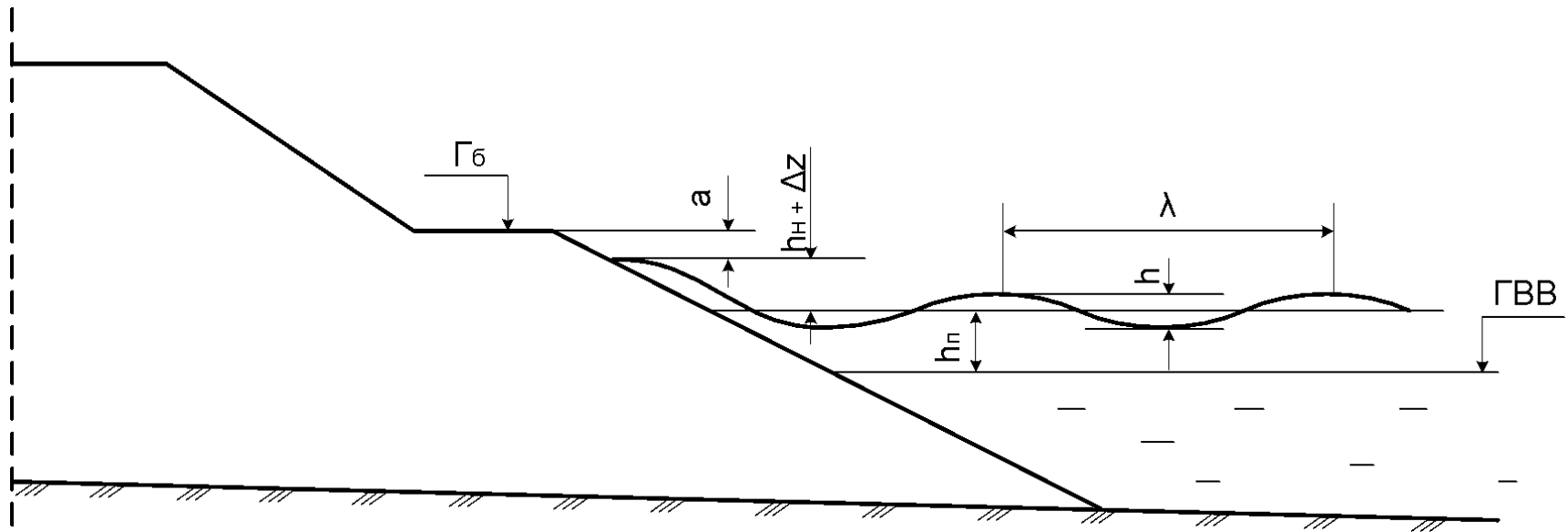
$W_e - W_p, \%$	$W_e, \%$										
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1	0,015	0,018	0,021	0,025	0,028	0,031	0,034	0,037	0,041	0,044	0,047
2	0,022	0,025	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041	0,045	0,048	0,051	0,054
3	0,034	0,037	0,040	0,044	0,047	0,050	0,053	0,056	0,060	0,063	0,066
4	0,050	0,054	0,057	0,060	0,063	0,066	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082
5	-	0,075	0,078	0,081	0,084	0,088	0,091	0,094	0,097	0,100	0,103
6	-	0,097	0,100	0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,120	0,123	0,126
7	-	-	0,130	0,133	0,136	0,139	0,143	0,146	0,149	0,152	0,155
8	-	-	0,164	0,167	0,170	0,173	0,176	0,180	0,183	0,186	0,189
9	-	-	-	0,205	0,208	0,212	0,215	0,218	0,221	0,224	0,227
10	-	-	-	0,248	0,251	0,254	0,258	0,261	0,264	0,267	0,270

$$W_e - W_p = 16 - 15 = 1\% \quad \Rightarrow \quad f = 0,015,$$

$0,01 \leq f < 0,03 \Rightarrow$ грунт – слабопучинистый.

Укрепление откосов рекомендуется плитным покрытием.

Схема к расчету отметки бермы $\Gamma_{\bar{6}}$



$$\Gamma_{\bar{6}} = \Gamma_{BВ} + h_n + h_n + \Delta z + a,$$

$$\Gamma_{\bar{6}} = 198,4 + 1,1 + 0,2 + 0,15 + 0,5 = 200,35 \text{ м.}$$

24. Оценить гидравлическую эффективность дренажа, устраиваемого на участке выемки, сложенной грунтами, имеющими условный номер 7в.

Физико-технические характеристики грунта

Номер грунта	Тип грунта	$\rho_s, \text{Т/М}^3$	$a_{\text{кп}}, \text{М}$	I_0 , ДОЛИ	$k_{\phi}, \text{М/С}$	$\frac{W_m}{W_p},$ %	$W_L,$ %	Условный номер грунта	e_e	$W_e, \%$	$c,$ кПа	$\phi,$ граду- сы
7	Сугли- нок легкий	2,70	1,0	0,07	$1 \cdot 10^{-8}$	16	24	7а	0,68	15	30	24
								7б		17,5		21
								7в		20		19
								7г		23,5		16

$$\mu = \frac{m_0}{n}, \quad m_0 = n - (1 + \alpha)W_m \frac{\rho_d}{\rho_w}, \quad n = \frac{e}{1 + e}, \quad \rho_d = \frac{\rho_s}{1 + e},$$

$$n = \frac{0,68}{1 + 0,68} = 0,405, \quad \rho_d = \frac{2,70}{1 + 0,68} = 1,61 \text{ т/м}^3,$$

$$m_0 = 0,405 - (1 + 0,1) \cdot 0,16 \cdot \frac{1,61}{1} = 0,122, \quad \mu = \frac{0,122}{0,405} = 0,301,$$

$\mu > 0,2 \Rightarrow$ дренаж гидравлически ефективен.

25. Изобразить типовой поперечный профиль щебеночной балластной призмы в кривой на однопутном участке для 1 класса пути. Представить схему с указанием основных размеров.

Типовой поперечный профиль балластной призмы

