

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

## РАЗДЕЛ 1: ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ И МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

**Вопрос 7.** Конструкции земляного полотна в районах вечной мерзлоты.

**Вопрос 8.** Водоотводные сооружения на многолетнемерзлых грунтах.

# Вопрос 7. Конструкции земляного полотна в районах вечной мерзлоты



# КОНСТРУКЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НАЗНАЧАЮТ С УЧЕТОМ:

- температурного режима толщи грунтов;
- физико-механических свойств грунтов;
- допустимой величины осадки основания насыпи при оттаивании в период эксплуатации.



# КОНСТРУКЦИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Принцип проектирования

Тип местности

Тип конструкции и грунты земляного полотна

**Первый** - сохранение мерзлоты в основании насыпи

3 – «мокрые» места (с постоянным избыточным увлажнением)

Насыпи из нецементированных обломочных грунтов. Возможно применение глинистых грунтов на высоких насыпях

**Второй и третий** - допущение оттаивания мерзлоты в основании насыпи

2 – «сырые» места (с избыточным увлажнением в отдельные периоды года)

Насыпи из глинистых и нецементированных обломочных грунтов. В исключительных случаях допускаются выемки

По нормам II дорожно-климатической зоны

1 – «сухие» места

Насыпи и выемки

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Первый** - сохранение мерзлоты в основании насыпи

участки **низкотемпературной вечной мерзлоты, сложенные сильнопросадочными** и глинистыми грунтами влажностью ниже границы текучести в деятельном слое **при капитальном типе дорожных одежд**, а также при проявлении на территории таких мерзлотных процессов и явлений, как бугры пучения, термокарст, морозобойное растрескивание, наличие в толще погребенных льдов различного генезиса и т.п.

**Второй** - допущение оттаивания мерзлоты в основании насыпи

применяют в качестве основного из конкурирующих вариантов, оцениваемых по технико-экономическим показателям

**Третий** – понижение границы ВМГ

участки высокотемпературной вечной мерзлоты островного распространения, когда возможны заблаговременное оттаивание вечномерзлых грунтов и осушение дорожной полосы

по нормам II дорожно-климатической зоны

участке со скальными крупнообломочными и песчаными породами, не содержащими прослоек и линз льда, в том числе с высокотемпературной вечной мерзлотой (как правило, островного распространения)

# ВЫСОТА НАСЫПИ ПО ПЕРВОМУ ПРИНЦИПУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

$$H_{\text{нас}} = H_p m_t K_r K_w$$

$H_p$  – нормативная глубина оттаивания грунтов, из которых отсыпают насыпь (определяют по карте изолиний нормативных глубин сезонного промерзания-оттаивания (деятельного слоя) различных грунтов в зоне распространения ВМГ и ММГ. (ОДН 218-046-01);

$m_t$  – коэффициент, учитывающий поглощение тепла покрытием (1,05 — для цементобетонных покрытий, 1,1÷1,6 — для асфальтобетонных);

$K_r$  – коэффициент, учитывающий дополнительный приток тепла в основание через откосы насыпи и в результате вырубки просеки при постройке дороги ( $K_r = 1,16÷1,22$ );

$K_w$  – коэффициент, учитывающий влияние влажности грунта на глубину протаивания основания

$$K_w = \frac{1}{a + b \cdot W_0}$$

$W_0$  — влажность грунта, %,

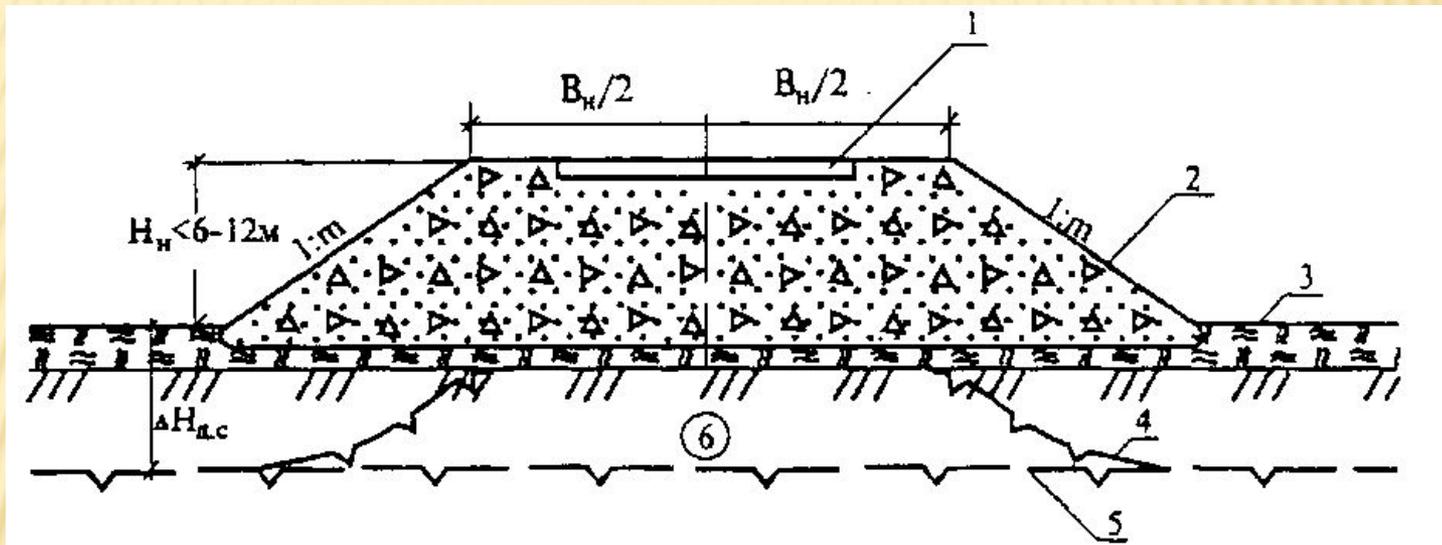
$a \approx 0,90$ ;

$b$  — коэффициент учитывающий тип грунта:

песчано-гравийные  $b = 0,018$ ,

супесчаные и суглинистые  $b = 0,007$

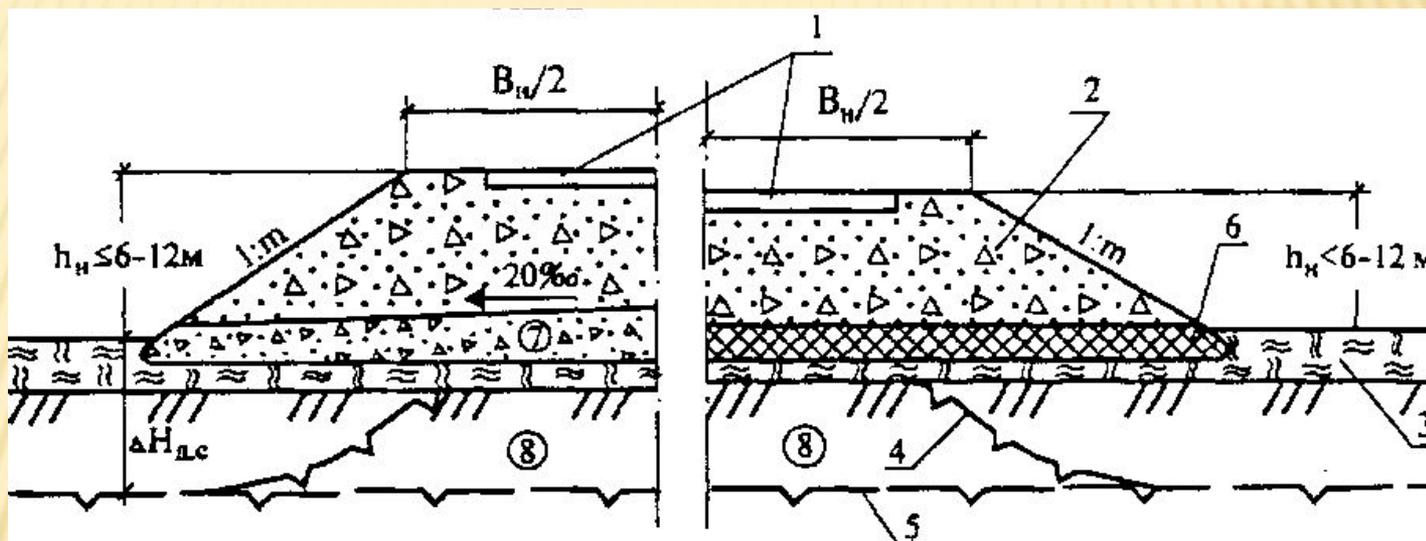
# ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ НАСЫПИ НА ВМГ ТИП 1



- 1 - дорожная одежда;
- 2 - несцементированный обломочный грунт;
- 3 - мохорастительный покров;
- 4 - верхняя граница вечномерзлых грунтов (ВГВМГ) после постройки насыпи;
- 5 - ВГВМГ до постройки насыпи;
- 6 - новообразованная мерзлота под насыпью

# ТИП 2

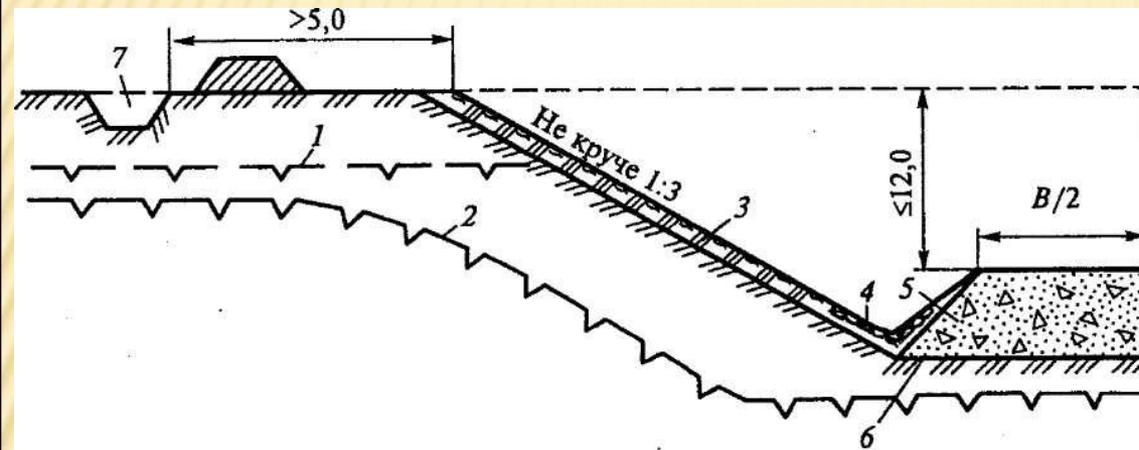
# ТИП 3



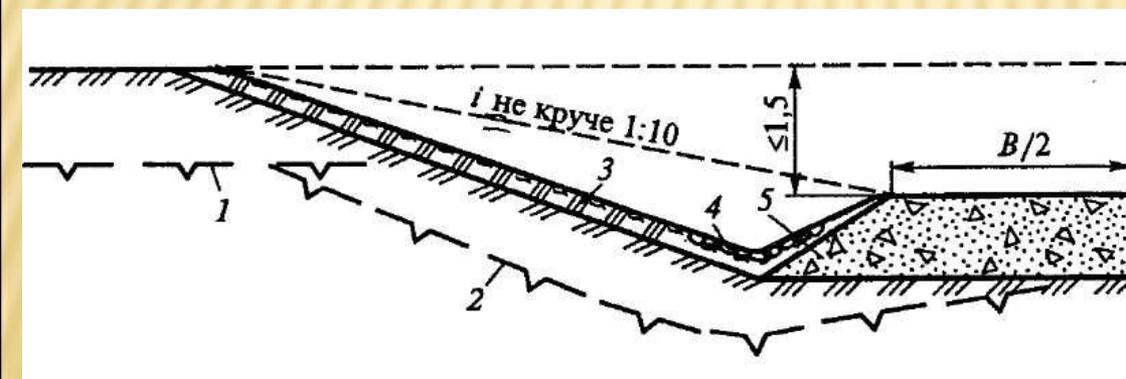
- 1 - дорожная одежда;
- 2 - несцементированный обломочный грунт;
- 3 - мохорастительный покров;
- 4 - ВГВМГ после постройки насыпи;
- 5 - ВГВМГ до постройки насыпи;
- 6 - термоизоляция по расчету из экструзионного пенополистирола (пенопласта) или из торфа;
- 7- защитный слой из дренирующего грунта мелких фракций;
- 8 - новообразованная мерзлота под насыпью

# ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ ВЫЕМОК НА ВМГ

## ТИП 1



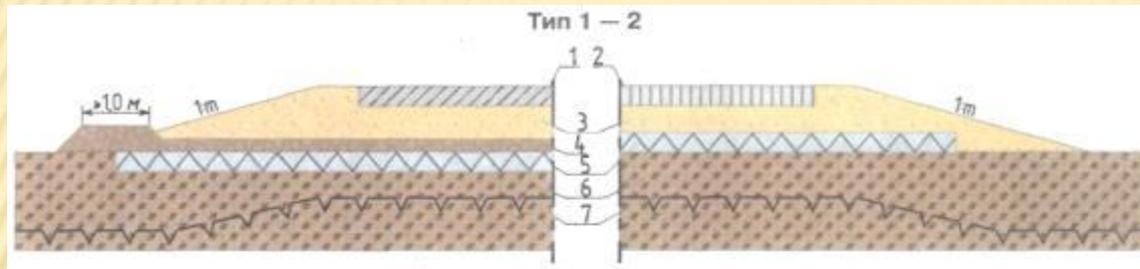
## ТИП 2



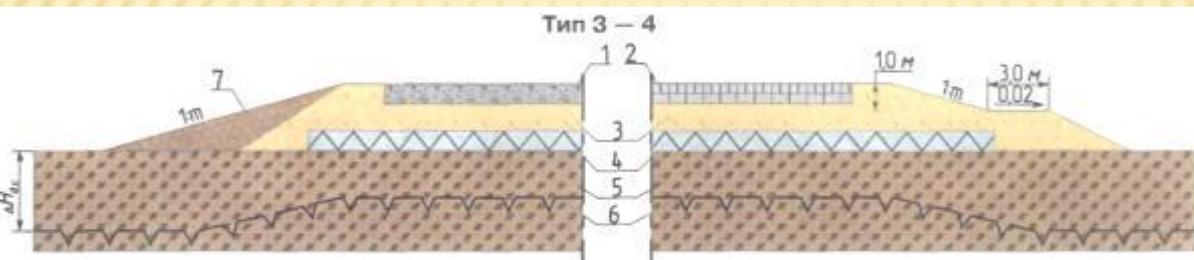
ТИП 1 — глубокая выемка;  
ТИП 2 — не глубокая выемка;

- 1 – ВГВМГ до устройства выемки;
- 2 – ВГВМГ после устройства выемки;
- 3 – теплоизоляционный слой;
- 4 – укрепление мощением;
- 5 – песчано-гравийный грунт;
- 6 – глинистый грунт;
- 7 – нагорная водоотводная канава

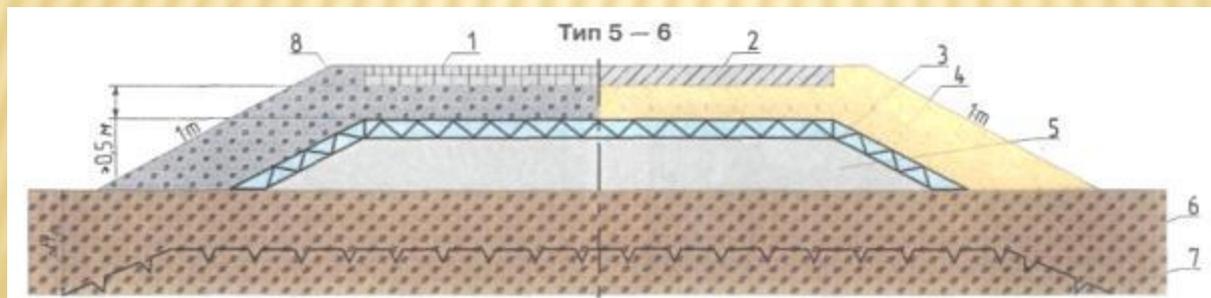
# КОНСТРУКЦИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



- 1 – железобетон,
- 2 – асфальтобетон, 3 – песок,
- 4 – привозной грунт,
- 5 – теплоизоляционный материал,
- 6 – естественный грунт,
- 7 – граница ВМГ



- 1 – железобетон,
- 2 – асфальтобетон, 3 – песок,
- 4 – теплоизоляционный материал,
- 5 – естественный грунт,
- 6 – граница ВМГ,
- 7 – привозной грунт



- 1 – асфальтобетон двухслойный,
- 2 – железобетон,
- 3 – теплоизоляционный материал,
- 4 – песок,
- 5 – мерзлотный грунт,,
- 6 – естественный грунт,
- 7 – граница ВМГ
- 8 – песчано-гравийная смесь



## **Вопрос 8. Водоотводные сооружения на многолетнемерзлых грунтах**



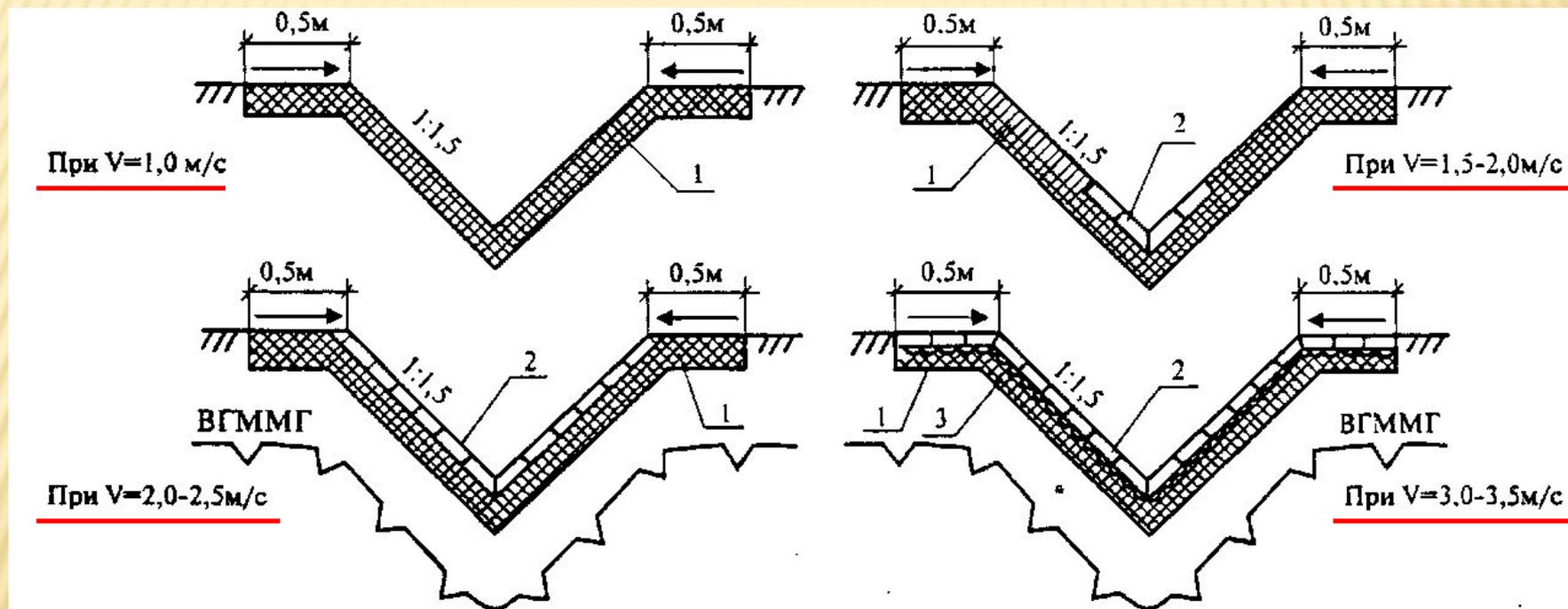
# ТИПЫ ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ВМГ:

- боковые водоотводные канавы и лотки;
- нагорные валики;
- приоткосные бермы;
- нагорные канав с водонепроницаемыми замками;
- поперечные канавы;
- утепленные перехватывающие дренажи;
- водопропускные трубы;
- малые и средние мосты.

При проектировании  
учитывают

1. рельеф местности,
2. гидрологические условия,
3. гидрогеологические,
4. мерзлотно-грунтовые условия.

# КОНСТРУКЦИИ ВОДООТВОДНЫХ КАНАВ



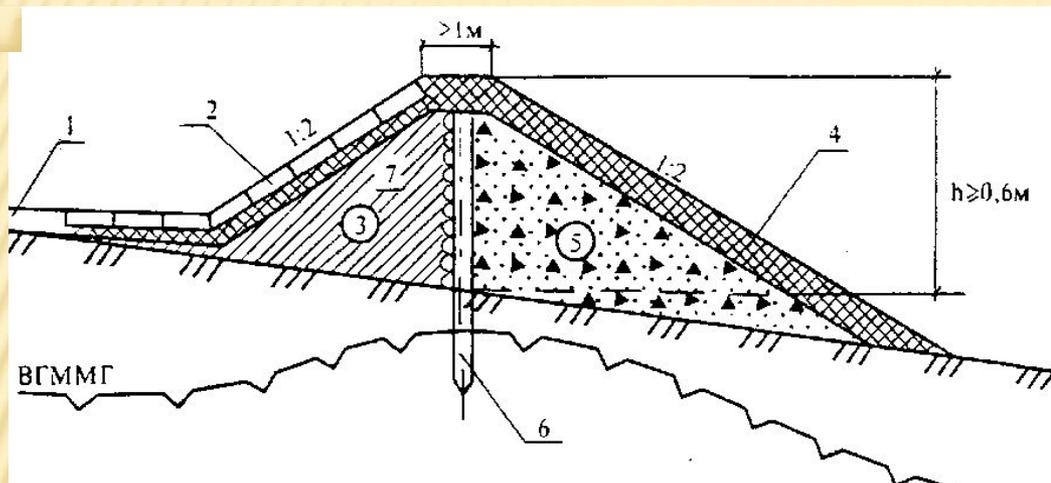
1 - дерн, мох, торф;

2 - укрепление из сборных бетонных плит на слое теплоизоляционного материала пенопласта или местного мохоторфа (при его наличии);

3 – основание из щебня.

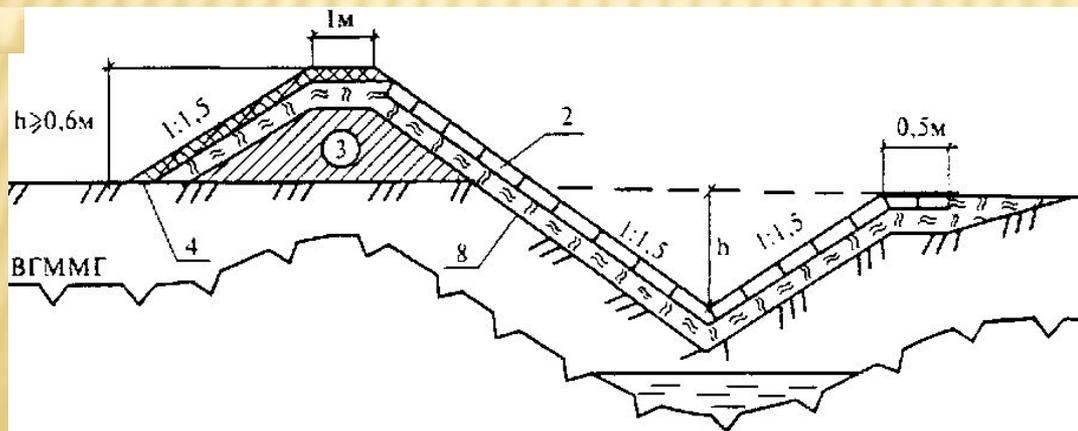
# КОНСТРУКЦИИ НАГОРНЫХ ВАЛИКОВ И КАНАВ

## НАГОРНЫЙ ВАЛИК



- 1 - смесь гравия с торфом;
- 2 - сборные бетонные плиты;
- 3 - местный грунт;
- 4 - одерновка;
- 5 - дренирующий грунт;
- 6 - жердевая стенка;
- 7 - жерди диаметром 10 см;
- 8 - мох, торф, пенопласт и др. теплоизоляционные материалы.

## МЕРЗЛОТНЫЙ ВАЛИК С КАНАВОЙ



# ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВ И ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ В РАЙОНАХ ВМГ:

- **материалы** конструкций (металл, бетон) должны быть **повышенной прочности** (низколегированные стали с повышенной ударной вязкостью и морозостойкие бетоны);
- предусматривают максимальное **использование** в конструкциях **сборные элементы**;
- фундаменты мостов и труб конструируют, как правило, с **сохранением грунтов основания в мерзлом состоянии**;
- применяют опоры мостов свайного или стоечного типа с **минимальным количеством свай и стоек в опоре**;
- **увеличивают нагрузки на опоры** путем **уменьшения их количества**;

- **пролетные строения мостов применяют в виде разрезных статически определимых систем;**
- **расчет отверстий малых и средних мостов и назначение подмостовых габаритов производят с учетом свободного пропуска наледей и талых вод по наледному льду;**
- **на периодических водотоках допускается проектирование малых мостов с вмороженными сваями;**
- **водопропускные трубы (металлические гофрированные, железобетонные) проектируют бесфундаментными либо на облегченных фундаментах в виде щебеночной, гравийной или песчано-гравийной подушки;**
- **водопропускные трубы рассчитывают на безнапорный режим работы и принимают с отверстиями не менее 1,5 м;**
- **трубы на свайных фундаментах проектируют в особо сложных мерзлотно-грунтовых условиях (подземные льды, сильно льдистые переувлажненные грунты, наледные участки и т.д.).**