



## ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

**Богданов  
Иван Сергеевич**  
Технический директор  
«ГЕОИЗОЛ Проект»

**Москва  
2022**

Тел.: +7 911 919 30 77  
E-mail: [ibogdanov@geoizol.ru](mailto:ibogdanov@geoizol.ru)  
Сайт: [geoizolproject.ru](http://geoizolproject.ru)  
[geoizol.ru](http://geoizol.ru)

## О компании

«ГЕОИЗОЛ Проект» специализируется на геотехническом проектировании.

Компания выросла из проектного отдела и в 2009 году стала самостоятельной бизнес-единицей в составе Группы компаний «ГЕОИЗОЛ».

Миссия компании заключается в разработке высококачественной проектной документации и продвижении уникальных конструкторских решений.

Компания имеет солидный опыт проектирования специфических геотехнических сооружений, в том числе в условиях криолитозоны.





**Негативное влияние на вечномерзлые грунты неизбежно происходит при реализации масштабных проектов:**

- комплексное освоение территории;
- строительство портов, транспортных терминалов;
- строительство производственных и инфраструктурных объектов.

**С 70-х годов среднегодовые температуры в Арктической зоне превысили норму на 2,8°C, а среднегодовая сумма осадков на 5-10 %.**



## **Основные причины растепления многолетнемерзлых грунтов, вызванные проведением строительно-монтажных работ:**

- снятие верхнего покровного слоя (является естественным теплоизолятором);
- изменение рельефа (подрезка склонов с оголением грунта, ликвидация источников тени и т.п.);
- изменение гидрологической ситуации (корректировка естественных русел водотоков, изменение уровня водоемов и т.п.);
- технологические процессы (нагрев при твердении бетона и цементных растворов);
- сведение растительности.

# Последствия растепления мерзлоты



фото: пресс-служба «Норильский Никель»

Ликвидация последствий разлива дизельного топлива на ТЭЦ-3 в Кайеркане (Норильск)

## Деградация вечной мерзлоты чревата:

- значительным ухудшением свойств грунта основания;
- потерей устойчивости склонов, просадками фундаментов сооружений;
- возникновением аварийных ситуаций.



фото: пресс-служба Министерства РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики

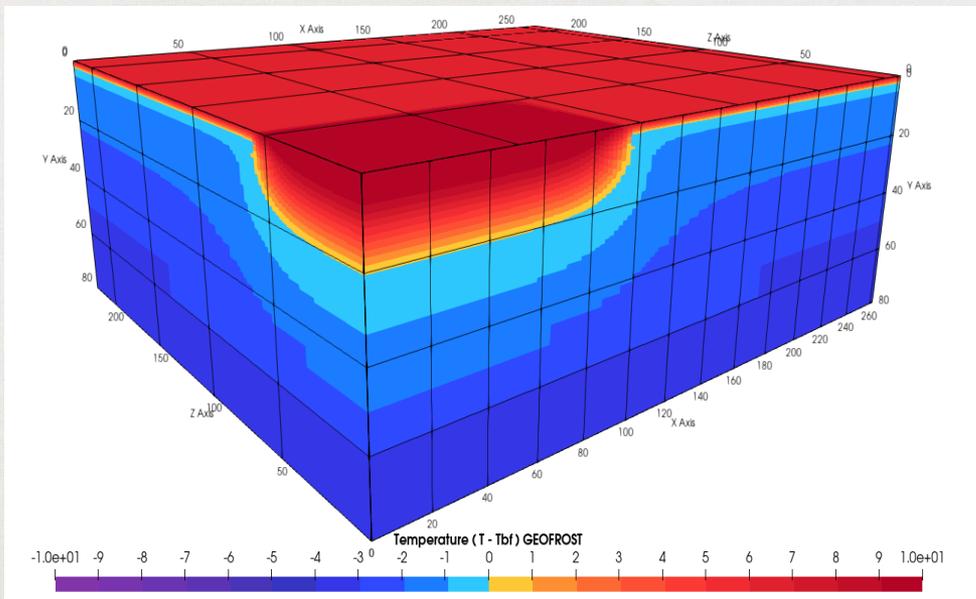
**Компенсирующие мероприятия предусматриваются на период:**

- строительно-монтажных работ;
- эксплуатации объекта.

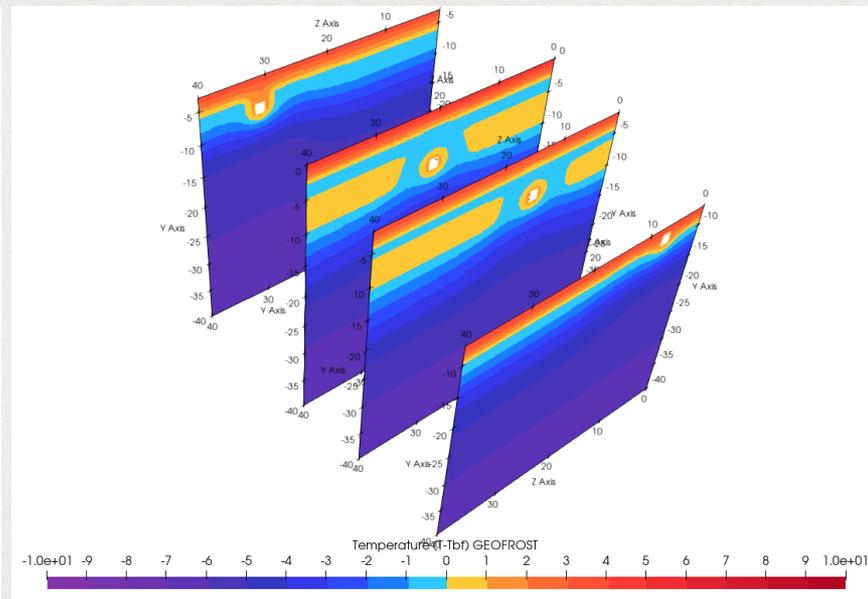


Фото: пресс-служба Министерства РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики

Зонирование строительной площадки в зависимости от размещаемых сооружений и принципов использования криолитозоны: с сохранением мерзлоты, либо с запланированным растеплением грунтов.



Пример выгрузки температурного поля прогнозного моделирования



Пример модели со сложным рельефом

Выполнение долговременного прогноза изменения температуры вечномёрзлых грунтов на всех этапах жизненного цикла сооружения.

Прогнозное теплотехническое моделирование (с динамикой изменения температурного поля) выполняется в специализированном программном комплексе GEOFROST (сертификат соответствия № РОСС RU.НВ61.Н18404).

Расчет параметров грунтов с учетом перспективного состояния массива.



## **Особого внимания требует система водоотведения!**

Необходим комплексный подход к проектированию – решение не локальной задачи на площадке, а разработка концепции влияния водных объектов на окружающую территорию.



## Основные способы защиты мерзлоты:

- геотехнический мониторинг площадки (с выполнением превентивных мер);
- применение теплоизоляционных материалов (в основании, на склонах/откосах);
- устройство термостабилизационных установок (принудительное охлаждение);
- устройство защитных навесов.



Закладной деформометр  
в процессе монтажа

## **Задачи автоматизированных систем мониторинга в условиях вечной мерзлоты:**

- своевременное обнаружение опасных явлений;
- анализ динамики развития опасных процессов;
- прогнозирование возможных деформаций (изменения состояний) грунтовых массивов.

Снижение инвестиционных, эксплуатационных и прочих рисков при возникновении неконтролируемых процессов деформации или обрушения и их недопущение.

# Компенсирющие мероприятия: оборудование для мониторинга



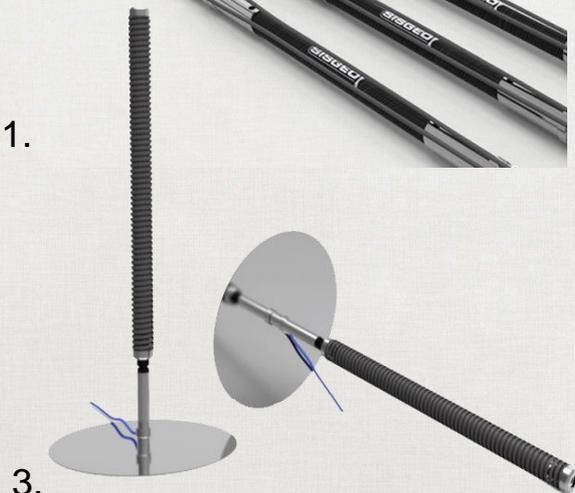
1.



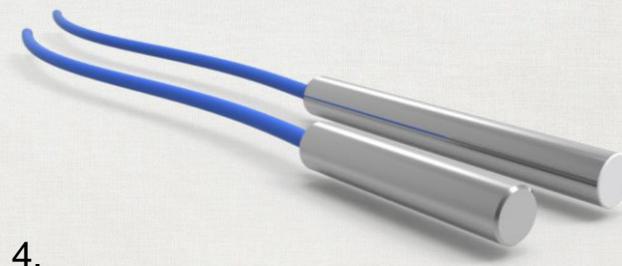
2.



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.

# Компенсирующие мероприятия: термоизоляция



Устройство  
термоизолирующего  
слоя при строительстве  
подъездных дорог

фото: пресс-служба «Технониколь»

Экструдированный пенополистирол (ЭППС или XPS) не впитывает воду, не набухает и не дает усадки, химически стоек и не подвержен гниению.

Высокая прочность позволяет получить ровное и одновременно жесткое основание, что существенно увеличивает срок эксплуатации всей теплоизоляционной системы.

# Компенсирющие мероприятия: легкая насыпь



Устройство легкой насыпи  
в рамках реконструкции  
федеральной автодороги

Тело легкой насыпи состоит из блоков ЭППС, удельный вес которого в 30 раз меньше по сравнению с песком.

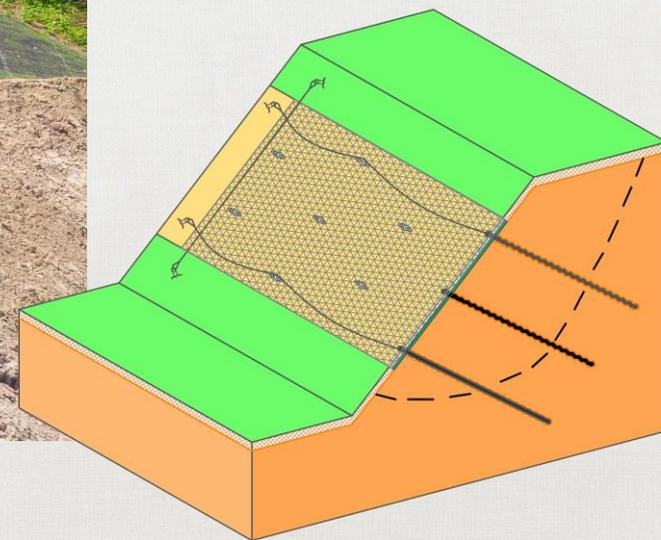
**Устройство легкой насыпи решает две задачи:**

- теплоизоляция мерзлых грунтов;
- снижение нагрузки на грунты основания.

# Компенсирющие мероприятия: нагельное крепление с теплоизоляцией



Нагельное крепление склона с устройством противэрозионной защиты в составе покровной системы



Нагели армируют неустойчивые слои грунта, удерживая массив, и закрепляются в нижерасположенных устойчивых слоях.

Покровная система препятствует смещениям на поверхности склона и не допускает вывалов грунта в межнагельном пространстве.

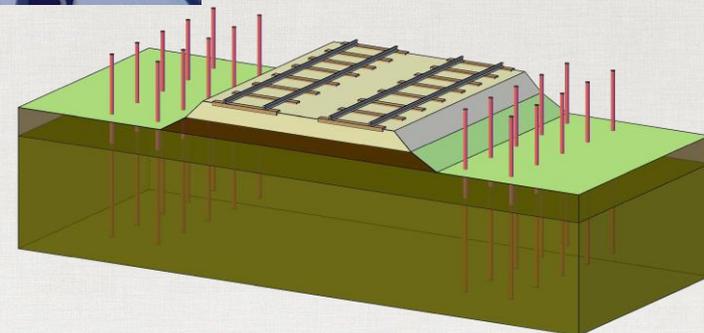
Дополнение термоизолирующими матами обеспечивает сохранение мерзлого состояния грунта.

# Компенсирющие мероприятия: принудительная термостабилизация



Элемент системы термостабилизации для защиты моста на участке железной дороги Обская - Бованенково

Система термостабилизаторов устраивается вблизи защищаемого объекта. Способствует более интенсивному промерзанию в зимний период.

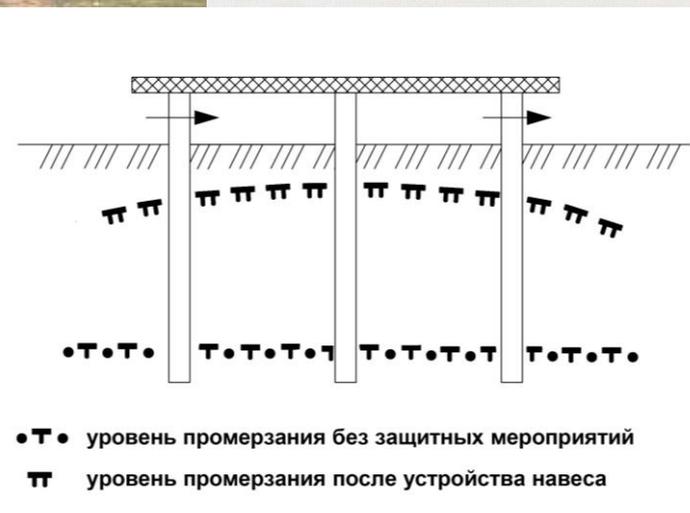


Капсулированное трубчатое устройство, заполненное хладагентом, погружается в грунт. Работает автономно, не требуя внешних источников энергии.

# Компенсирующие мероприятия: защитный навес



Защитные навесы  
на откосах  
Цинхай-Тибетской  
железной дороги (Китай)



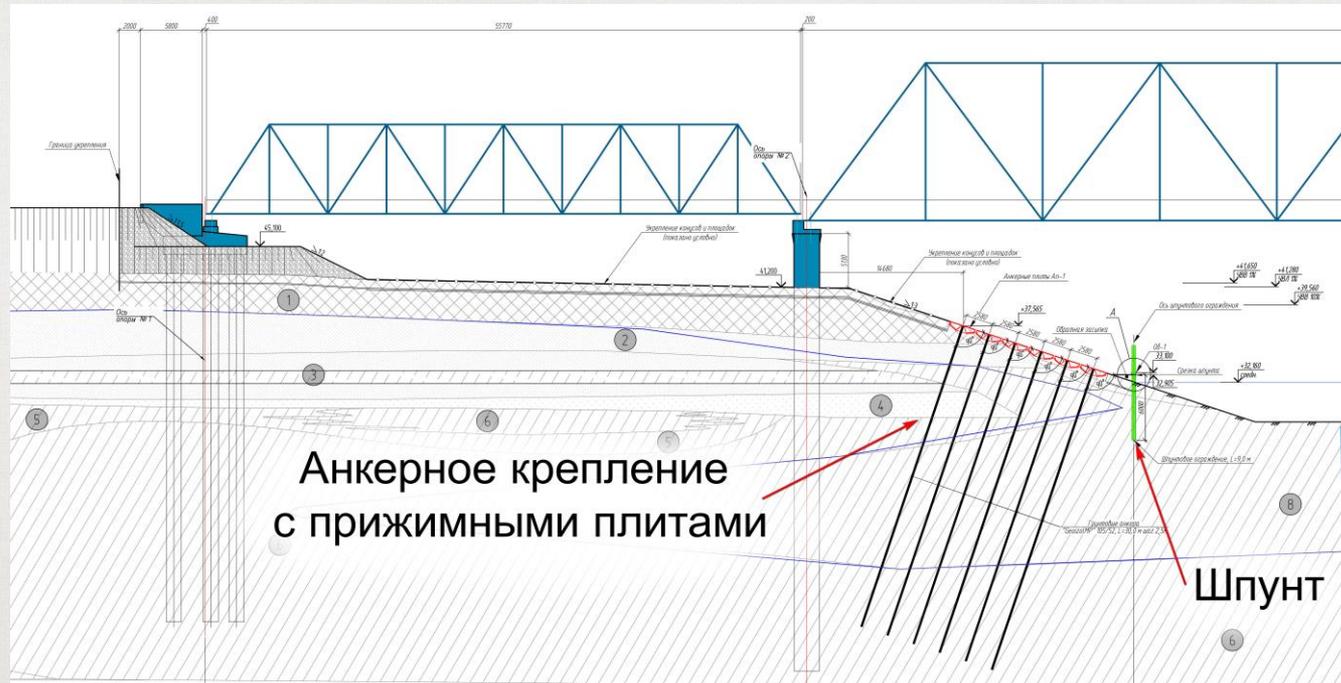
Действие защитных навесов аналогично проветриваемому подполью.

Летом козырьки снижают влияние отепляющих факторов: осадков и солнечной радиации.

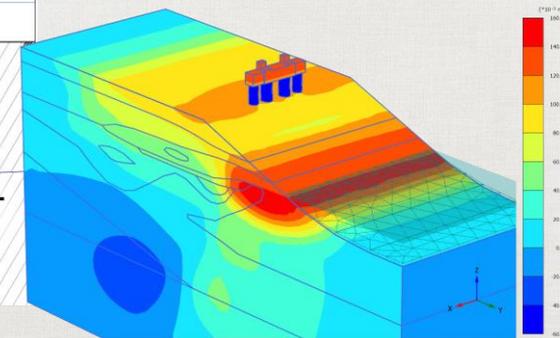
Зимой, предотвращая образование снежного покрова, способствуют более глубокому промерзанию грунтов.



# Контраварийные работы на существующем сооружении



Проект повышения устойчивости основания конуса существующего моста анкерным креплением с прижимными плитами (эскизное решение)



## Условия:

- просадка свайного фундамента и перемещение опор в результате деградации мерзлоты;
- подмыв береговой линии;
- ограниченное пространство под пролетным строением.

## Техническое решение:

- анкерное крепление (Geoizol MP 105/52 – 30 м) с прижимными плитами;
- шпунтовое ограждение.



# Благодарю за внимание!



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



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



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



Мы в соцсетях  
[@geoizolproject](#)

