



**ГЕОИЗОЛ**  
группа компаний



## **ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА АВТОДОРОГ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**

Санкт-Петербург  
2024

## О компании

**Группа компаний ГЕОИЗОЛ** является одним из лидеров строительной отрасли России.

Осуществляет комплексные услуги в сфере проектирования, реставрации и строительства подземных, транспортных и гидротехнических сооружений.

Компанией накоплен уникальный опыт в области применения передовых технологий и методов строительства.



## Структура компании



Группа компаний ГЕОИЗОЛ участвует в инвестиционных и бюджетных проектах как генеральный проектировщик, генеральный подрядчик, субподрядчик.



**ООО «ГЕОИЗОЛ»** генеральный подряд в сфере строительства, реставрации и реконструкции подземных сооружений, транспортном и гидротехническом строительстве.



**ООО «ГЕОИЗОЛ Проект»** эксперт в области геотехнического и гидротехнического проектирования.



**ООО «УМ ГЕОИЗОЛ»** выполнение специализированных (буровых) строительных работ.



**ООО «Пушкинский машиностроительный завод»** производство специализированных металлоконструкций и механизмов.

# География объектов

География проектов объединяет все регионы России и многие страны ближнего зарубежья: от объектов Севморпути на севере до Грузии на юге, от Калининграда на западе до Камчатки на востоке,

Проектируем и строим в любых климатических зонах и на всех формах рельефа, включая горные территории и зону вечной мерзлоты.



# Проблема эксплуатации автодорог на многолетнемерзлых грунтах (ММГ)



Федеральная трасса Р297 «Амур» – референтный пример проблем эксплуатации дорог в условиях ММГ. Читинская область попадает в зону редкоостровного, островного и массивно-островного распространения ММГ.

# Проблема эксплуатации автодорог на многолетнемерзлых грунтах



По данным Федерального дорожного агентства на участке км 0 – км 742 трассы «Амур» выявлено большое число деформированных участков, где зафиксированы просадки дорожного полотна.

В подавляющем большинстве случаев деформации возникли на участках распространения многолетнемерзлых грунтов.

# Проблема эксплуатации автодорог на многолетнемерзлых грунтах



**Деформации выражены** просадками дорожного полотна, широкими трещинами в дорожной одежде, развитием склоновых процессов на откосах дороги.

В разные годы (наблюдения 2013-2022 гг.) фиксировалось от 222 до 504 участков, подверженных деформациям.

Ежегодно деформации получают около новых 50 участков дороги.

# Проблема эксплуатации автодорог на многолетнемерзлых грунтах



Прежде всего, деформации земполотна возникают вблизи водопропускных труб, на подходах к мостам и в местах устройства кюветов, в нулевых точках откосов-выемок и на высоких насыпях, вблизи болотистых мест и мест распространения в подошве насыпи курумников («каменной россыпи»).



# Проблема эксплуатации автодорог на многолетнемерзлых грунтах



Причина развития деформаций тела насыпи заключается в **деградации высокотемпературных многолетнемерзлых грунтов**, вызванной фильтрацией поверхностных и грунтовых вод через насыпь и под ней.



### Ограничения и перспективы строительства и эксплуатации автодорог на многолетнемерзлых грунтах:

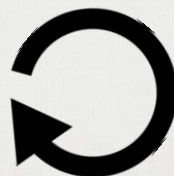
- ограниченный мировой опыт строительства на ММГ (БАМ, Цинхай-Тибетская железная дорога (Китай), дороги на Аляске (США) и в Канаде);
- сложные геологические условия, обусловленные наличием ММГ (особенно по южной границе, где мерзлота подвержена растепляющим факторам);
- возрастающая транспортная нагрузка на автодороги (в т.ч. на трассу «Амур»);
- влечение нового опыта при создании объектов на ММГ (объекты Северного морского пути);
- появление более развитой нормативно-технической базы, а также новых технических и технологических решений.

## 1. Получение достоверных и достаточных исходных данных:

- инженерные изыскания;
- теплотехнические расчеты;
- прогнозы и моделирование.

## 2. Определение причин деформаций:

- влияние воды;
- деградация мерзлоты;
- наличие слабых грунтов.



## 4. Организация системы мониторинга:

- создание информационной модели объекта;
- выполнение превентивных компенсационных мероприятий.

## 3. Подбор технических решений:

- устройство (модернизация) системы водоотведения;
- сохранение мерзлоты (СОУ, козырьки, вентиляция, теплоизоляция, противофильтрационные экраны);
- усиление основания («щебеночные сваи», легкая насыпь, забивные сваи, Jet Grouting).

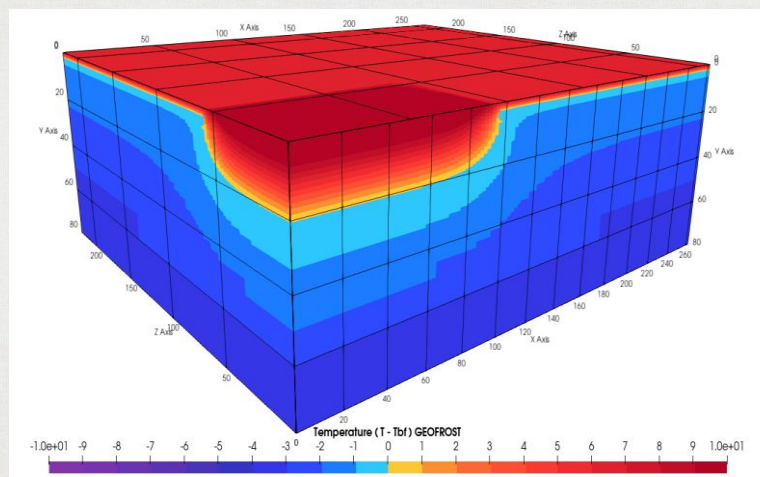
## Деформация земляного полотна

### Незначительная деградация ММГ

Технические решения по сохранению и восстановлению вечной мерзлоты (I принцип)

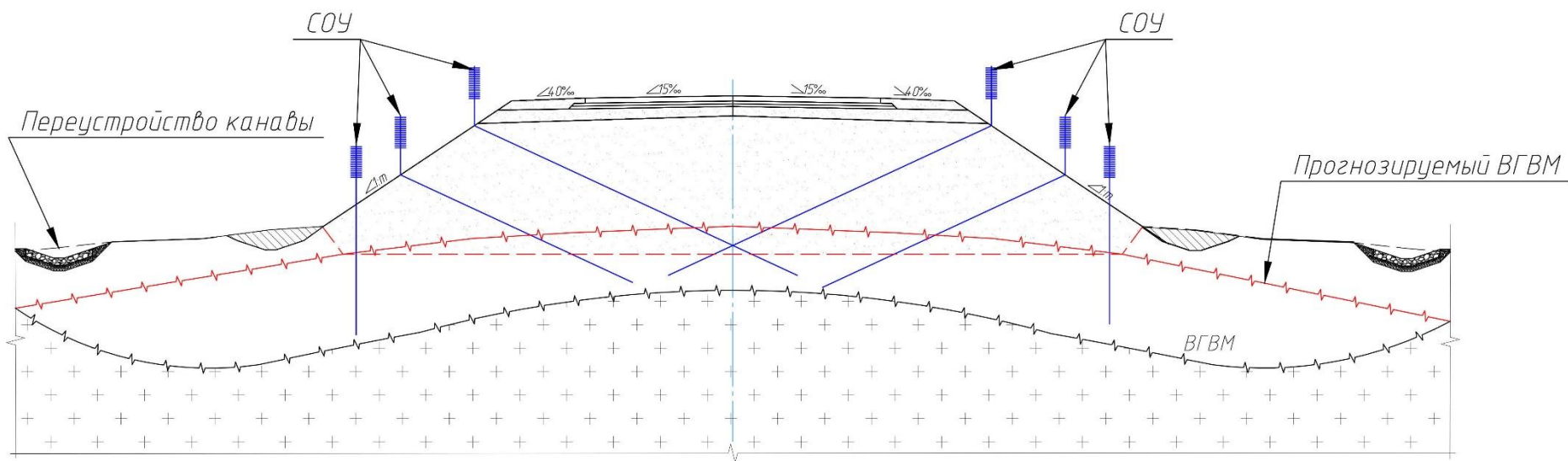
### Значительное или полное растепление ММГ

Технические решения по укреплению грунтов (II принцип)



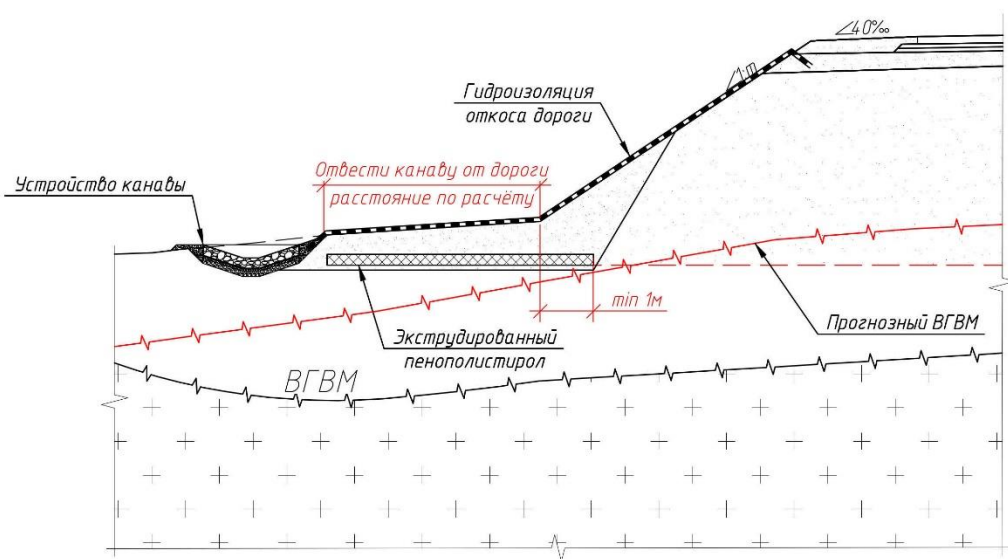
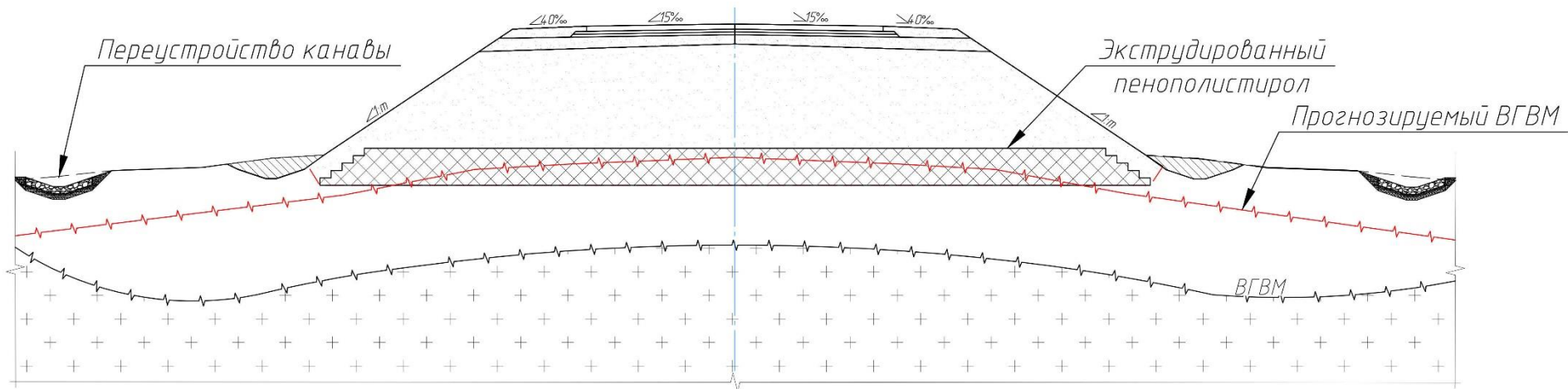
## Технические решения по сохранению и восстановлению вечной мерзлоты при незначительной деградации ММГ (I принцип):

- установка сезонных охлаждающих устройств (СОУ) по периметру дороги;
- теплоизоляция: зональная или всего полотна автодороги;
- устройство вентилирующих труб в земляном полотне;
- устройство легкой насыпи;
- установка солнце-осадкозащитных конструкций;
- усиление основания по технологии струйной цементации (Jet Grouting) с применением специальных составов.



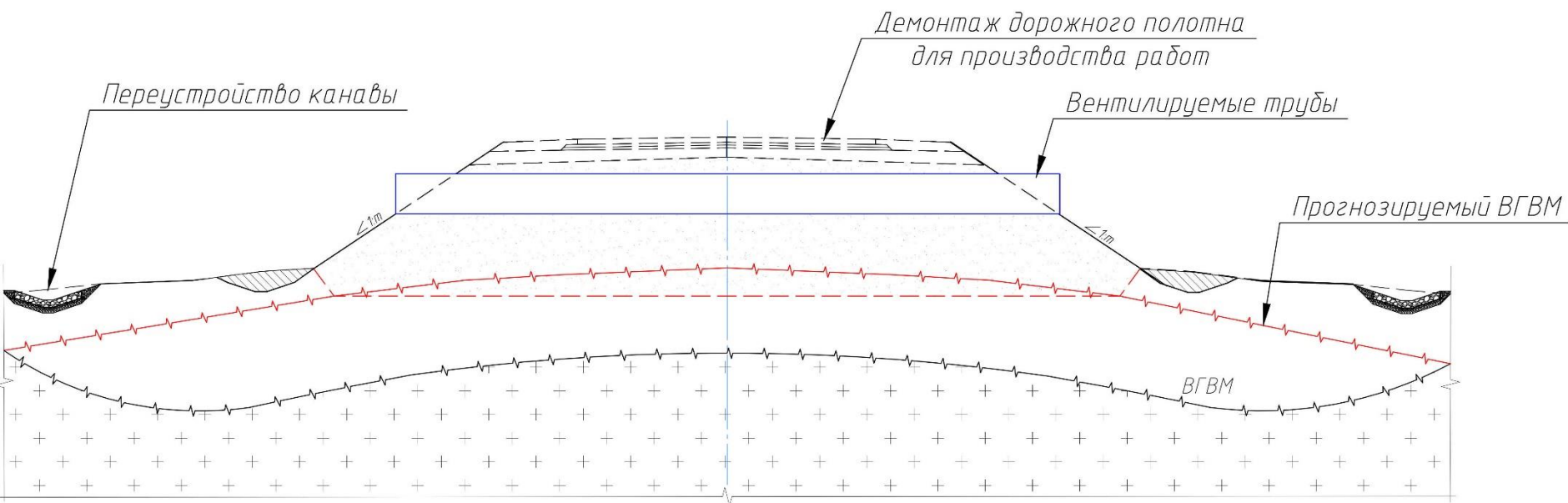
Установка сезонных охлаждающих устройств (СОУ) по периметру дороги.

# Технические решения по I принципу



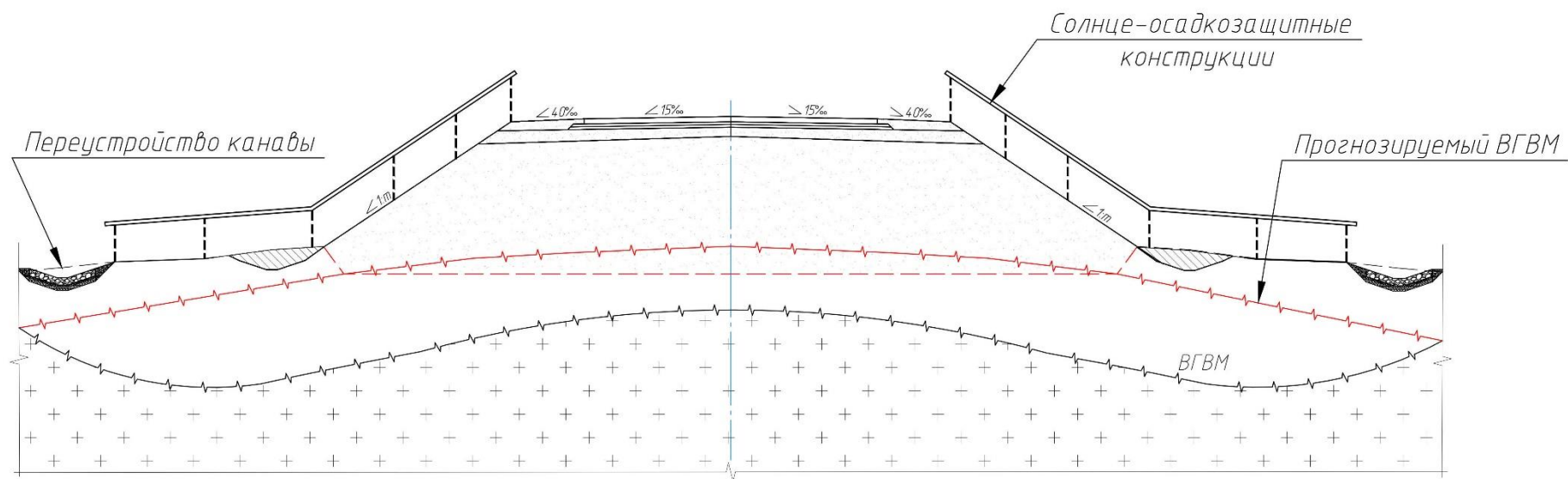
Теплоизоляция (экструдированным пенополистиролом – ЭПС):

- всего полотна автодороги;
- зональная (в зоне откоса).

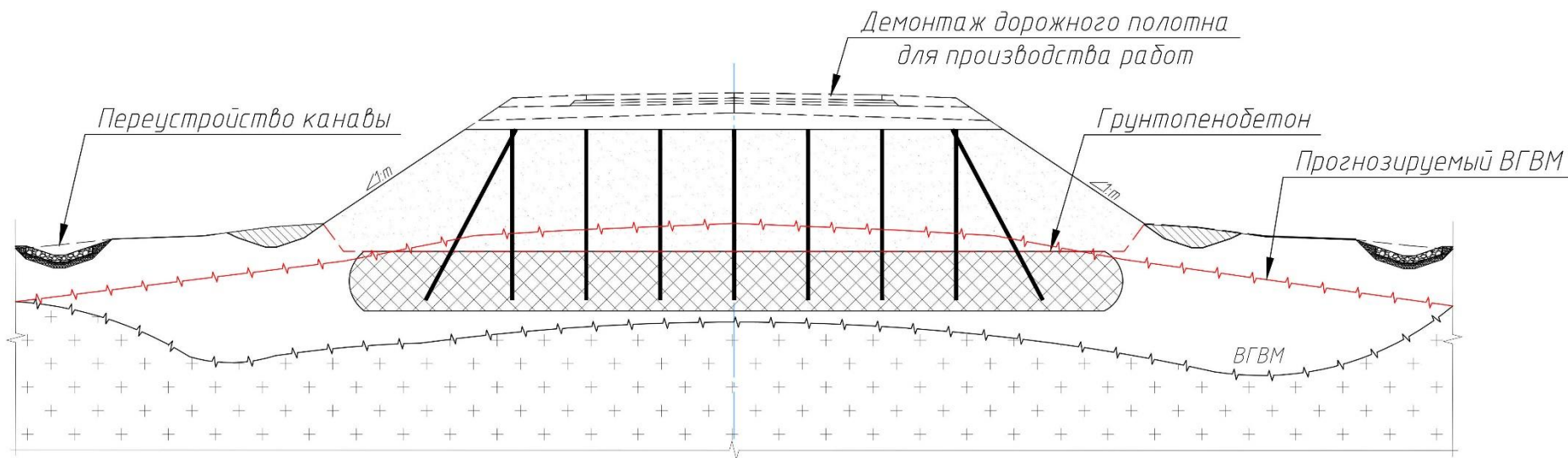


Устройство вентилярующих труб в земляном полотне (в теле насыпи).

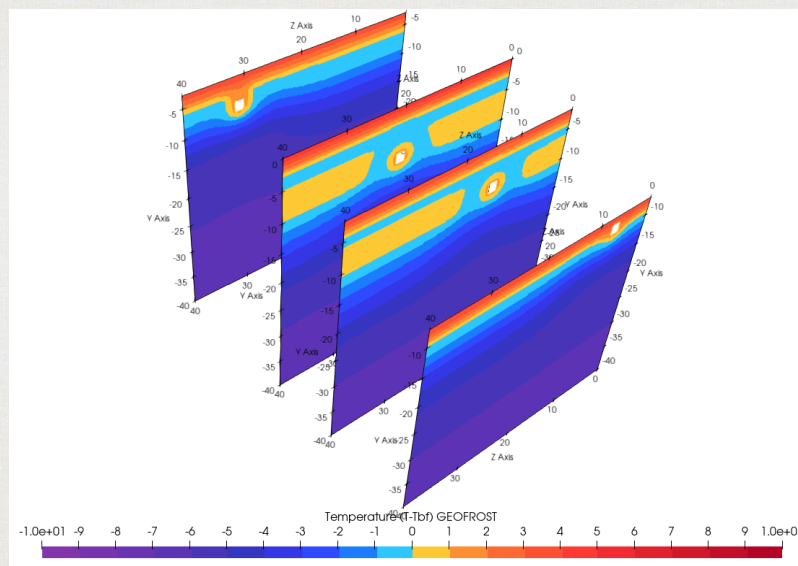




Установка солнце-осадкозащитных конструкций.

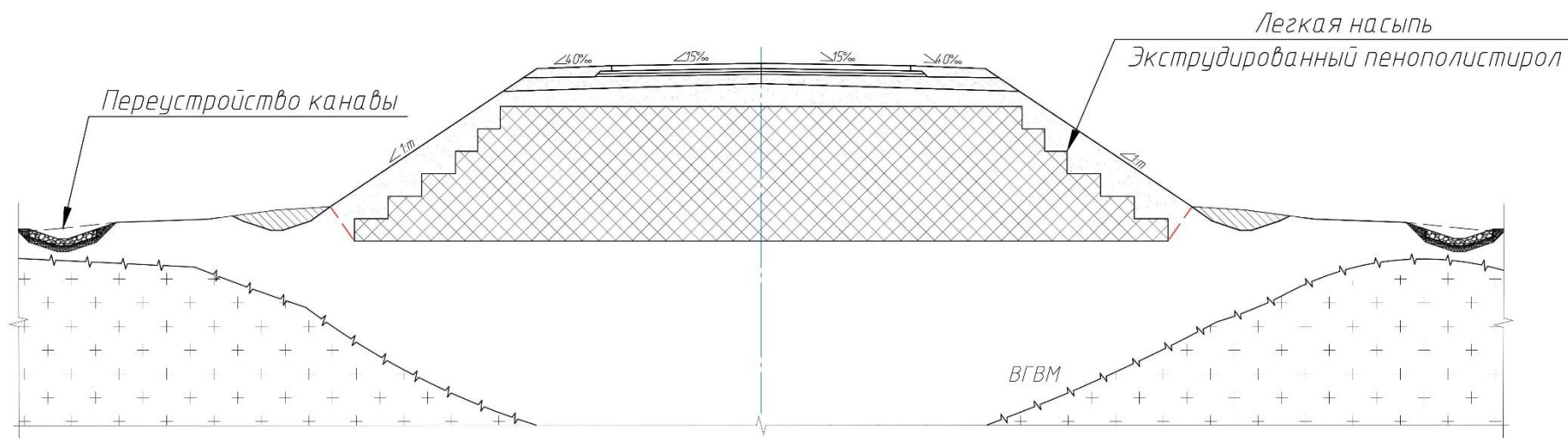


Усиление основания по технологии струйной цементации (Jet Grouting) с применением специальных составов.

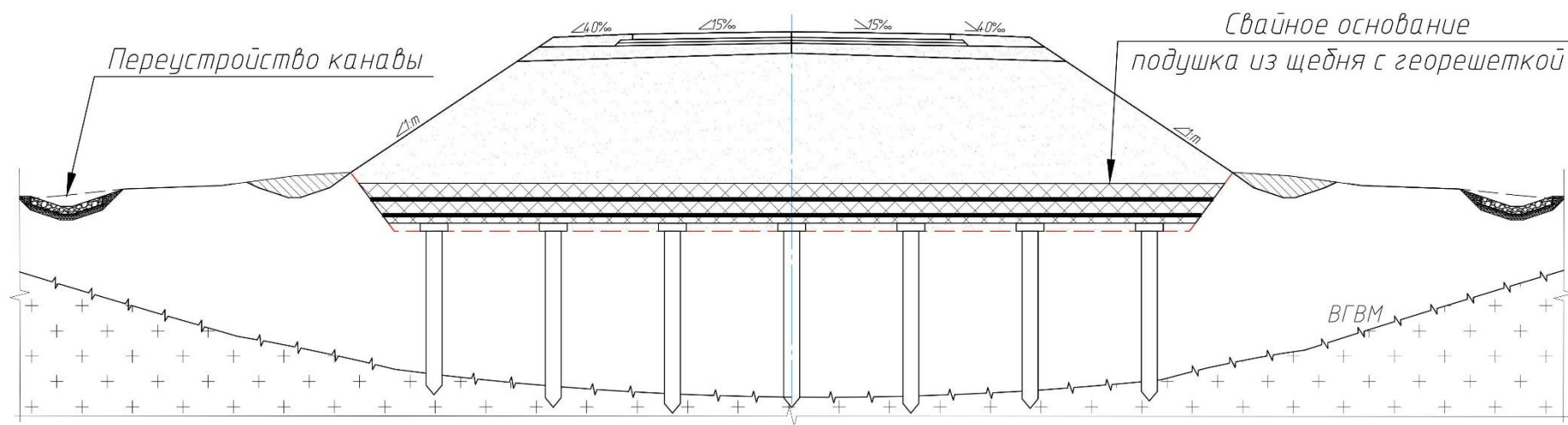


## Технические решения по укреплению грунтов основания при значительной или полной деградации ММГ (II принцип):

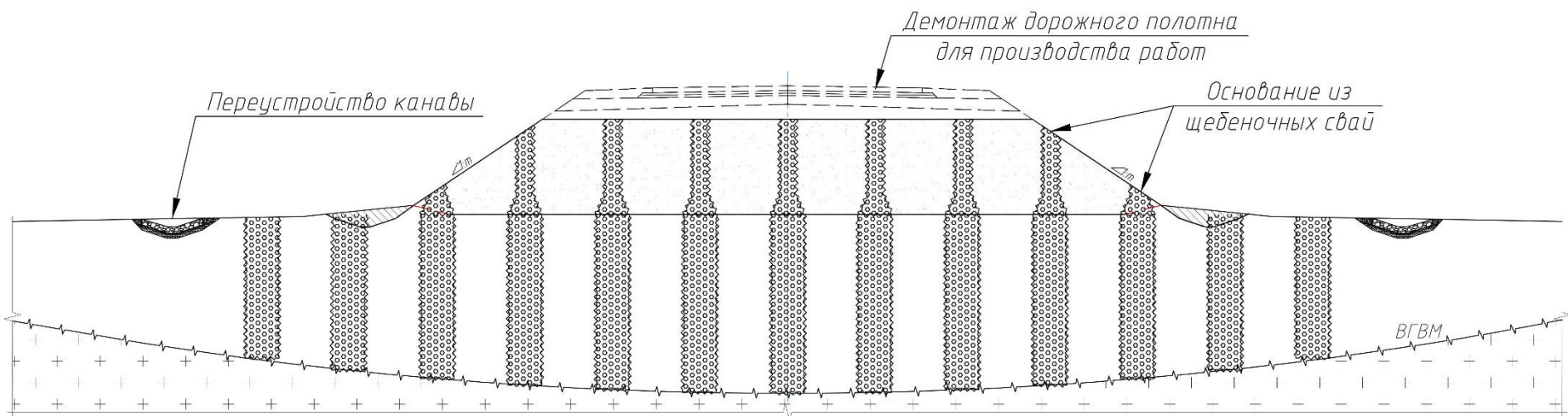
- устройство легкой насыпи;
- устройство оснований на забивных сваях;
- модификация грунтов основания в пределах сжимаемой толщи с устройством «щебеночных свай»;
- закрепление грунтов основания по технологии струйной цементации (Jet Grouting).



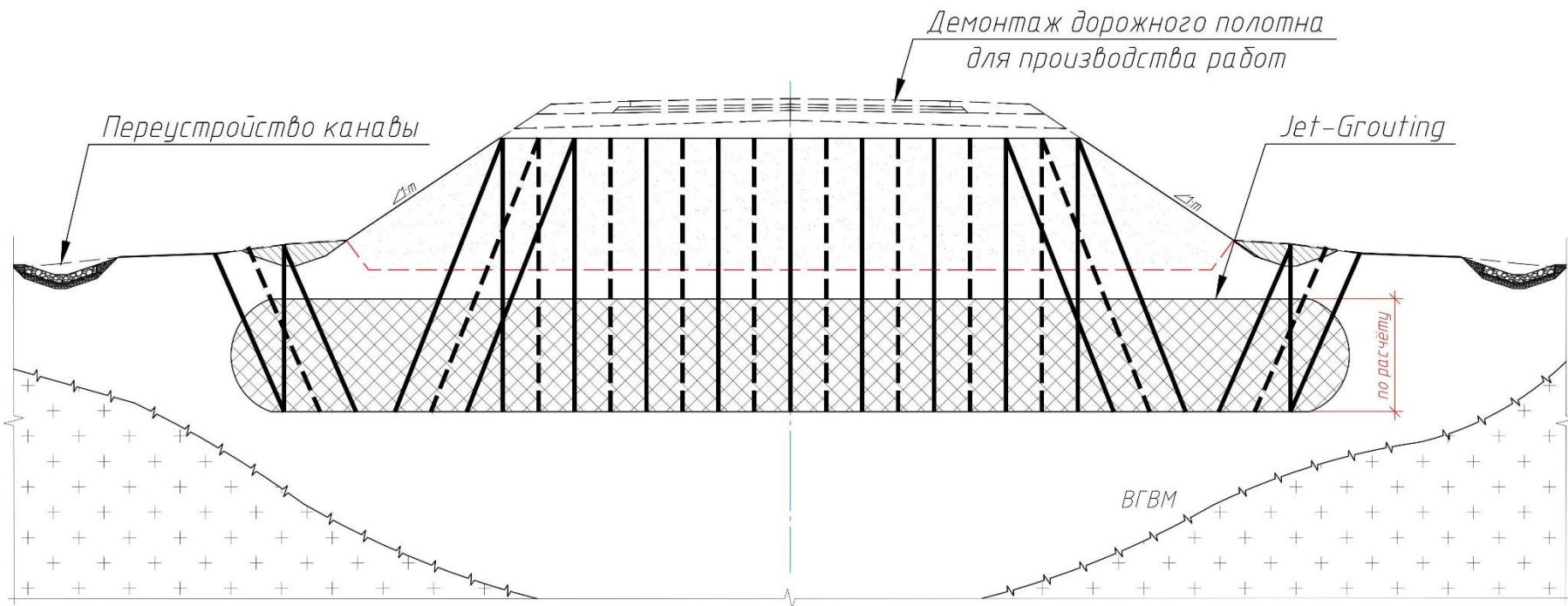
Устройство легкой насыпи (из блоков ЭПС).



Устройство оснований на забивных сваях.



Модификация грунтов основания в пределах сжимаемой толщи с устройством «щебеночных свай».



Закрепление грунтов основания по технологии струйной цементации (Jet Grouting).



**Необходимы превентивные и восстановительные работы по модернизации системы водоотведения.**

Разрабатываются в виде комплексного решения, включающего не только конструктивные решения, но и концептуальные, качественно снижающие негативное влияние атмосферных и грунтовых вод на основание дорожного полотна.





### Основные мероприятия:

- отнесение кюветных канав от откосных частей полотна;
- выполнение гидроизоляции канав;
- выполнение гидроизоляции откосов;
- устройство противofильтрационных экранов для предотвращения фильтрации атмосферных и грунтовых вод под основание полотна дороги.

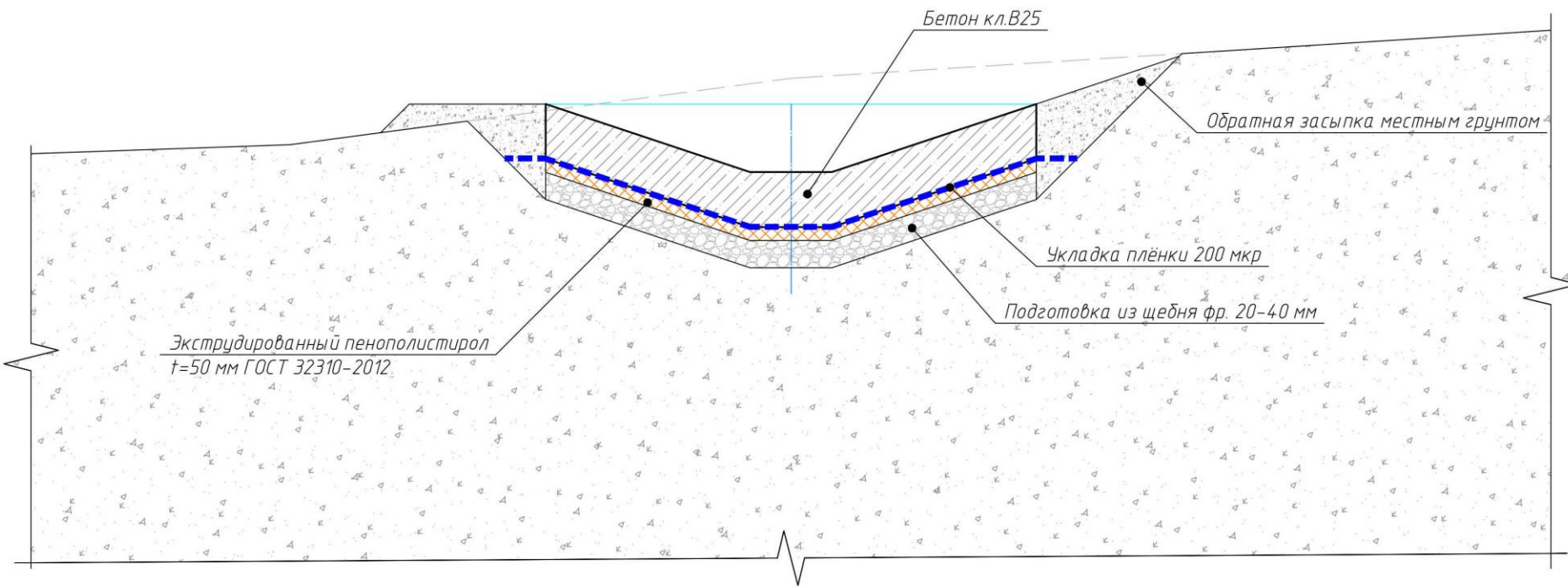


Водоотводные сооружения должны представлять собой систему и быть увязаны с прочими защитными решениями, с учетом сезонных колебаний стока, уровня грунтовых вод и их циркуляции.

Точки сброса воды из системы водоотведения должны располагаться так, чтобы не приводить к ухудшению геокриологической ситуации.

# Мероприятия по водоотведению

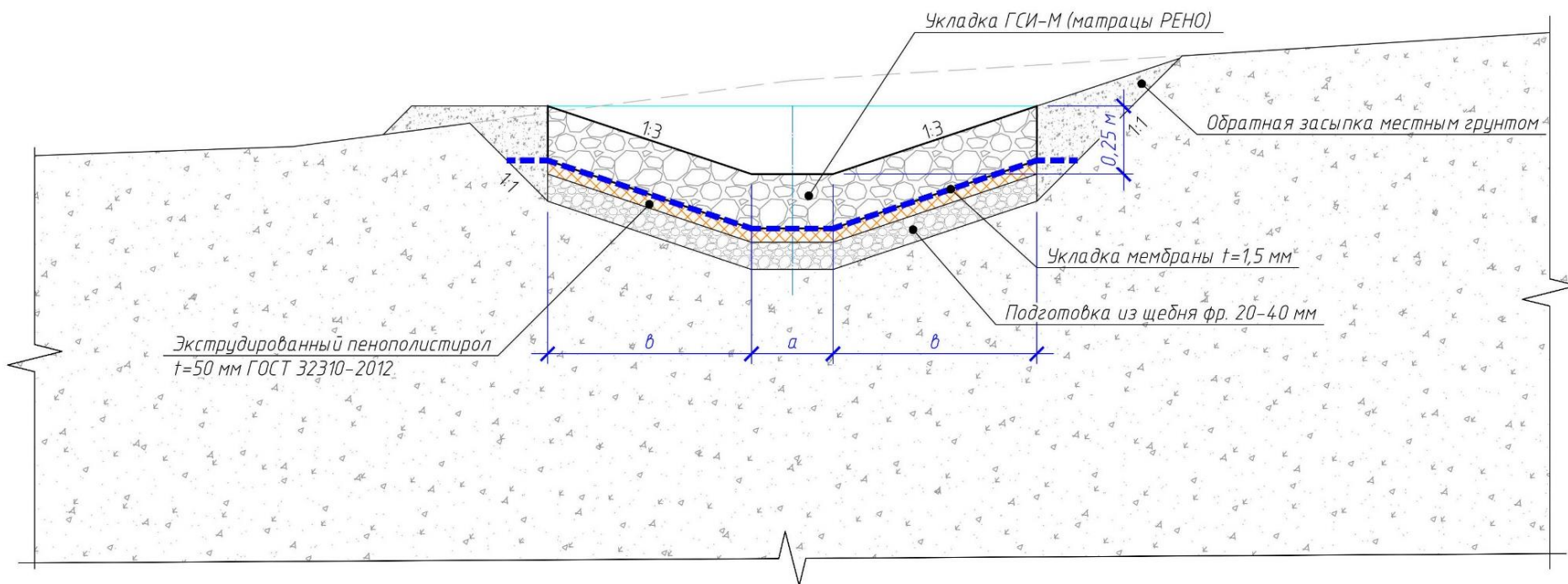
## Варианты водоотводных сооружений



1. Вариант водоотводного сооружения из монолитного железобетона.

# Мероприятия по водоотведению

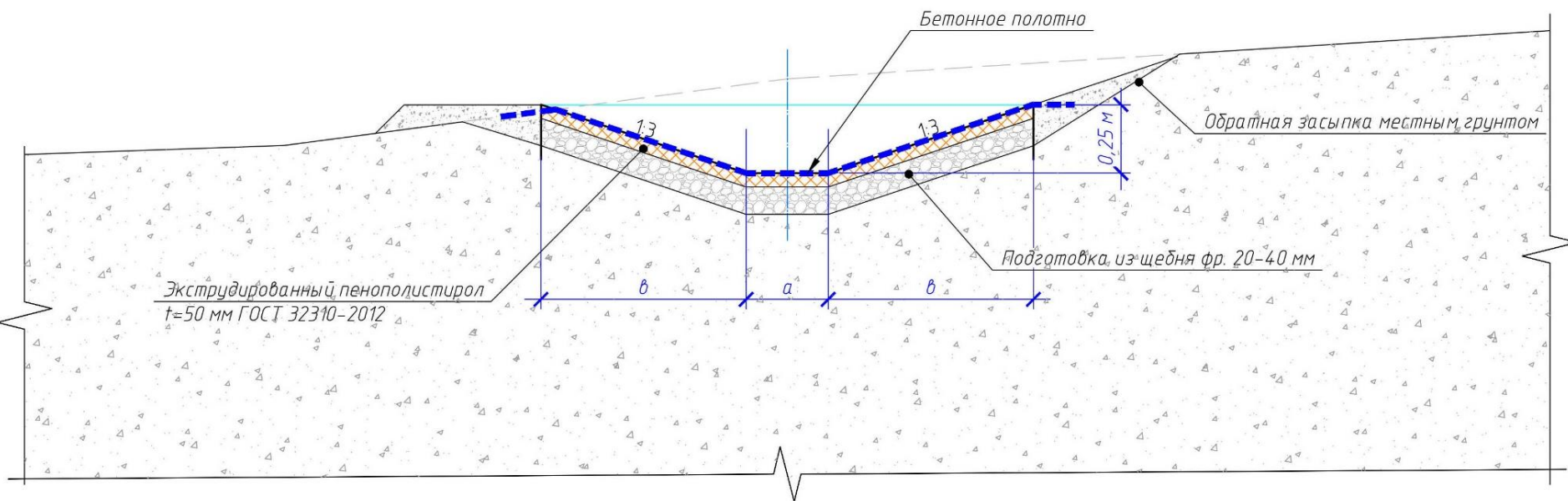
## Варианты водоотводных сооружений



## 2. Вариант водоотводного сооружения из мембраны и габионов

# Мероприятия по водоотведению

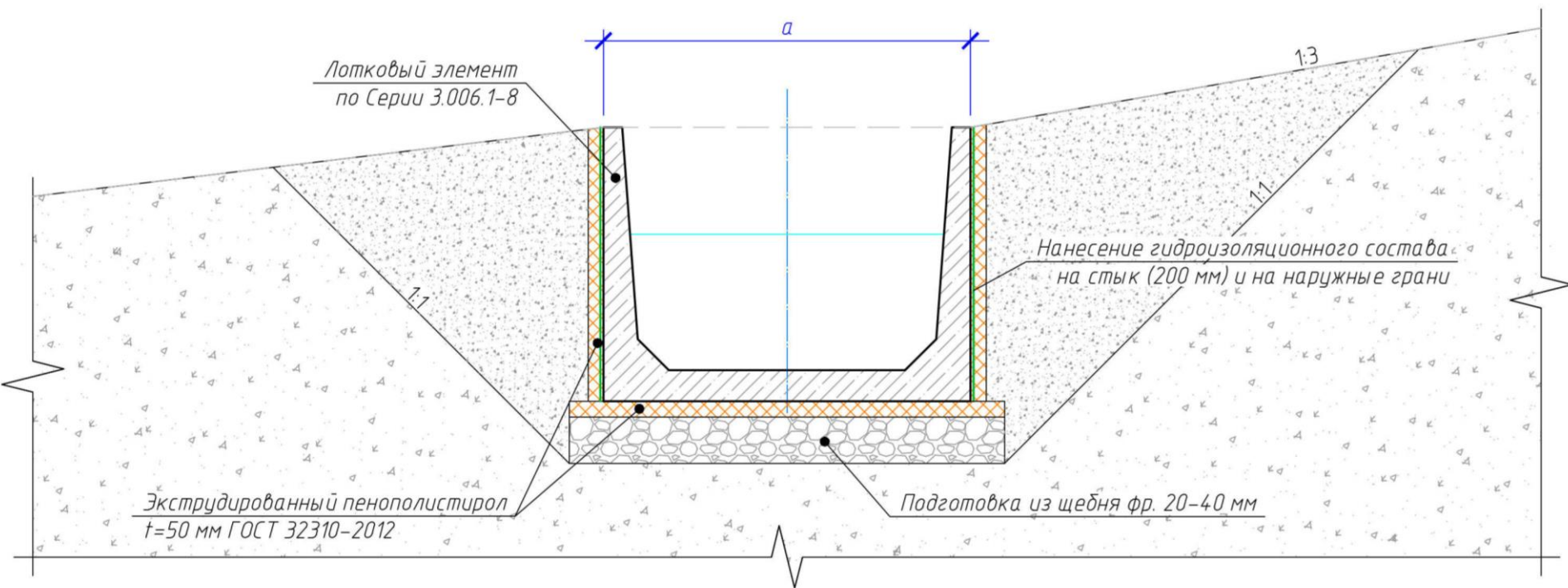
## Варианты водоотводных сооружений



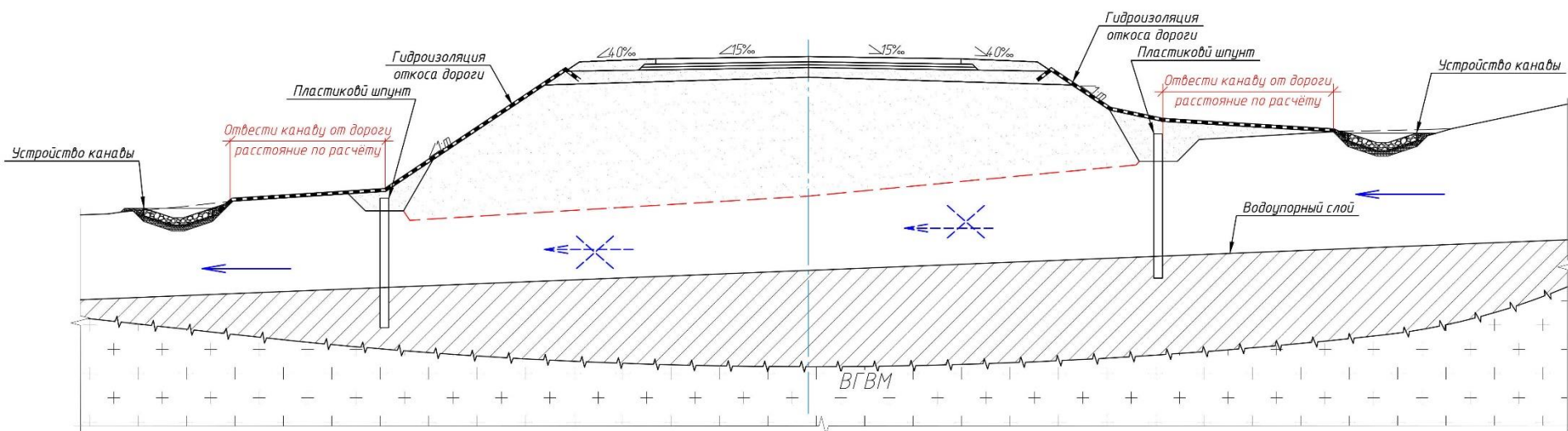
3. Вариант водоотводного сооружения с бетонным полотном.

# Мероприятия по водоотведению

## Варианты водоотводных сооружений



4. Вариант водоотводного сооружения из лотковых элементов по Серии 3.006.1-8.



Устройство вертикальных противофильтрационных экранов для предотвращения фильтрации атмосферных и грунтовых вод под основание полотна дороги.

Выполнение **геотехнического мониторинга** позволяет снизить инвестиционные, эксплуатационные и прочие риски при возникновении неконтролируемых процессов деформации или обрушения и их недопущение.

Следует выделить **два вида мониторинга**:

- выполнение периодических регламентных натуральных наблюдений (в ходе строительства, реконструкции, эксплуатации и т.д.);
- создание автоматизированной системы мониторинга объекта (вне зависимости от стадии жизненного цикла объекта)

Целесообразно совмещать оба вида мониторинга: закладывать средства автоматического контроля на стадии строительства и проводить измерения по оборудованию автоматизированной системы мониторинга в «ручном» режиме в процессе его монтажа и до запуска системы в автоматическом режиме.



В зависимости от стадии реализации проекта или эксплуатации сооружения, типа объекта и условий площадки могут быть использованы следующие виды наблюдений как в «ручном», так и в автоматизированном режиме:

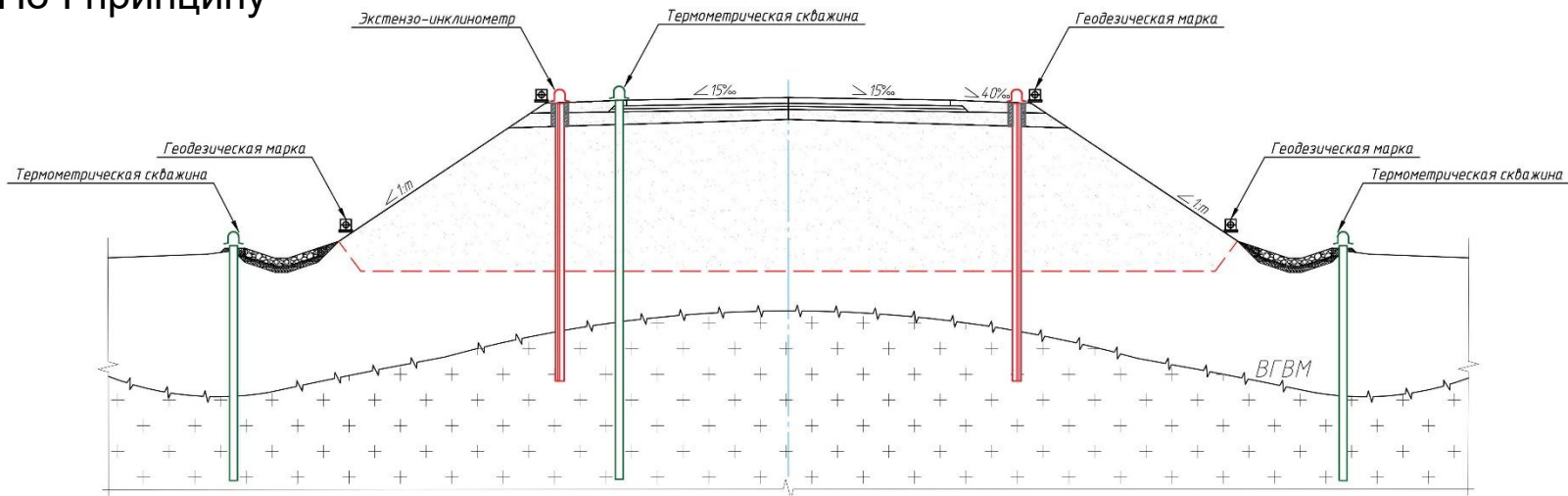
- термометрические наблюдения (термокосы, датчики температур);
- инклинометрические скважины;
- пьезометрические скважины и датчики порового давления;
- скважинные экстенсометры и экстензо-инклинометры;
- дисковые закладные экстенсометры;
- датчики давления на грунт (мездозы);
- геодезические наблюдения.



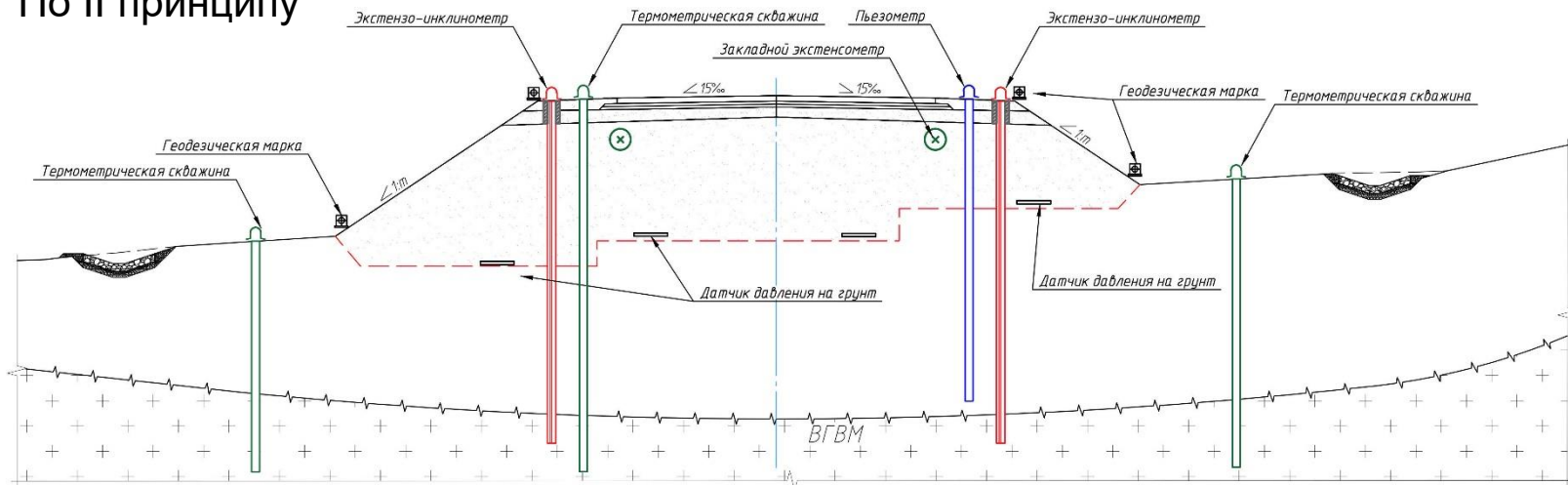
# Компенсирющие мероприятия

## Схемы геотехнического мониторинга

### По I принципу

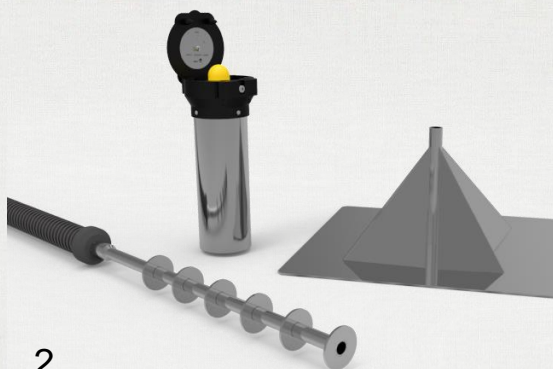


### По II принципу





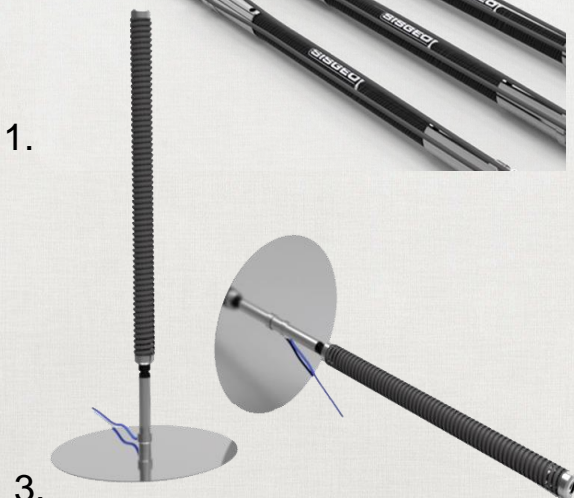
1.



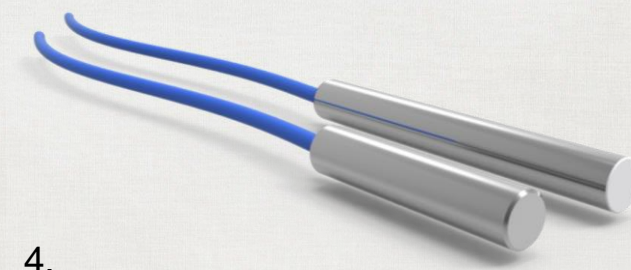
2.



Система  
регистрации данных



3.



4.

**1. Скважинный инклинометр** – измерение горизонтальных деформаций грунтового массива.

**2. Датчики измерения осадки** – измерение осадки грунтового основания, между якорной частью и оголовком.

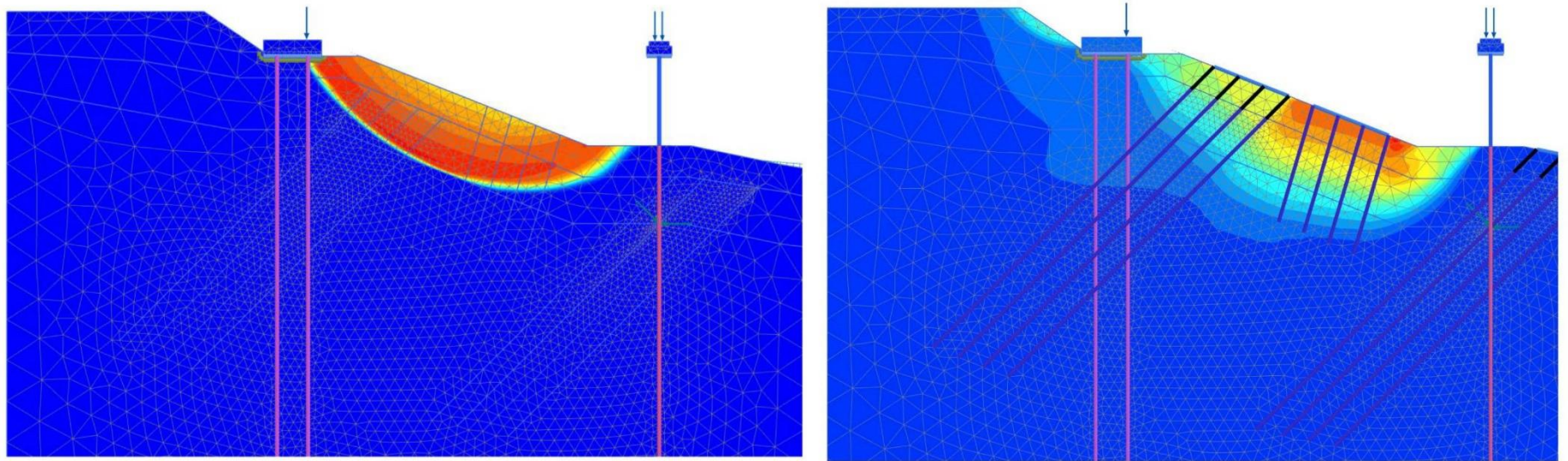
**3. Закладные деформометры** – измерение линейных приповерхностных деформаций грунтового массива.

**4. Термосенсоры** – измерение температуры на поверхности зданий, в бетонных конструкциях, грунтовом массиве.

## Опыт усиления ИССО в условиях ММГ



Деградация многолетнемерзлых грунтов повлекла деформации железнодорожного моста – береговые опоры начали смещаться в сторону русла.

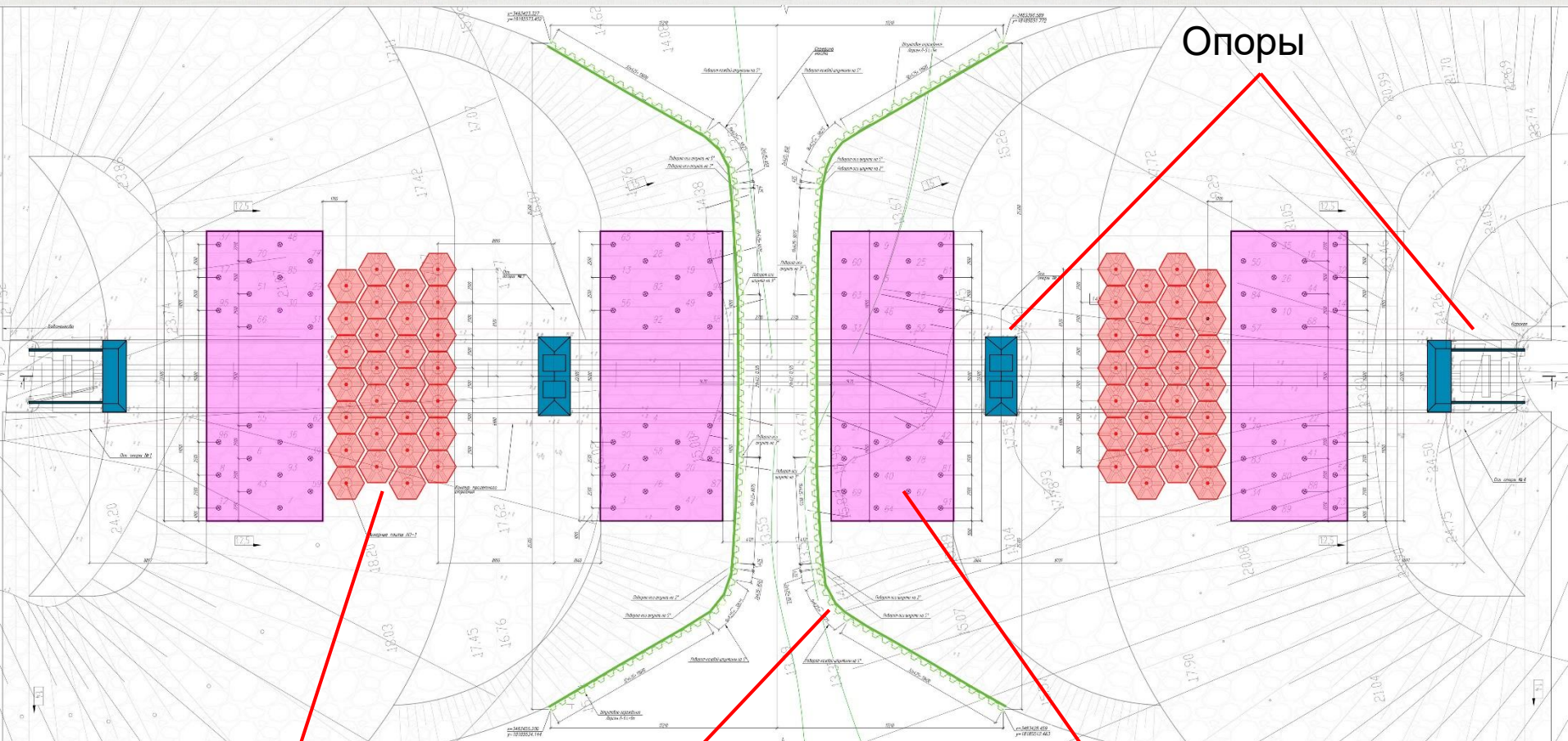


Теоретическая поверхность обрушения.

Без усиления (слева) и с учетом мероприятий инженерной защиты (справа).



# Опыт усиления ИССО в условиях ММГ

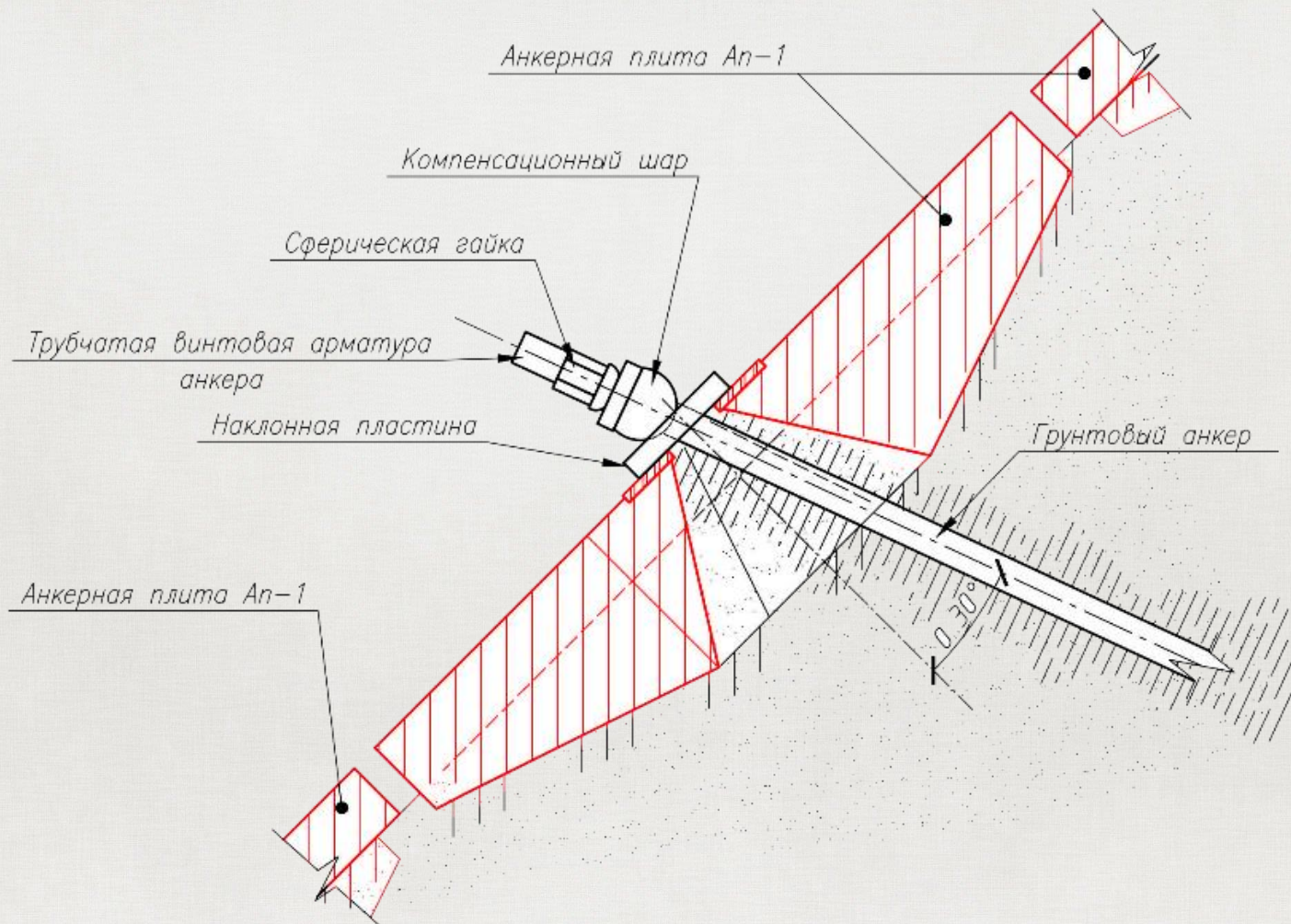


Прижимные плиты  
с анкерным креплением

Шпунт

Железобетонные  
ребристые  
конструкции

Опоры



Узел установки анкерной плиты.





Общий вид зоны усиления конуса моста  
анкерным креплением с прижимными плитами.

# Благодарим за внимание!



ООО «ГЕОИЗОЛ»  
197046, Санкт-Петербург,  
Большая Посадская ул., 12  
БЦ «Крюммельхаус»  
Телефон: +7 (812) 337 53 13  
E-mail: [info@geoizol.ru](mailto:info@geoizol.ru)  
[www.geoizol.ru](http://www.geoizol.ru)



ООО «ГЕОИЗОЛ Проект»  
197046, Санкт-Петербург,  
Большая Посадская ул., 12  
БЦ «Крюммельхаус», оф. 312  
Телефон: +7 (921) 339 25 76  
Телефон: +7 (812) 416 30 28  
E-mail: [info@geoizolproject.ru](mailto:info@geoizolproject.ru)  
[www.geoizolproject.ru](http://www.geoizolproject.ru)



ООО «УМ ГЕОИЗОЛ»  
196600, Санкт-Петербург,  
Пушкин, Новодеревенская ул., 17  
Телефон: +7 (812) 640 79 93  
E-mail: [um@geoizol.ru](mailto:um@geoizol.ru)  
[www.geoizol.ru](http://www.geoizol.ru)



ООО «Пушкинский машиностроительный завод»  
196600, Санкт-Петербург,  
Пушкин, Новодеревенская ул., 17  
Телефон: +7 (812) 640 79 95  
E-mail: [pmz@geoizol.ru](mailto:pmz@geoizol.ru)  
[www.pmzspb.ru](http://www.pmzspb.ru)



Мы в соцсетях  
[@geoizolproject](https://www.instagram.com/geoizolproject)

