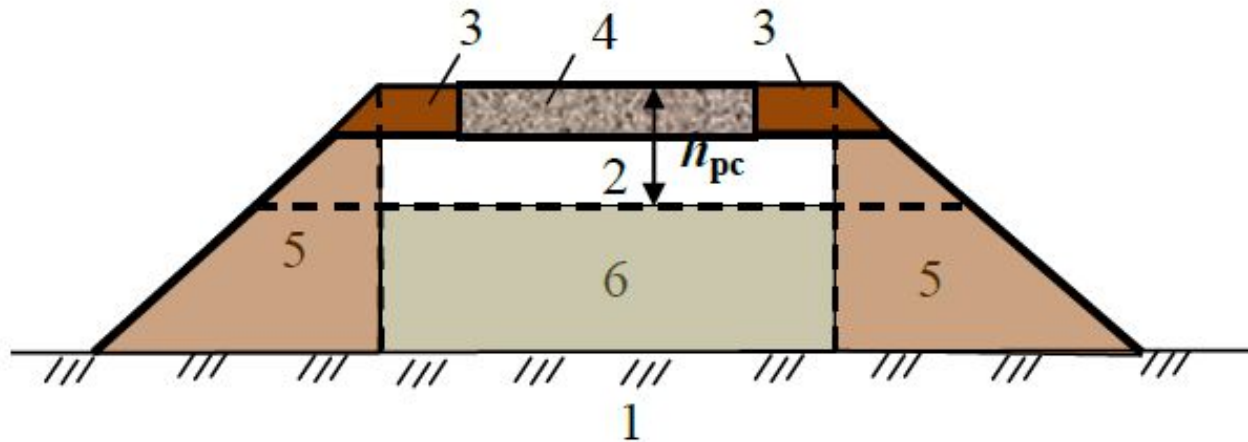


# **5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

**Земляное полотно** – геотехническая конструкция, выполняемая в виде насыпей, выемок или полунасыпей - полувыемок, служащая для обеспечения проектного пространственного расположения проезжей части дороги и в качестве грунтового основания (подстилающего грунта) конструкции дорожной одежды. (п. 3.64 СПЗ4-13330-2012)

# Элементы земляного полотна

Основные элементы земляного полотна насыпи:



**1 – Основание насыпи:** массив грунта в условиях естественного залегания, располагающийся ниже насыпного слоя.

**2 – Рабочий слой земляного полотна (подстилающий грунт):** Верхняя часть полотна в пределах от низа дорожной одежды до уровня, соответствующего 2/3 глубины промерзания конструкции, но не менее 1,5 м, считая от поверхности покрытия.

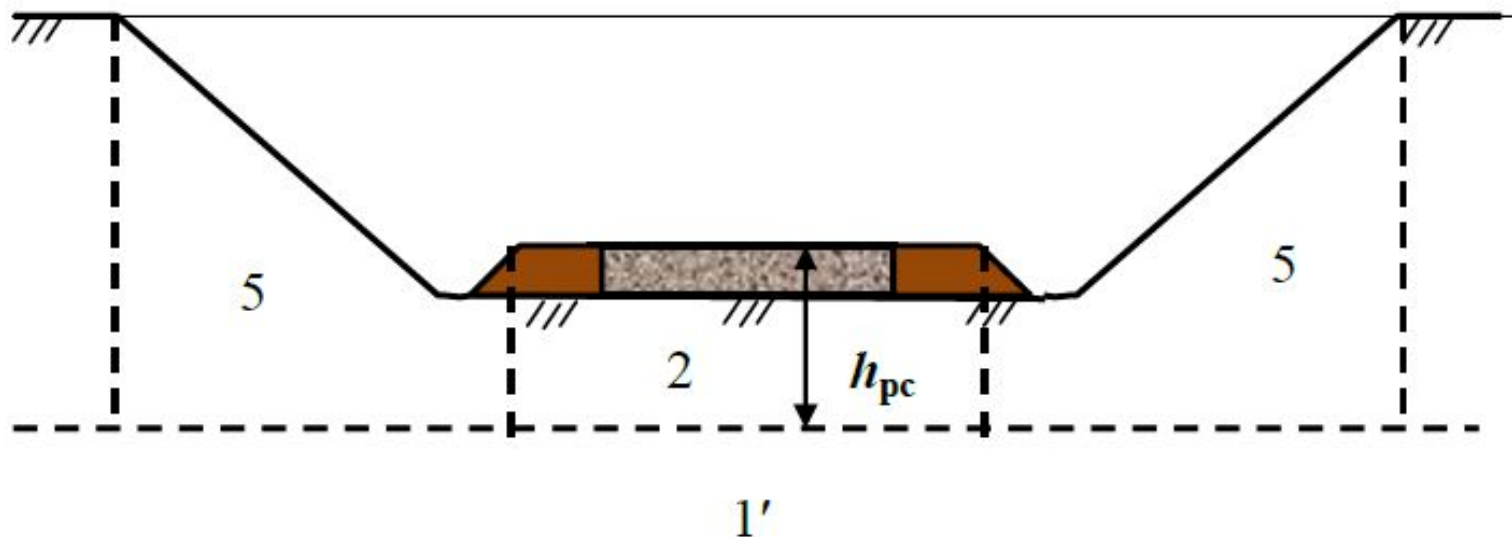
**3 – Обочины**

**4 – Дорожные одежды**

**5 – Откосная часть** - зоны, ограниченные с боков поверхностями откосов и вертикалями, проходящими через бровки насыпей или выемок, а снизу – основанием насыпи или выемки.

**6 – Ядро насыпи** – зона, расположенная ниже рабочего слоя и ограниченная снизу основанием насыпи, а с боков – вертикалями, проходящими через бровки

## Основные элементы земляного полотна выемки:



**1' - Основание выемки** – Массив грунта ниже границы рабочего слоя.

**Конструкция земляного полотна включает также в себя**

устройства для поверхностного водоотвода;

устройства для понижения или отвода грунтовых вод (дренаж);

поддерживающие и защитные геотехнические устройства и конструкции, предназначенные для защиты земляного полотна от опасных геологических процессов (эрозии, абразии, селей, лавин, оползней и т.п.).

# Требования к земляному полотну

**Прочность земляного полотна** – его способность сохранять, не деформируясь при действии внешних сил и природных факторов, приданные ему при строительстве форму и размеры.

**Устойчивость земляного полотна** — сохранение предусмотренного проектом положения в пространстве без смещений и просадок.

**Стабильность** — способность системы



## *Инженерные мероприятия для обеспечения устойчивости земляного полотна*

- обоснованный выбор грунтов для насыпей;
- правильное расположение и требуемую степень уплотнения грунтов;
- защита грунтов от источников увлажнения;
- устройство дренажей;
- гидроизоляция;
- защита от опасных температурных воздействий;
- защита от эрозии;
- обоснование конструкции поперечного сечения (переменное заложение откоса, устройство берм);
- назначение высоты насыпей и глубины выемок.

# ***Виды грунтов применительно к использованию для устройства земляного полотна***

*Крупнообломочные скальные грунты* – обломки скальных пород, получаемые при искусственной разработке или залегающие в естественных условиях в виде аллювиальных или делювиальных отложений.

*Гравийные и песчаные грунты*

*Супесчаные грунты*

*Пылеватые супесчаные грунты*

*Пылеватые суглинки и тяжелые пылеватые супеси*

*Суглинистые грунты*

*Глинистые грунты*

К *особым грунтам* *следует* *относить*: торфяные и заторфованные; сапропели; илы; иольдиевые глины; лессы; аргиллиты и алевролиты; мергели, глинистые мергели и мергелистые глины; трепел; тальковые и пиррофиллитовые; дочетвертичные глинистые грунты, глинистые сланцы и сланцевые глины; черноземы; пески барханные; техногенные грунты (отходы промышленности).



7.8 К слабым следует относить связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании прибором вращательного среза) или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа (модуль деформации ниже 5,0 МПа).

При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции свыше 0,5, иольдиевые глины, грунты мокрых солончаков.

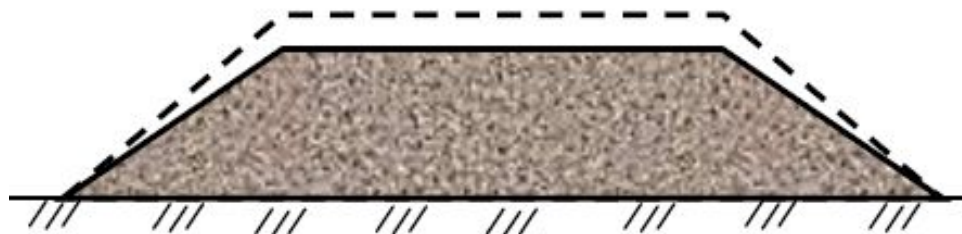




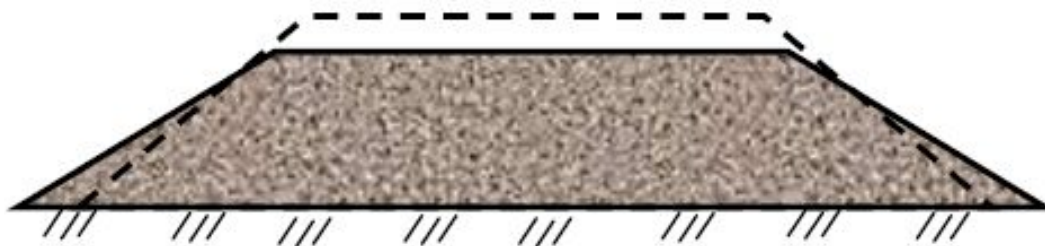
# Виды деформаций земляного полотна и грунтового основания

## ОСНОВАНИЯ

*Осадка насыпи под действием веса грунта*



*Расползание насыпей из переувлажненных грунтов*



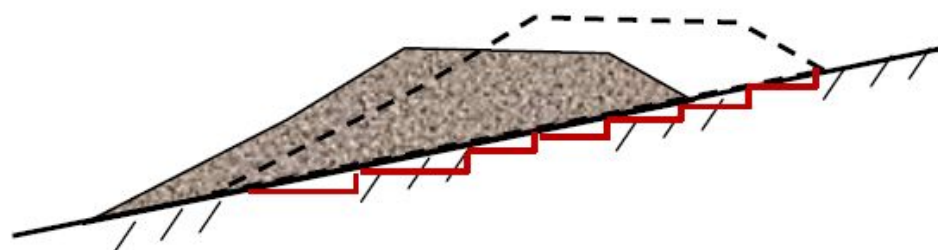
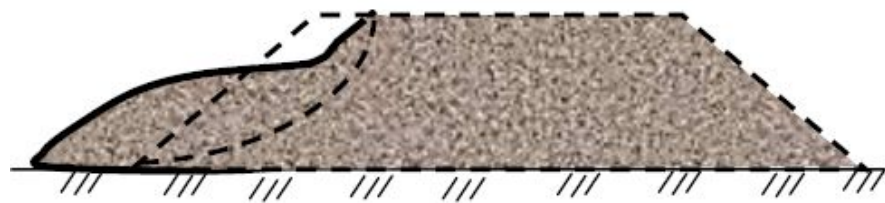
*Оползание насыпи*

*откоса*

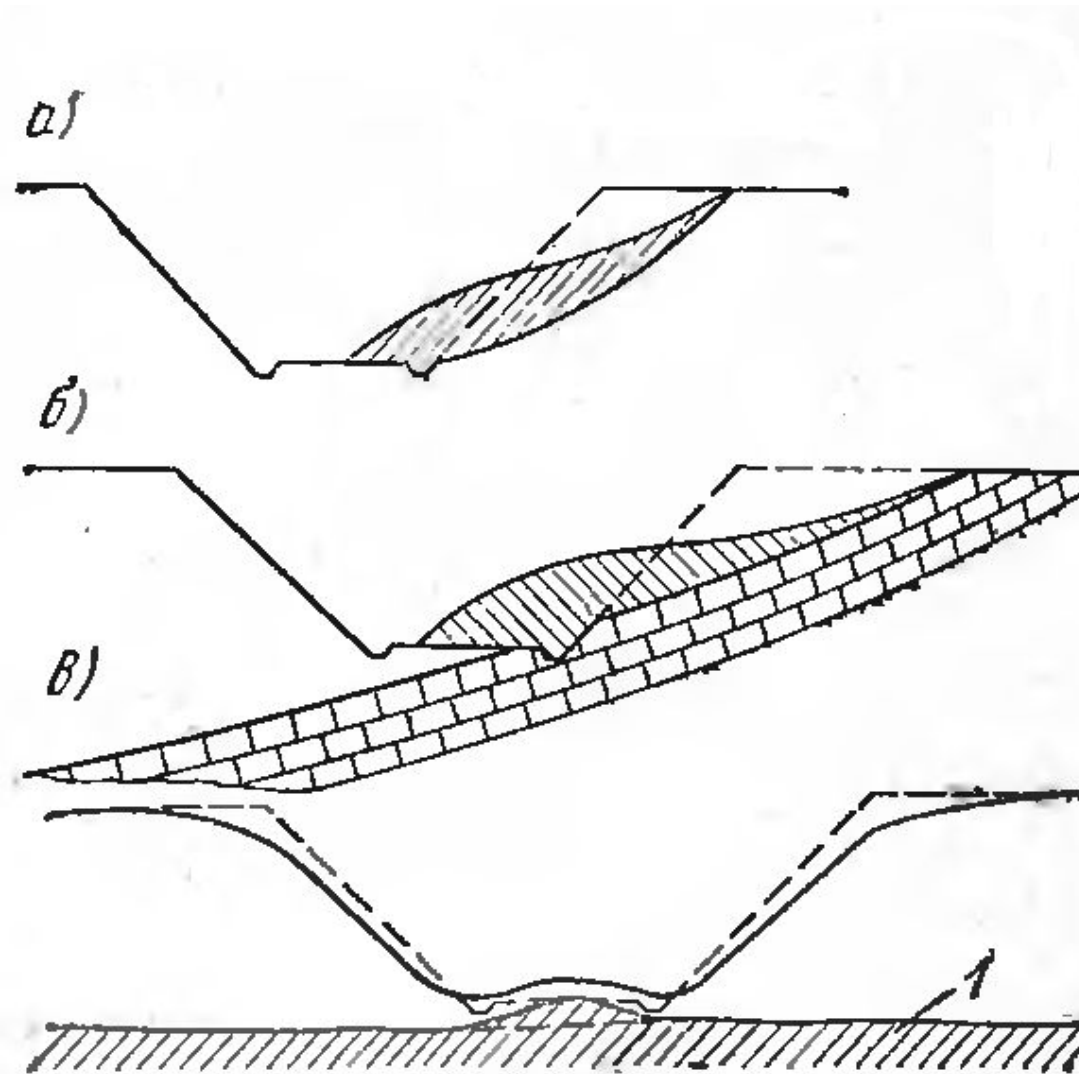
*Сползание насыпи по*

*косогору*

*по*



## Виды деформаций выемок



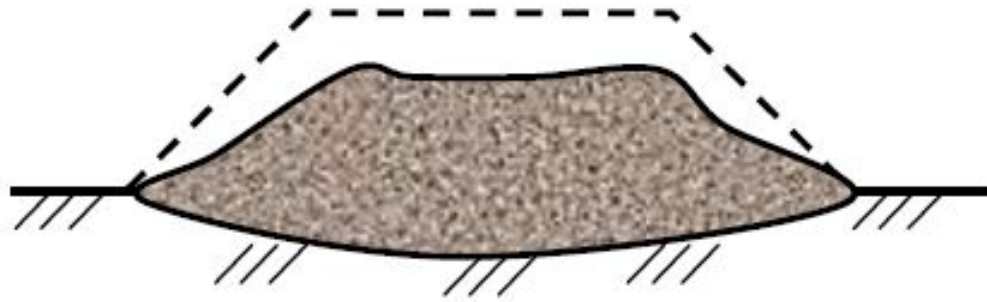
а – оползание откоса выемки в однородном грунте

б – оползание откоса выемки в слоистом напластовании

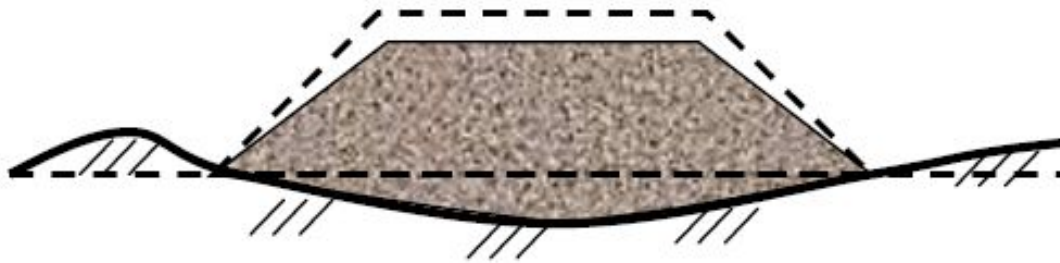
в – выжимание слабого грунта на дне выемки под действием веса откосов

1 – слабый грунт

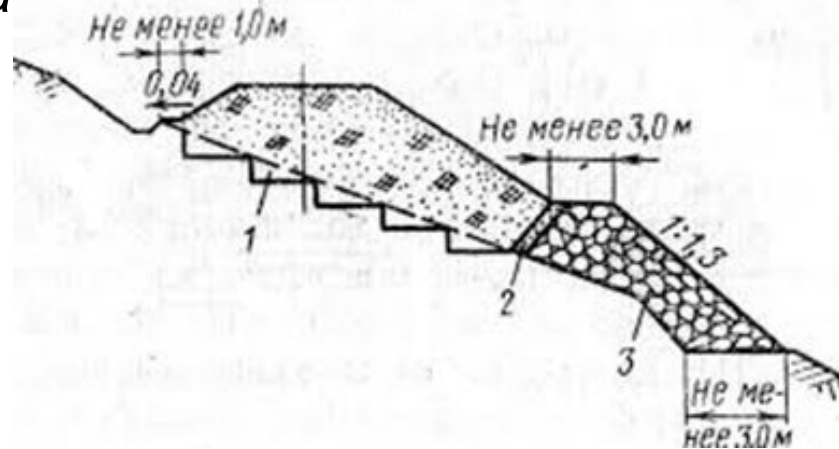
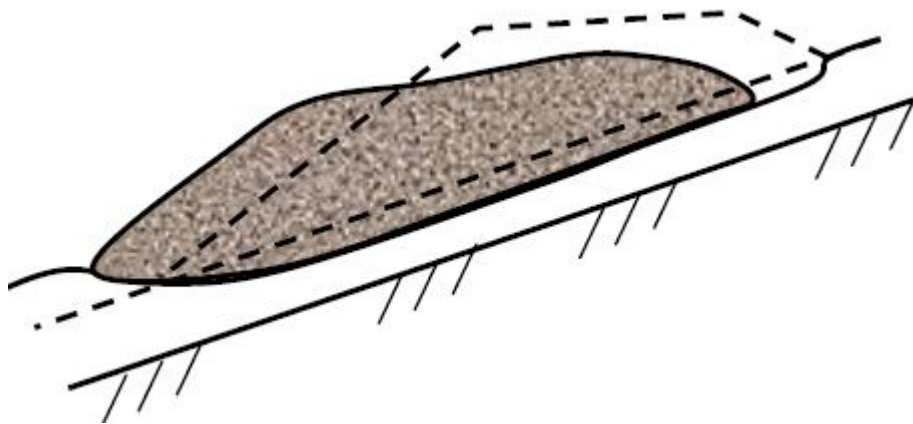
Осадка слабого основания



Осадка с выпором слабого грунта



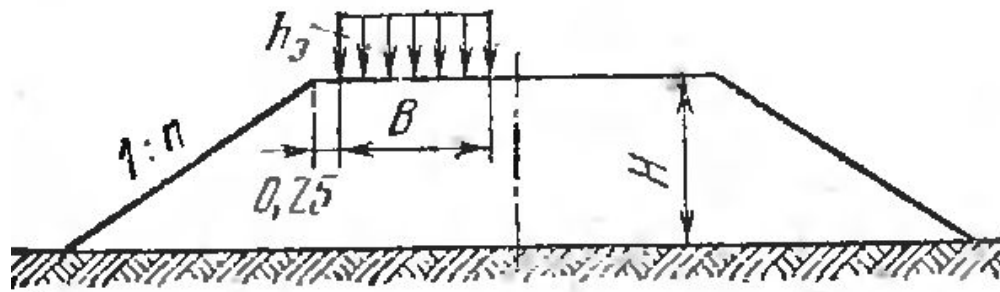
Смещение в связи с оползанием склона



## Коэффициент устойчивости земляного полотна

$$K^{(p)} \geq K^{(H)}$$

где  $K^{(p)}$ ,  $K^{(H)}$  – расчётный и нормативный коэффициенты устойчивости



$$h_{\text{э}} = \frac{1}{\gamma_{\text{гр}}} \left[ \frac{2\rho_{\text{г}}}{B} + (\gamma_0 - \gamma_{\text{гр}}) H \right]$$

где  $\rho_{\text{г}}$  – нормативная нагрузка на одну гусеницу расчетной машины;

$B$  – ширина базы машины;

$\gamma_0$  – плотность дорожной одежды;

$\gamma_{\text{гр}}$  – плотность грунта верхней части насыпи;

$H$  – толщина одежды

$$K^{H)} = K_M K_2 K_3 K_4 K_5 K$$

$K_1$  — степень надежности имеющихся данных о характеристиках грунтов. В зависимости от количества проведенных испытаний образцов и наличия сведений о работе сооружений из этих грунтов его принимают от 1 до 1,1;

$K_2$  — значение дороги. Для дорог I и II категории  $K_2=1,03$ , III и IV —  $K_2=1,0$

$K_3$  — степень ущерба для народного хозяйства, в случае перерыва движения при аварии сооружений (от 1,0 до 1,2);

$K_4$  — соответствие расчетной схемы естественным инженерно-геологическим условиям, (от 1 до 1,05);

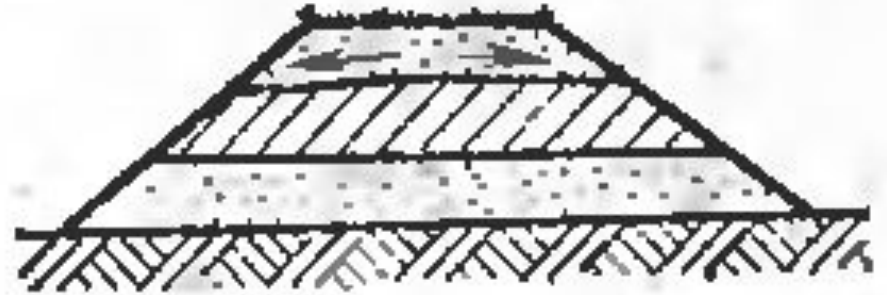
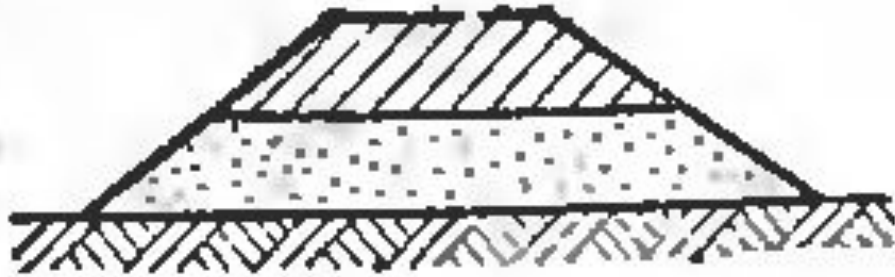
$K_5$  — вид грунта и его работу в сооружении – насыпь, основание, естественный массив (от 1,0 до 1,05).

$K_M$  — надежность метода расчета и обеспечиваемый им коэффициент запаса. При расчете устойчивости откосов по методам Терцаги и Шахунянца  $K_M = 1$ , при расчете другими методами коэффициент определяют как отношение коэффициента устойчивости, полученного по данному методу к коэффициенту при расчете по методу Терцаги, т. е.

$$K_M = \frac{K'_M}{K_{\text{Терцаги}}}$$

*Нормативный показатель устойчивости при расчетах земляного полотна может меняться в пределах от 1 до 1,5.*

## Расположение грунтов в земляном полотне



7.15 ....В условиях дорожно-климатических зон IV и V рабочий слой должен состоять из ненабухающих и непросадочных грунтов (таблицы В.4 и В.5 приложения В) на глубину 1 и 0,8 м от поверхности цементобетонного и асфальтобетонного покрытий соответственно.



7.21 ... При невозможности или нецелесообразности выполнения требований пунктов 7.11-7.16, 7.18, 7.20 предусматривают мероприятия по обеспечению прочности и устойчивости рабочего слоя или по усилению дорожной одежды:

устройство морозозащитного слоя;

регулирование водно-теплого режима земляного полотна с помощью гидроизолирующих, теплоизолирующих, дренирующих или капилляропрерывающих прослоек из геосинтетических материалов;

укрепление и улучшение грунта рабочего слоя с использованием вяжущих, гранулометрических добавок и др.;

применение армирующих прослоек из геосинтетических материалов;

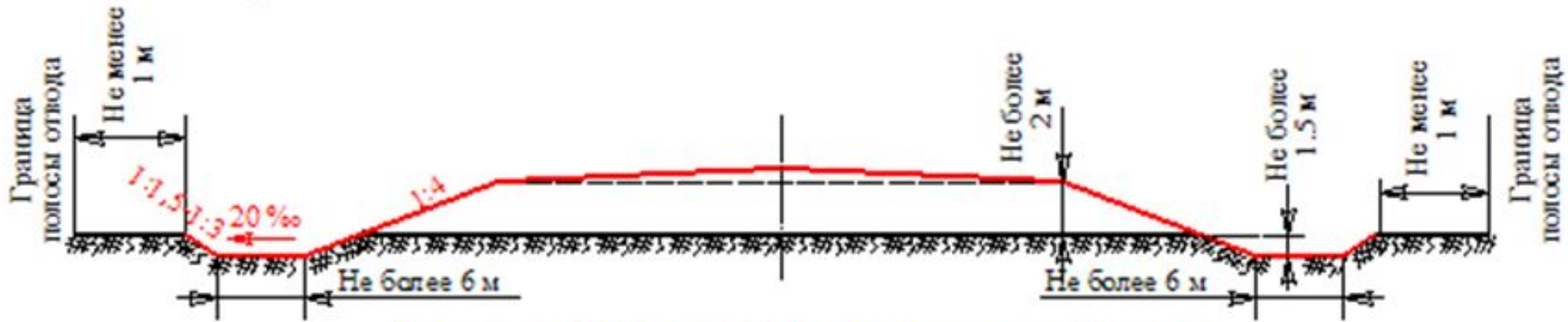
понижение уровня подземных вод с помощью дренажа;

применение специальных поперечников земляного полотна в целях его защиты от поверхностной воды (уположенные откосы, бермы);

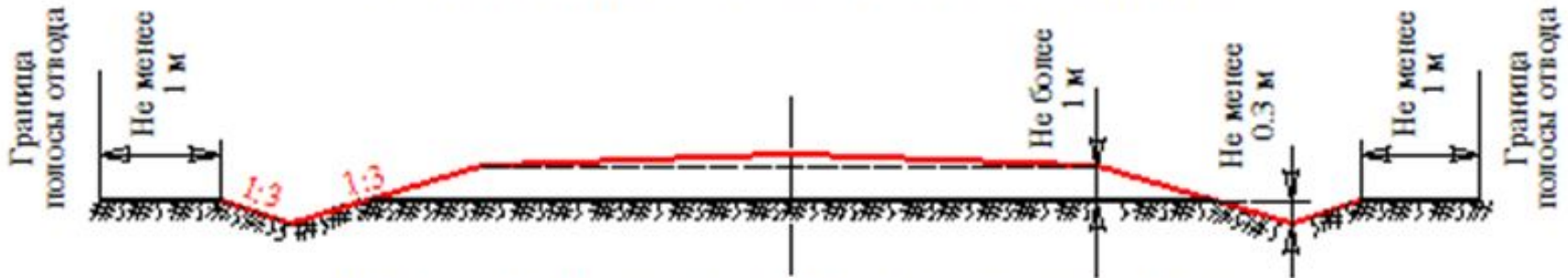
сооружение дорожных одежд с техническим перерывом или в две стадии.

*Указанные мероприятия назначают на основе технико-экономических расчетов.*

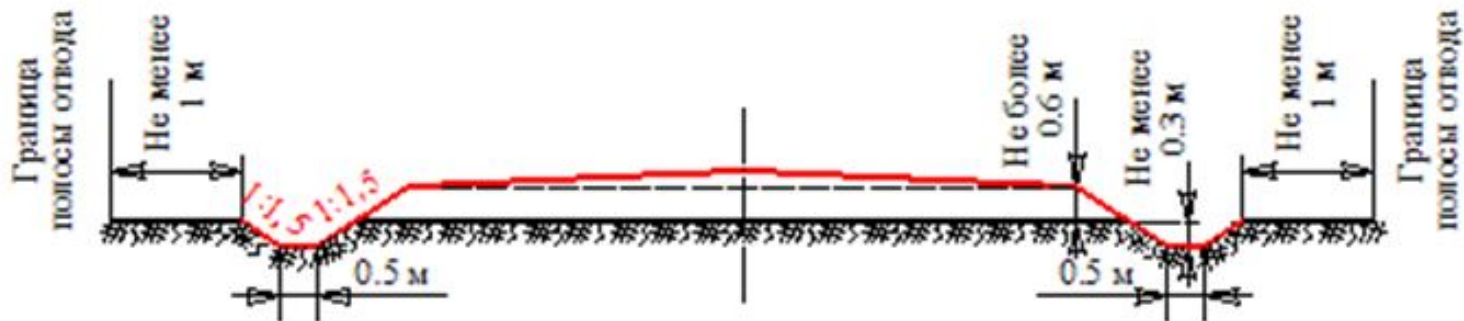
# Типовые поперечные профили для насыпей



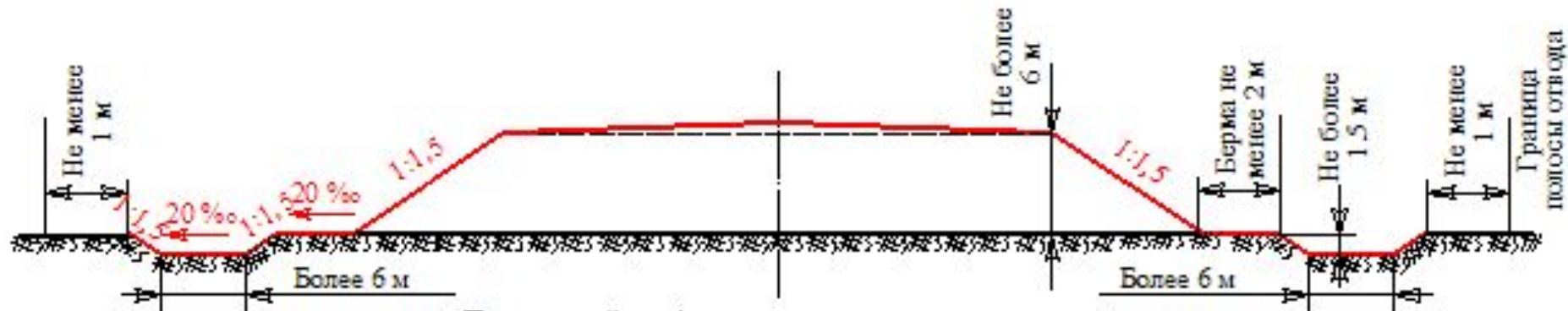
Поперечный профиль земляного полотна с кюветами резервами



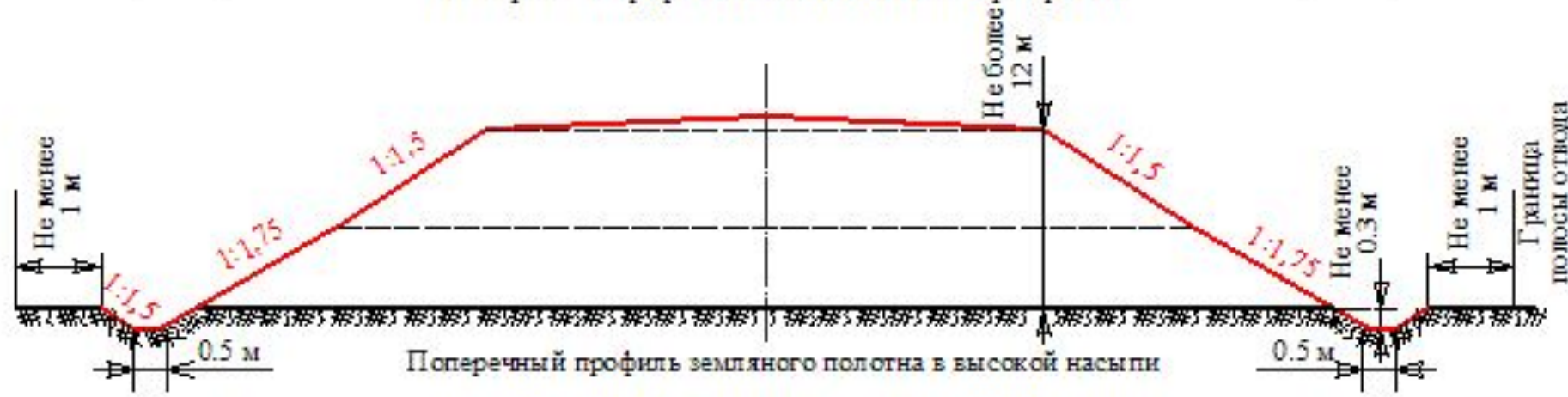
Поперечный профиль земляного полотна с треугольными канавами



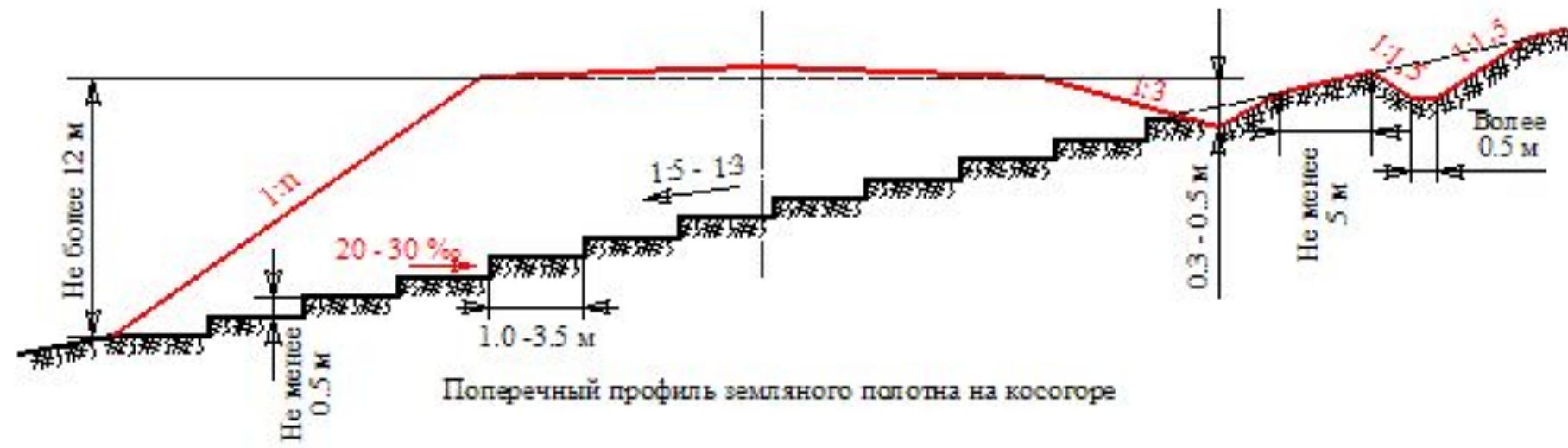
Поперечный профиль земляного полотна с боковыми трапециевидными канавами



Поперечный профиль земляного полотна с резервами

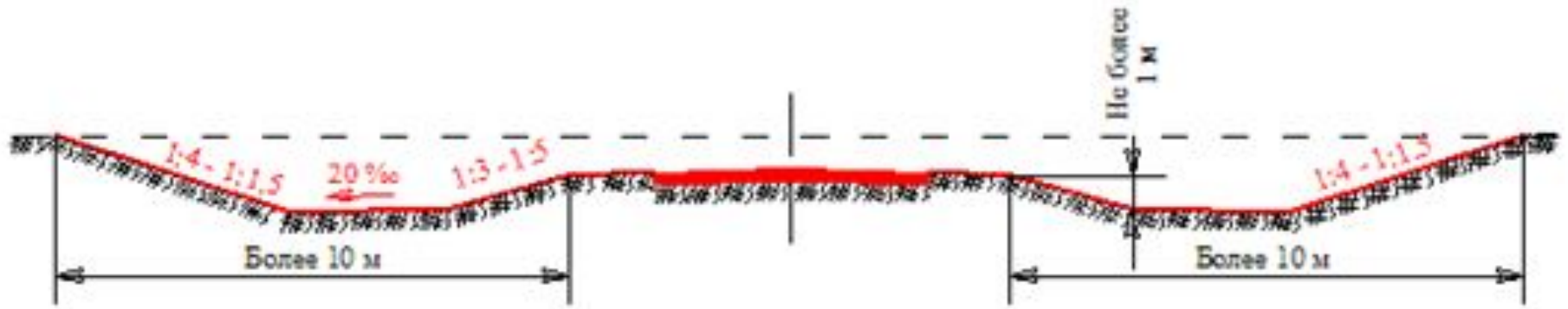


Поперечный профиль земляного полотна в высокой насыпи

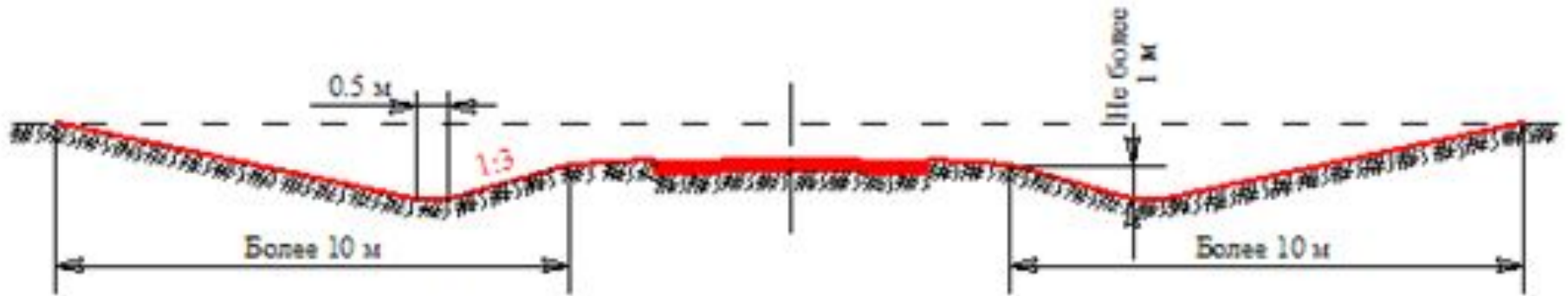


Поперечный профиль земляного полотна на косогоре

# Типовые поперечные профили в выемке

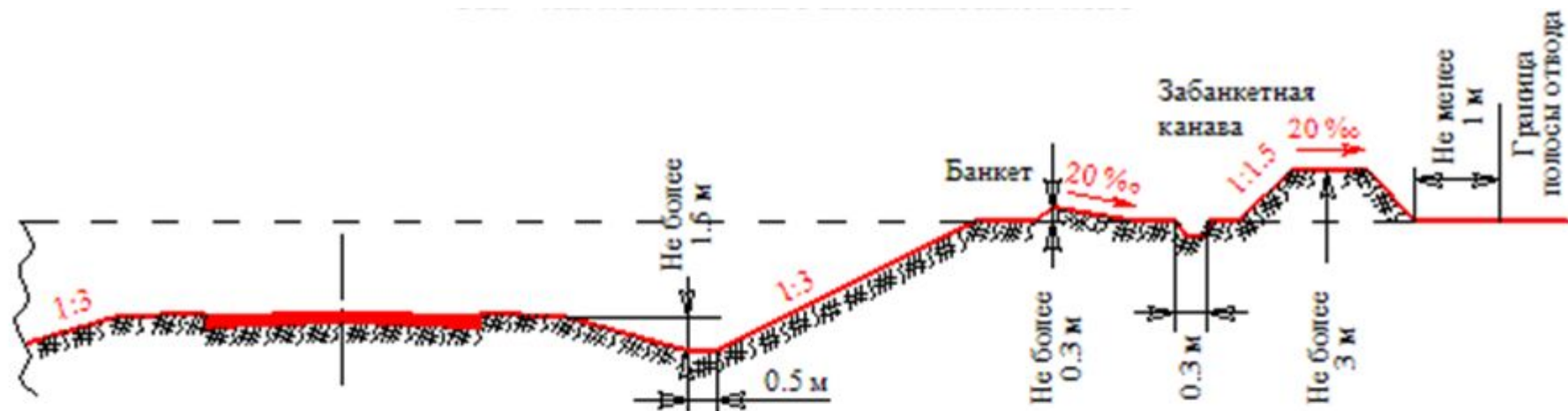


Мелкая выемка, разделенная под насыпь

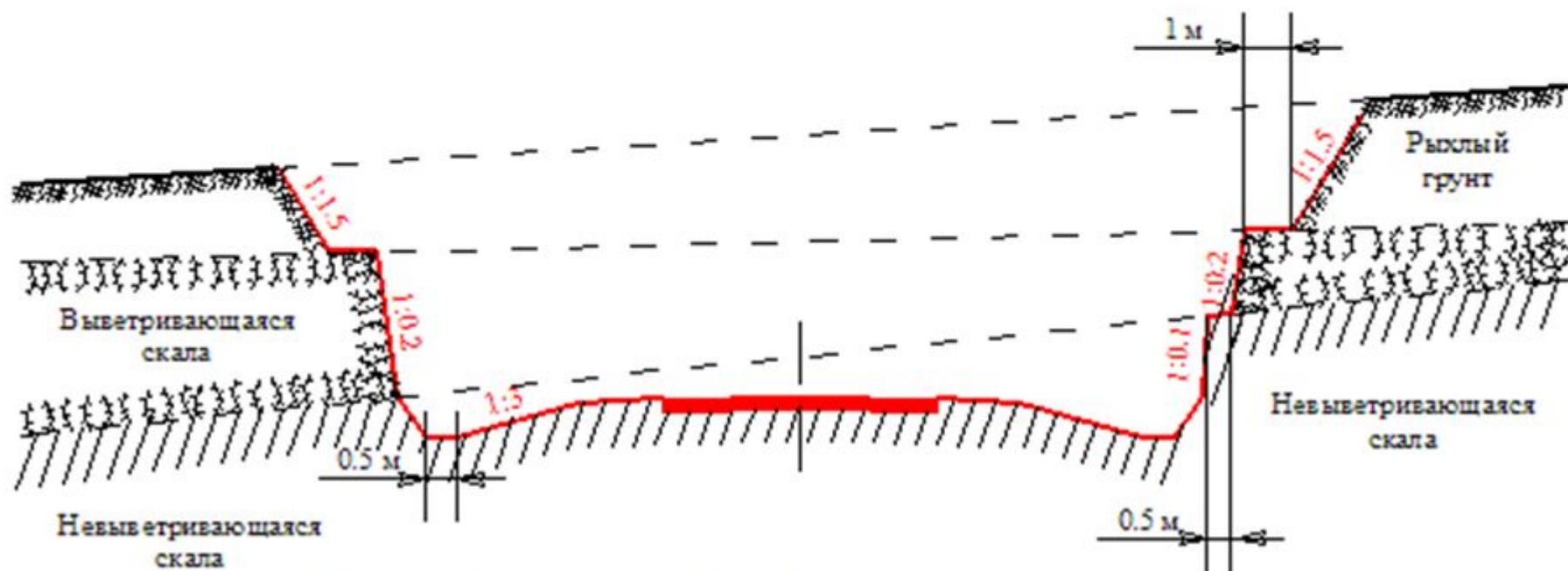


Раскрытая мелкая выемка в снегонезащитном месте





Поперечный профиль автомобильной дороги в выемке при устройстве кавальеров



Поперечный профиль автомобильной дороги в выемке в слоистых грунтах

## **7.4 ... Индивидуальные решения, а также индивидуальную привязку типовых решений следует применять:**

для насыпей с высотой откоса более 12 м;

для насыпей на участках временного подтопления, а также при пересечении постоянных водоемов и водотоков;

для насыпей, сооружаемых на болотах глубиной более 4 м с выторфовыванием или при наличии поперечных уклонов дна болота более 1:10;

для насыпей, сооружаемых на слабых основаниях (7.25);

при использовании в насыпях грунтов повышенной влажности;

при возвышении поверхностей покрытия над расчетным уровнем воды менее, указанного в 7.11;

при использовании в насыпях прослоек из геосинтетических материалов (разделительных, армирующих, дренирующих, капилляропрерывающих, гидроизолирующих, теплоизолирующих и т.п.) для регулирования водно-теплового режима верхней части земляного полотна, а также при специальных поперечных профилях;

при сооружении насыпей на просадочных грунтах;

при сооружении насыпей из крупнообломочных грунтов размерами обломков более 0.2 м:



для выемок высотой откоса более 12 м в не скальных грунтах и более 16 м в скальных при благоприятных инженерно-геологических условиях;

для выемок в слоистых толщах, имеющих наклон пластов в сторону проезжей части;

для выемок, вскрывающих водоносные горизонты или имеющих в основании водоносный горизонт, а также в глинистых грунтах с коэффициентом консистенции более 0,5;

для выемок высотой откоса более 6 м в пылеватых грунтах в районах избыточного увлажнения, а также в глинистых грунтах и скальных размягчаемых грунтах, теряющих прочность и устойчивость в откосах под воздействием погодно-климатических факторов;

для выемок в набухающих грунтах при неблагоприятных условиях увлажнения;

для насыпей и выемок, сооружаемых в сложных инженерно-геологических условиях: на косогорах круче 1:3, на участках с наличием или возможностью развития склоновых процессов, оврагообразования, карста, наледи, вечной мерзлоты и т.п.;

при возведении земляного полотна с применением взрывов или гидромеханизации;

при сооружении периодически затопляемых дорог при пересечении водотоков;

при применении теплоизоляционных слоев на участках вечномерзлых грунтов.