



**КАСТОМ
ГЕО**
инженерная группа



Лекция 1. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Павел Анатольевич
АЛЕКСАНДРОВ

Санкт-Петербург
2026

Главный конструктор
«КастомГео»

ИЗТ – инженерная защита территорий;

ИЗ – инженерная защита;

ОГП – опасные геологические процессы;

Карта ОГП – карта опасных геологических процессов;

СМР – строительно-монтажные работы;

СП – свод правил;

Физ.-мех. характеристики – физико-механические характеристики.

«Джентльменский набор» сводов правил:

- СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах
- СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений
- СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты
- СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты
- СП 104.13330.2016 Инженерная защита территории от затопления и подтопления
- СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения
- СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные. Правила проектирования
- СП 436.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. Правила проектирования
- СП 472.1325800.2019 Арматурные системы мостов и подпорных стен на автомобильных дорогах. Правила проектирования



Инженерная защита территорий, зданий и сооружений* – это комплекс сооружений и мероприятий, направленных на предупреждение отрицательного воздействия опасных геологических, (*гидрологических*) экологических и других процессов на территорию, здания и сооружения, а также защиту от их последствий.

* СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов

Инженерная защита

Эрозия

Оползневые
явления

Снежные лавины

Камнепады

Сели

Подтопления
и затопления

Защита
инженерных сетей
(в горных условиях)



Эрозия – совокупность процессов разрушения верхнего слоя грунта (почвы).

Виды эрозии

Водная (осадки)

Водная струйная
(водотоки)

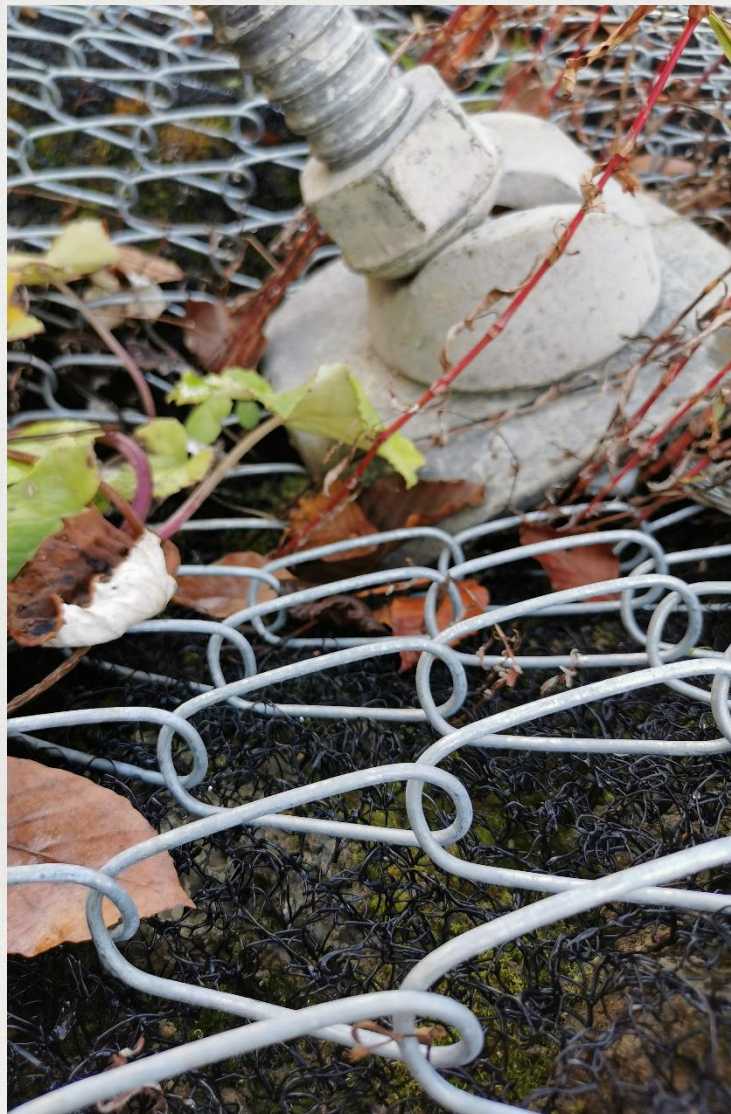
Ветровая

Техногенная

Крип

Методы защиты от эрозии:

- устранение причин эрозии;
- восстановление растительного слоя;
- укладка противоэрозионных геосинтетических матов;
- устройство покровной системы (стальные сети, закрепленные грунтовыми анкерами дополнительно защищают от явлений крипа).





Оползень — смещение масс горных пород по склону под воздействием собственного веса, приложения дополнительной нагрузки, изменения рельефа и иных природных или техногенных факторов.

Виды оползневых явлений

(по причинам и характеру проявлений)

Дополнительные нагрузки

(*размещение объекта
на вершине склона)

Особые сочетания условий

(*обводнения, сейсмика)

Изменение рельефа

(*подрезка склона,
отсыпка насыпи)

Потенциальные

(*возможен оползень)

Развивающиеся

(*происходит сейчас)

Стабилизированные

(*риски повторного
оползня)

Оползневые явления Технические решения

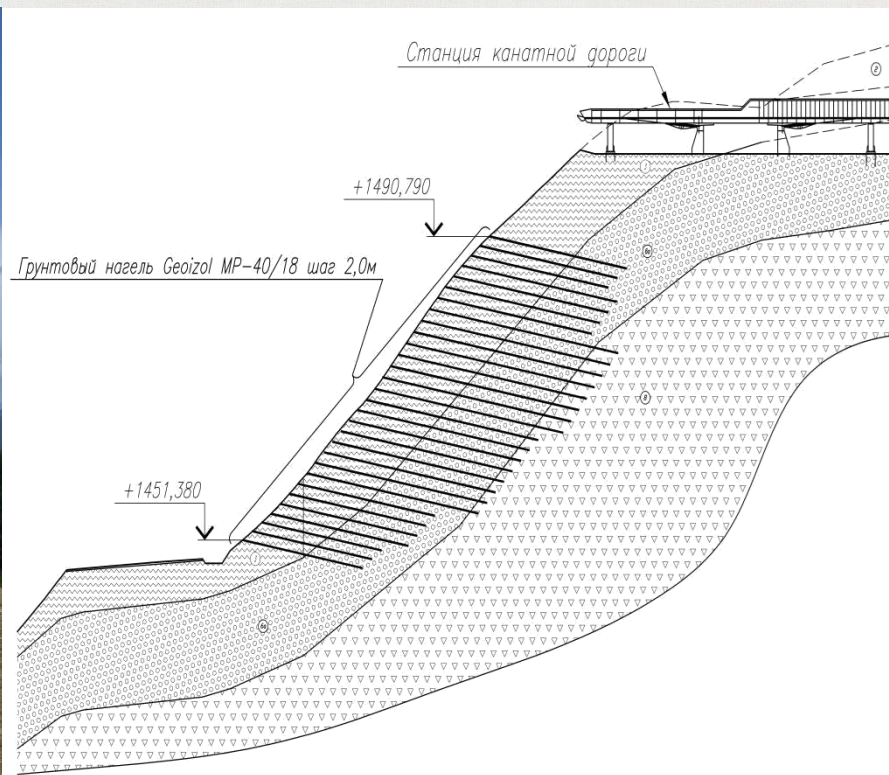
Для защиты от оползневых явлений применяется широкий перечень мероприятий, сооружений и их комбинаций (СП 116.13330.2012).

Конкретное техническое решение подбирается в зависимости от сочетания факторов.



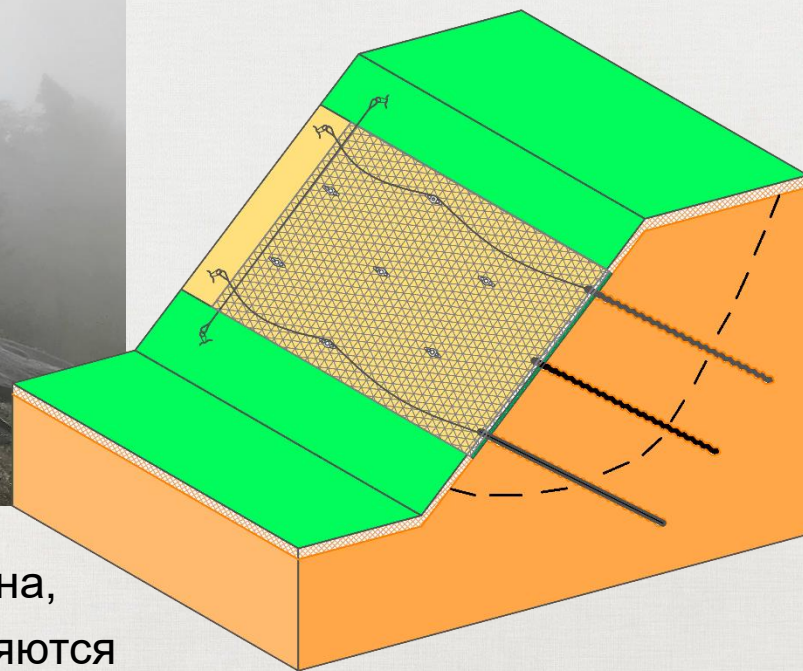
Технические решения

Нагельное крепление



Нагельное крепление – пространственное армирование грунтового массива (естественного склона (в том числе скального), откоса выемки).

Способно решать широчайший спектр задач.



Нагели выходят за поверхность скольжения склона, удерживают (армируют) массив грунта и закрепляются в нижерасположенных устойчивых слоях. Устойчивость повышается за счет увеличения площади теоретической поверхности скольжения.

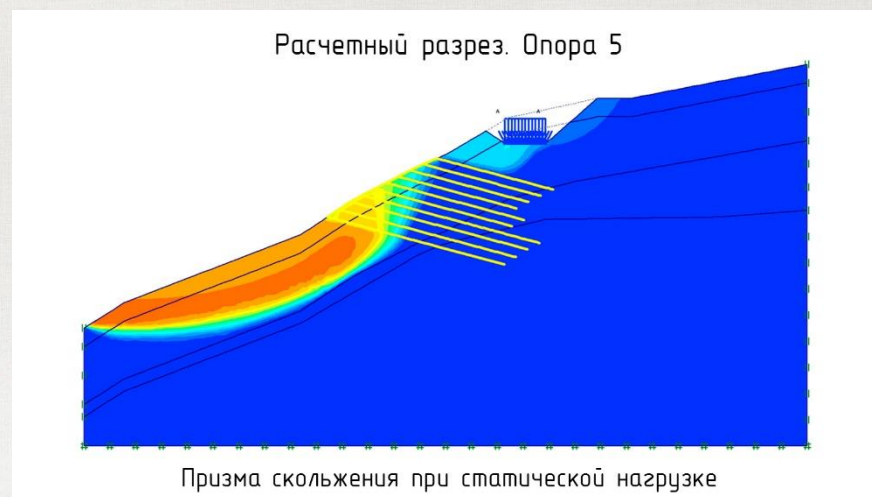
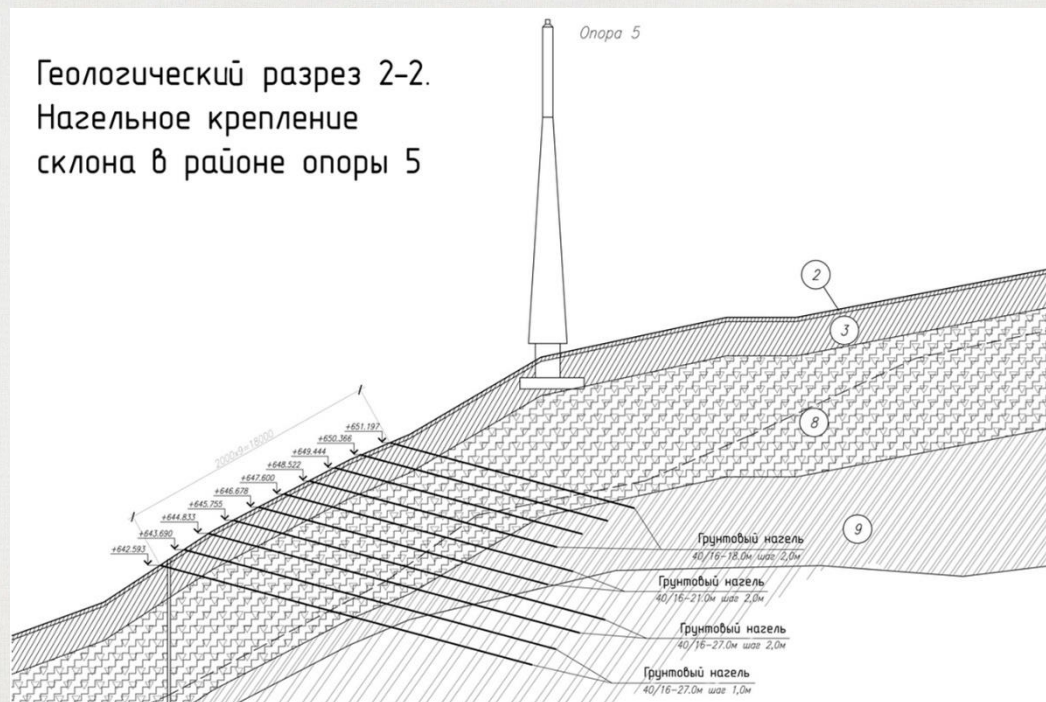
Покровная система (высокопрочная стальная сеть в комбинации с противоэрозионными матами) препятствует смещениям на поверхности склона и не допускает вывалов грунта в межнагельном пространстве.

Технические решения

Нагельное крепление



Обеспечение устойчивости опор канатных дорог с выполнением нагельного крепления.



Технические решения

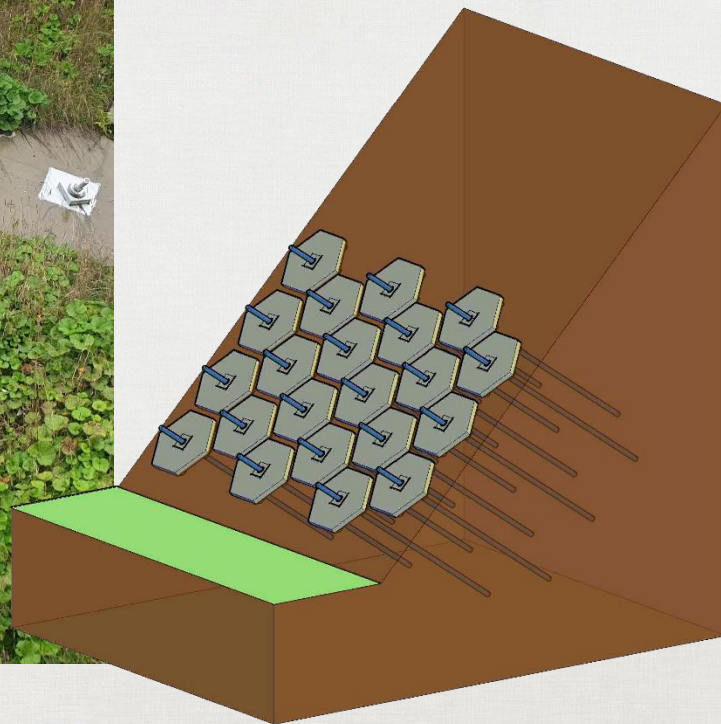
Анкерное крепление с прижимными плитами



Анкерное крепление с прижимными плитами
— компактный аналог пригрузочной бермы.

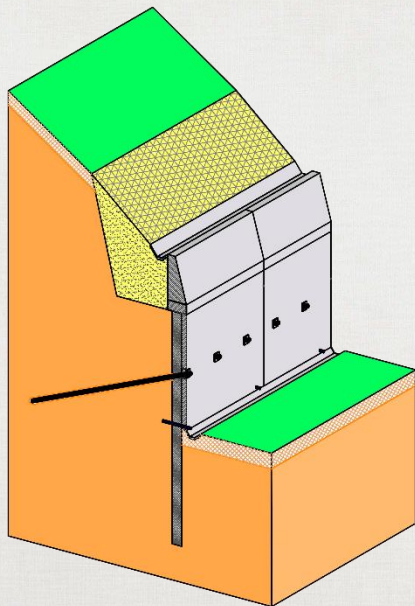
Технические решения

Анкерное крепление с прижимными плитами

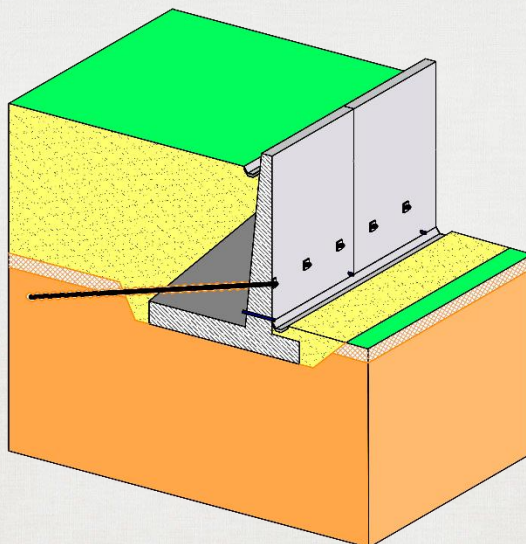


Создание дополнительного давления (пригруза) на грунт в нижней зоне оползневого тела, увеличение удерживающих сил для закрепления оползнеопасного массива склона.

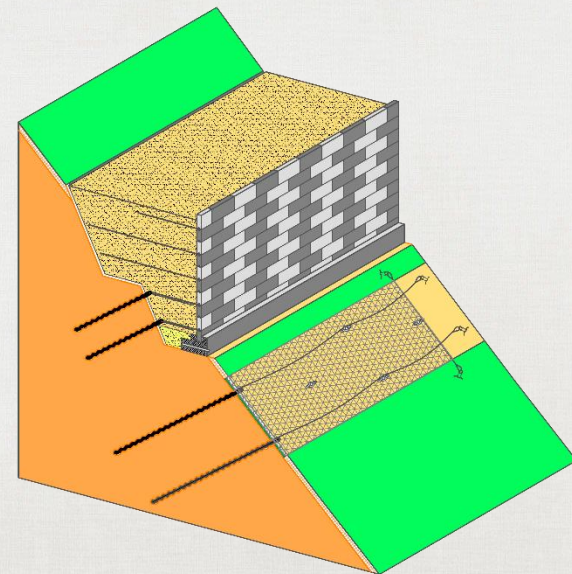
Может применяться, в том числе, для обеспечения устойчивости конусов насыпей мостов.



Свайная подпорная
стена



Угловая стена
на естественном
основании



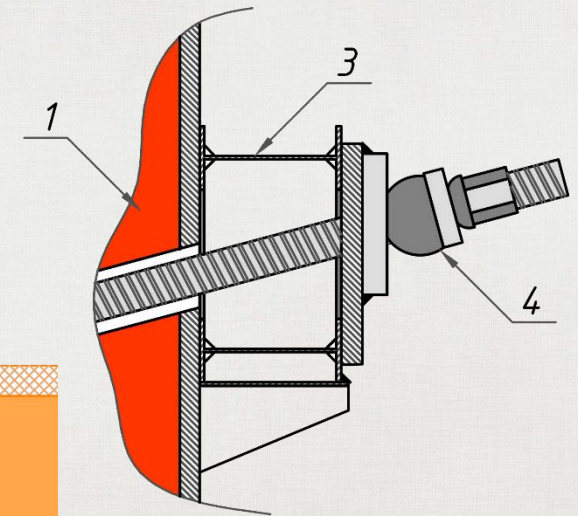
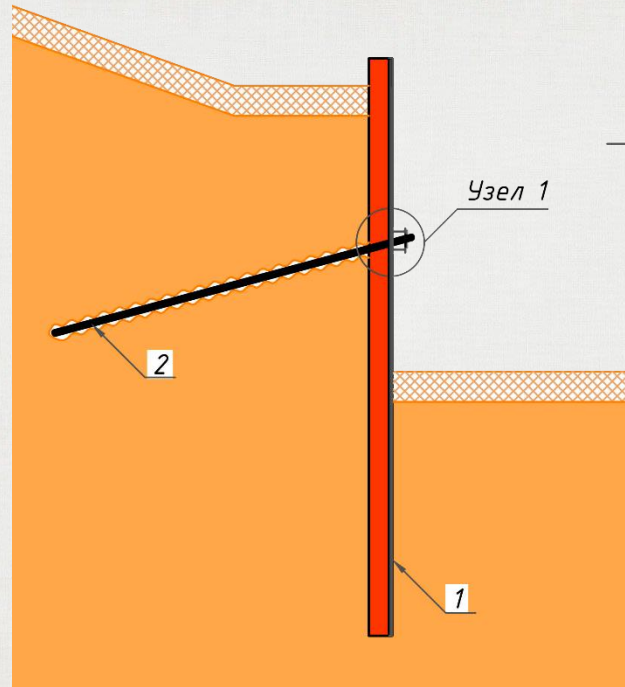
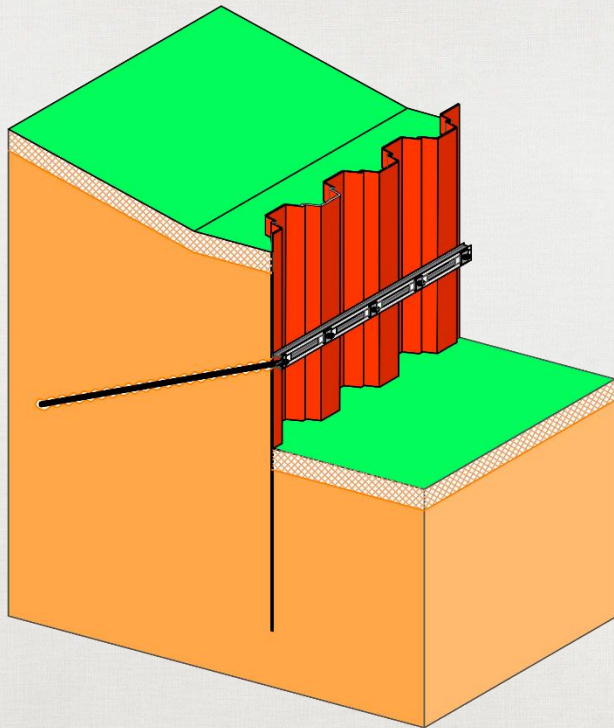
Армогрунтовая
система

Различают большое число различных типов* удерживающих сооружений.

(* см. СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные)

Технические решения

Шпунтовая подпорная стена



- 1. Шпунт;
- 2. Грунтовый анкер;
- 3. Распределительная балка;
- 4. Сферическая гайка.

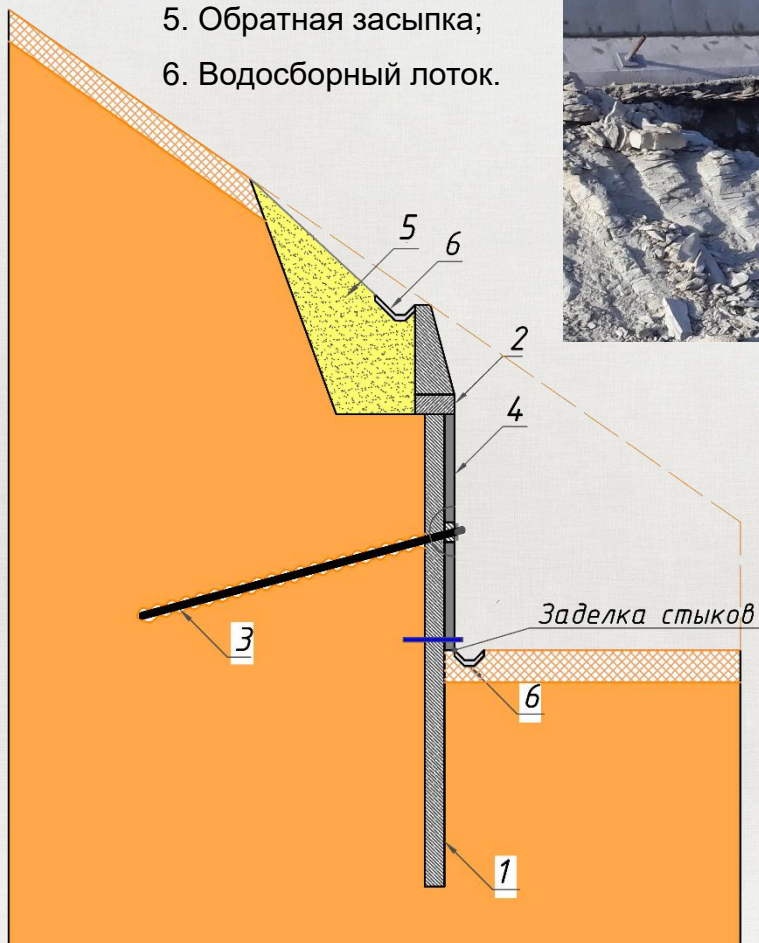
После погружения шпунта выполняется разработка грунта до уровня размещения анкеров. Грунтовые анкеры дополнительно обеспечивают устойчивость удерживающего сооружения.

Анкеры выполняются через распределительную балку, выходят за призму обрушения и закрепляются в несущих слоях грунта.

Технические решения

Свайная подпорная стена

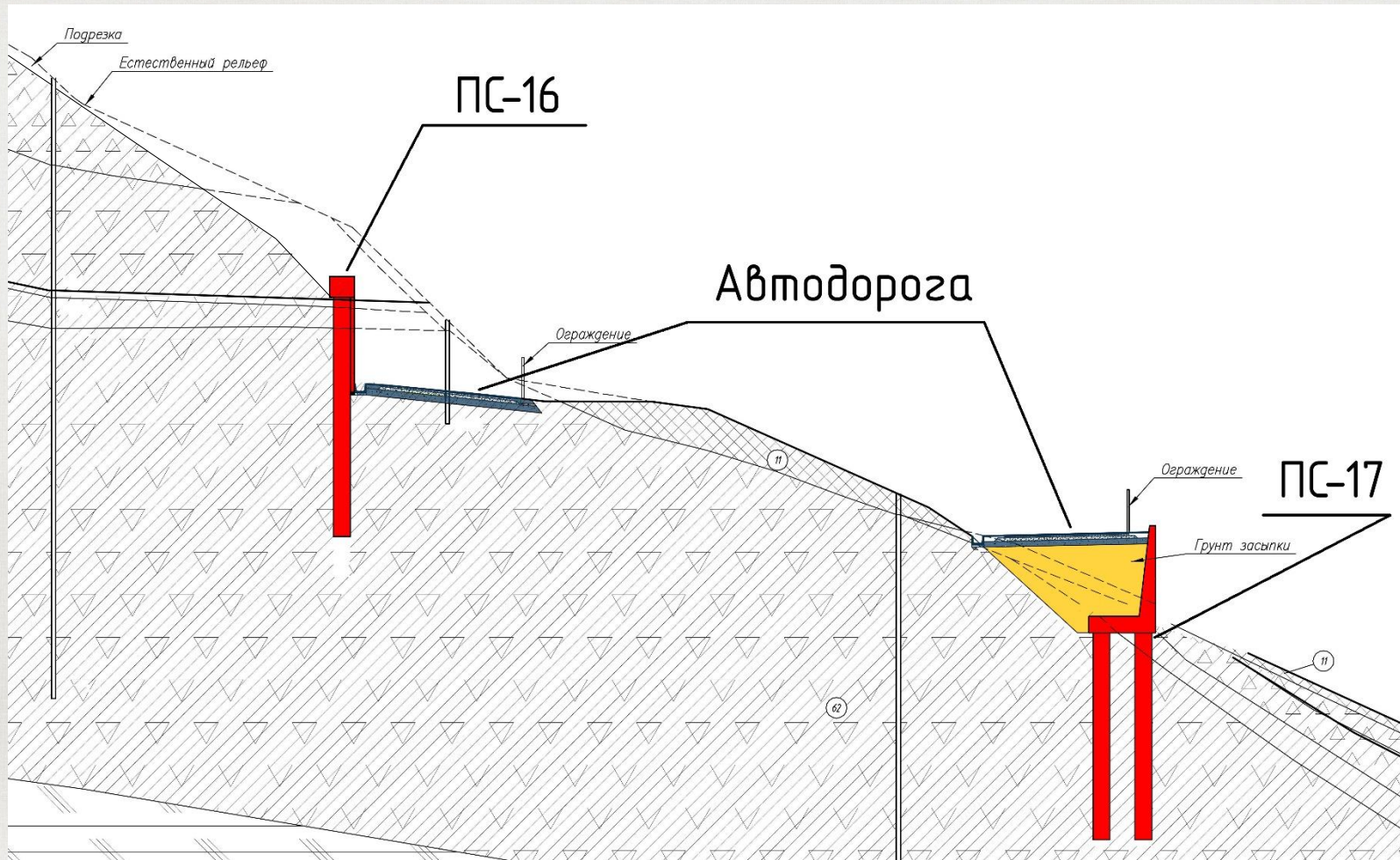
1. Буронабивная свая;
2. Обвязочная балка;
3. Грунтовый анкер;
4. Забирочная стенка;
5. Обратная засыпка;
6. Водосборный лоток.



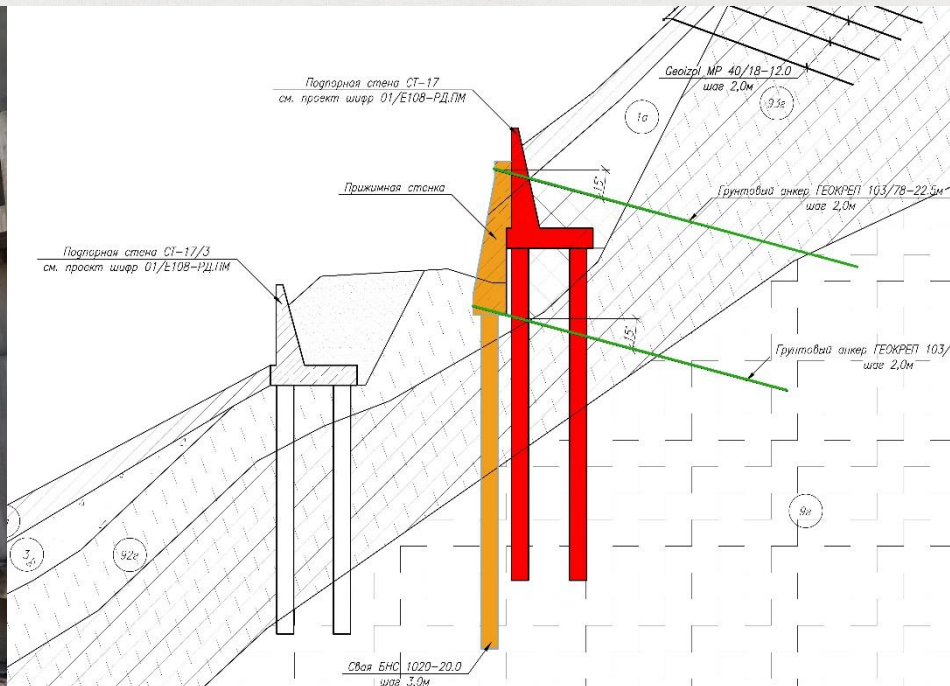
Ряд буронабивных свай (БНС) объединяется обвязочной балкой.

По мере разработки грунта через распределительные балки выполняются грунтовые анкеры.

С лицевой стороны выполняется монолитная забирочная стенка.



Удерживающие сооружения (и мероприятия),
в зависимости от конструкции, имеют различное назначение.



Повышение жесткости аварийных удерживающих сооружений является отдельной технической задачей.

В данном случае параллельно аварийным сооружениям выполнены дублирующие конструкции, усиленные дополнительными рядами буроналивных грунтовых анкеров.

Развивающиеся оползневые явления



В процессе развития оползня перемещаемые массы грунта не однородны, часто обводнены и обладают крайне низкими физ.-мех. характеристиками. Это ограничивает круг допустимых технических решений.

Развивающиеся оползневые явления

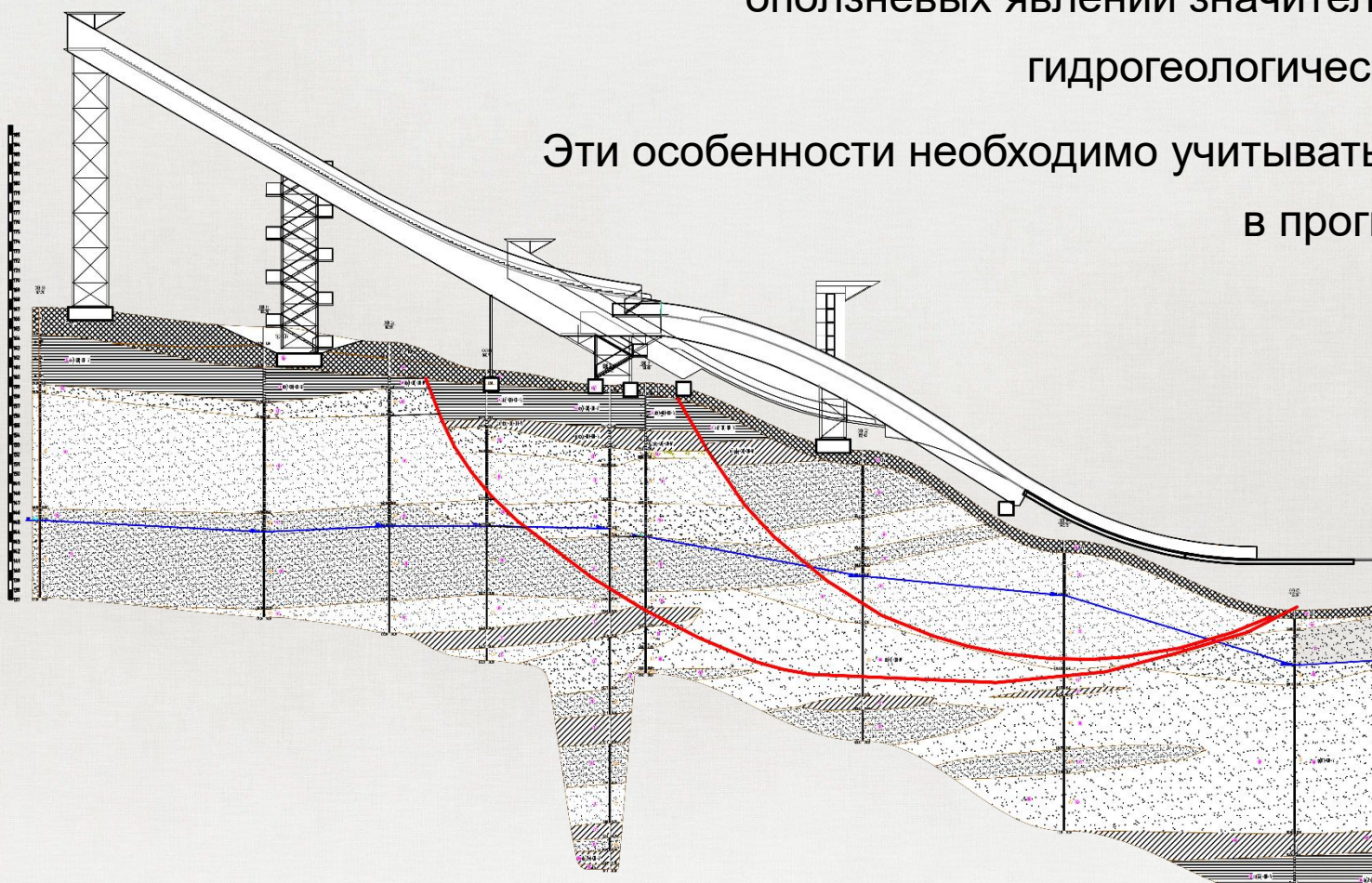


В пределах активных оползней, как правило, необходимы экстренные контраварийные работы, для предотвращения воздействия оползневых масс на защищаемых объект, либо удержания части склона с самим защищаемым объектом (например, участком дороги).

Применяемые технологии:	Не рекомендуемые технологии:
- полная выборка оползневых масс (<i>основной метод</i>); - использование металлических шпунтов; - использование буровых свай с неизвлекаемыми обсадными трубами; - устройство пригрузочных отсыпок (берм); - использование сборных конструкций; - использование быстросхватывающихся растворов при устройстве элементов инженерной защиты.	- любые технологии, подразумевающие твердение растворов в грунтовом массиве. - буровые сваи, изготавливаемые из бетона; - технологии с применением ударных воздействий (<i>*требуют обоснования уровня воздействия</i>); - нагельное крепление.

Стабилизированное тело оползня не имеет однородных физ.-мех. характеристик. В процессе развития оползневых явлений значительно изменяется гидрогеологическая обстановка.

Эти особенности необходимо учитывать и закладывать в прогнозные модели.

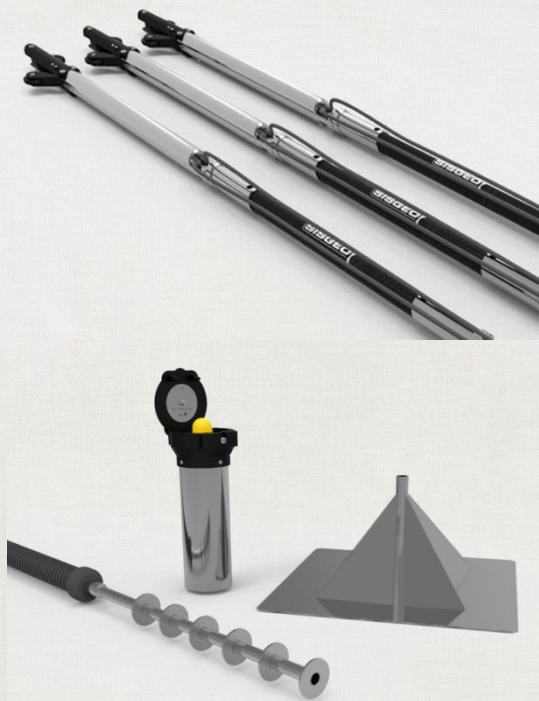




При проектировании необходимо учитывать особенности:

- выполнять оценку оползневого массива до схода оползня (по возможности);
- использовать физ.-мех. характеристики для тела оползня «плашка-по-плашке»;
- учитывать вероятное обводнение оползневых масс, а также слой, расположенный вблизи поверхности скольжения, с повышенными фильтрационными и пониженными механическими свойствами.

Мониторинг состояния склонов и откосов



Своевременную информацию об активизации оползневых процессов дает обеспечение геотехнического мониторинга состояния грунтового массива.

Системы мониторинга

Поверхностные геодезические

Деформационные измерители
(марки, механические или
цифровые измерители линейных
деформаций и т.д.)

Измерение параметров
конструкций
(датчики давления, тензодатчики)

Измерение состояния
грунтового массива
(инклинометры, пьезометрические
датчики и т.д.)

Периодического
контроля

Автоматические
с накопителем
информации

Оперативные
с непрерывной
передачей и
обработкой данных

Постоянные

Временные



Сель – стремительный русловой поток, состоящий из смеси воды и твердой массы (обломков горных пород, стволов деревьев, фрагментов разрушенных конструкций и др.), который внезапно возникает в долинах небольших горных рек и характеризуется резким подъемом уровня воды и пульсационным (волновым) характером движения.



Как правило, сход селей обусловлен обильными осадками (за исключением сухих селей).

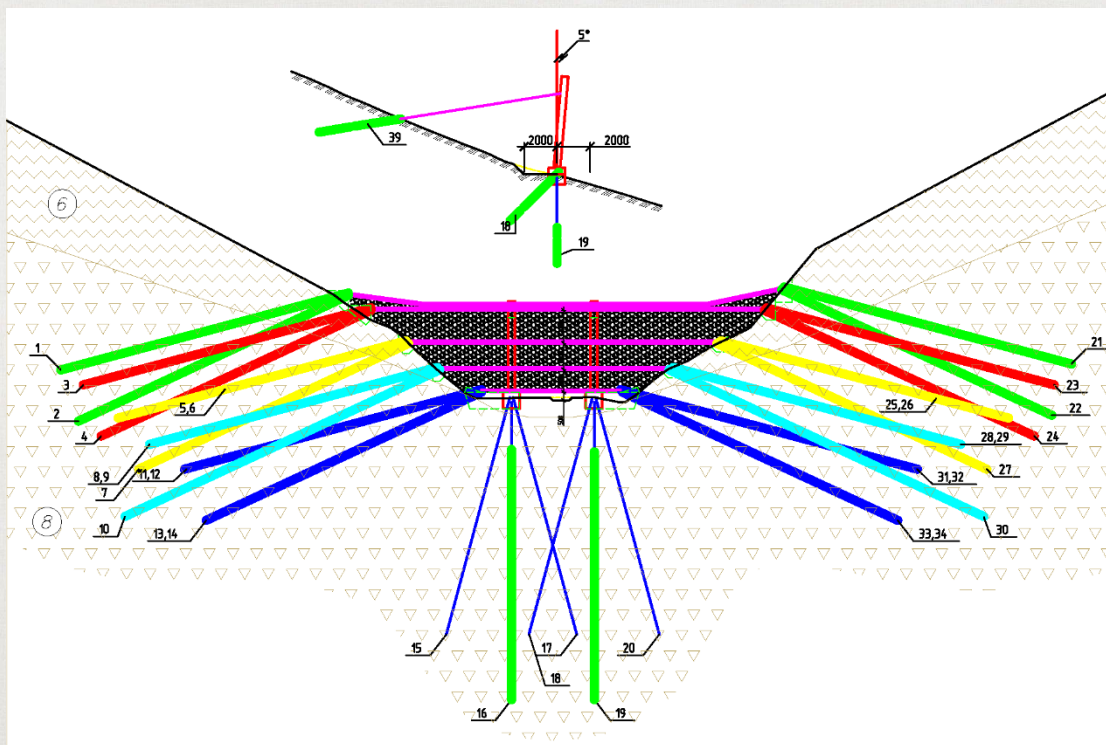
Сель может инициировать оползневые процессы.

Технические решения:

- перенос объекта из зоны влияния селя;
- исключение факторов селеобразования – укрепление русел водотоков, устройство противоэрозионной защиты на территории селевого бассейна, нагельное закрепление отдельных потенциально неустойчивых массивов грунта, лесопосадки;



Противоселевая защита



Технические решения:

- устройство гибких селеудерживающих барьеров;

Противоселевая защита



Каскад из трех гибких селеудерживающих барьеров.
Курорт «Альпика-Сервис», Сочи.



Технические решения:

- снижение скорости водных потоков (искусственные преграды в русле);
- перенаправление селевых потоков (дамбы, закрытые и открытые селенаправляющие сооружения-селедуки).





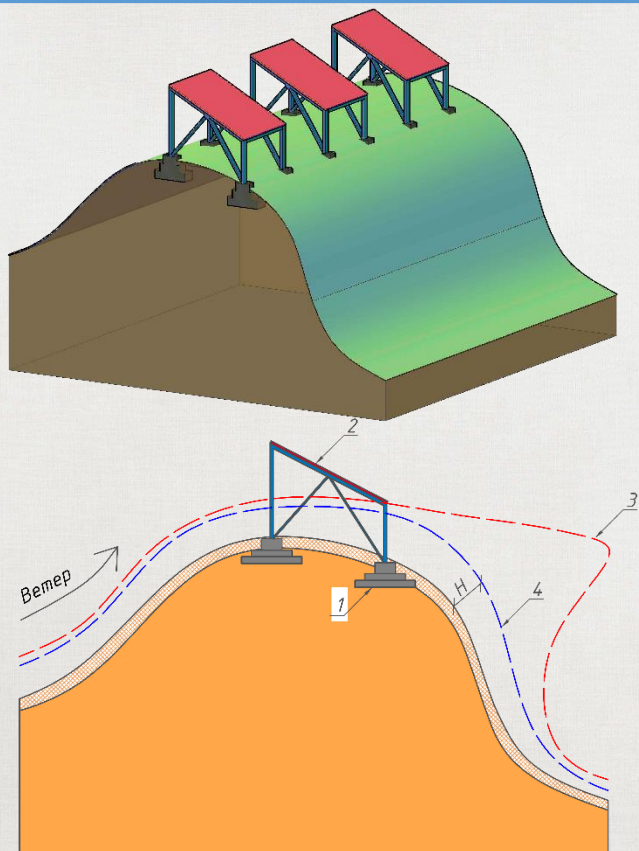
Снежная лавина – (lawine, labina — оползень) значительный объём снежной массы, падающей или соскальзывающей с крутых (горных) склонов с высокой скоростью.





Технические решения (лавины лоткового типа):

- перенос объекта из опасной зоны;
- лавинонаправляющие дамбы (с облицовкой габионами);
- массивные лавинорезы (защита отдельно стоящих объектов);



Технические решения

(противодействие образованию снежных козырьков):

- снеговыводящие конструкции (выдувки);
- оборудование типа GAZEX;



Технические решения (лавины осового типа):

- снегоудерживающие барьеры;
- снегоудерживающие зонты.





Камнепад – падение обломков горных пород, каменных глыб и крупных каменных масс с крутых горных склонов, откосов горных выработок, стен шахт, карьеров и т.п.

Противокампнепадная защита



Технические решения:

- противокампнепадный барьер;



Противокампнепадная защита



Противокампнепадные барьеры способны удерживать крупные камни с энергией до 10 000 Дж.



Противокампнепадная защита



Технические решения:

- противокампнепадная завеса (драпировка);

Противокампнепадная защита



Технические решения:

- защитные дамбы;
- противокампнепадные гелереи.



Затопление – это покрытие территории водой в результате повышения ее уровня в водоеме (половодье, паводок, нагонные явления).

Подтопление – это критическое повышение уровня грунтовых вод, влекущее негативные последствия.



Технические решения:

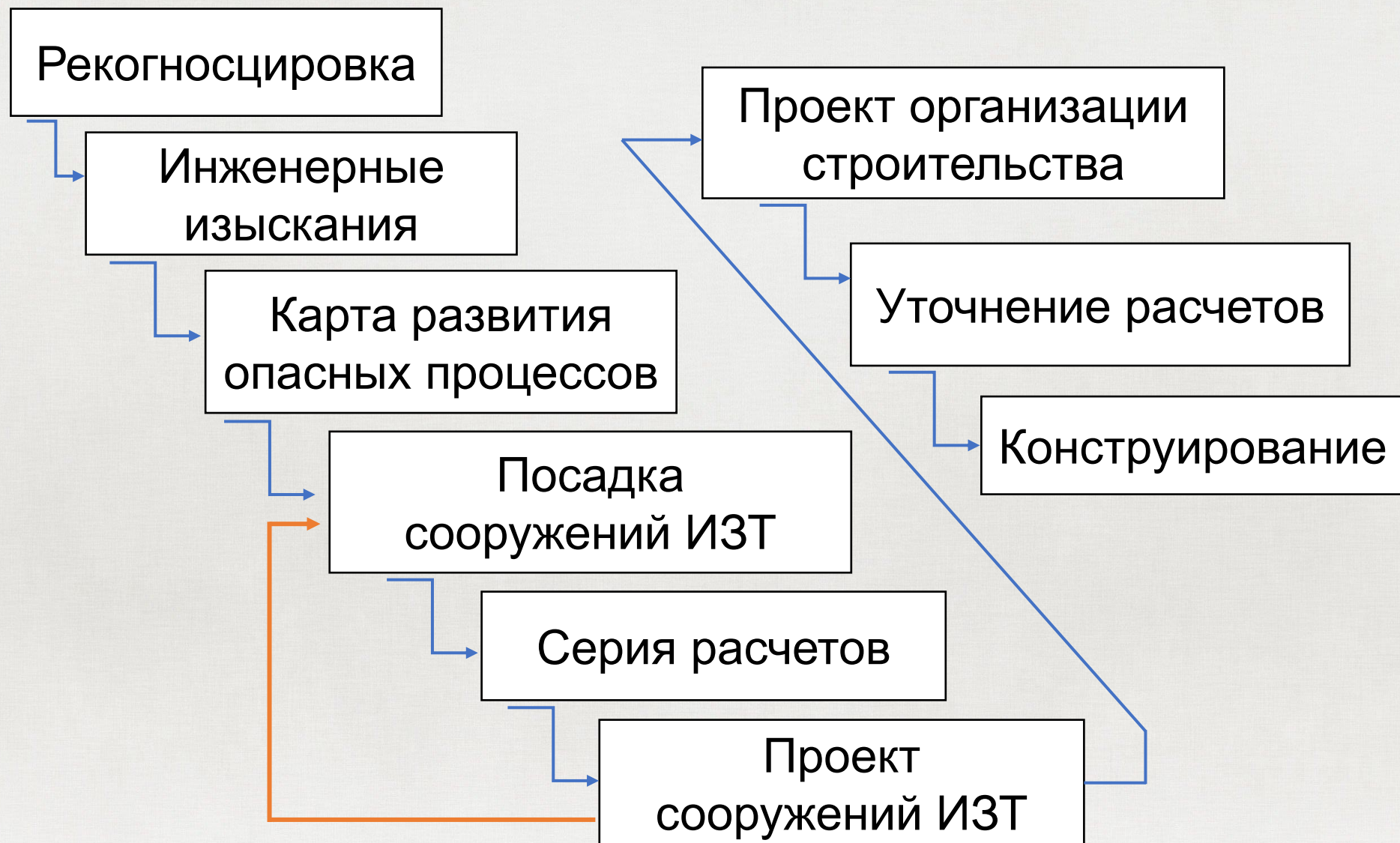
- устройство защитных дамб (обвалование);
- повышение планировочных отметок (отсыпка насыпи);



Технические решения:

- выполнение дренажа, нагорных канав и других мер водоотведения.

Этапы проектирования



Этапы проектирования

Рекогносцировочное обследование



Цели проведения рекогносцировочного обследования:

- ознакомление со строительной площадкой;
- обнаружение проявлений возможных опасных процессов (визуальный осмотр, опрос местных жителей);
- фиксация возможных мест расположения инфраструктурных объектов;
- первичное определение объемов инженерных изысканий;



Цели проведения рекогносцировочного обследования:

- определение возможных ограничений при выполнении СМР (возможность проезда техники и доставки крупногабаритных грузов, наличие жилого фонда для размещения работников, наличие местных подрядных строительных организаций и их оснащенность и т.д.);
- изучение существующих сооружений инженерной защиты и их состояния;
- оценка вероятности развития опасных процессов при проведении СМР.

В общем случае выполняется стандартный набор изысканий:

- инженерно-топографические;
- инженерно-гидрометеорологические;
- инженерно-геологические;
- инженерно-экологические;
- дендрологические;
- археологические.



Дополнительно, при наличии крупных водотоков или водоемов:

- специальные гидрометеорологические изыскания;
- батиметрические съемки (промер глубин);
- оценка русловых деформаций (при наличии рек с быстрым течением);
- оценка волнового воздействия (при берегоукреплении больших водоемов).

Дополнительно, при проектировании селезащитных мероприятий:

- специальные гидрометеорологические изыскания;
- оценка селевой опасности.

Дополнительно, при проектировании лавинозащитных мероприятий:

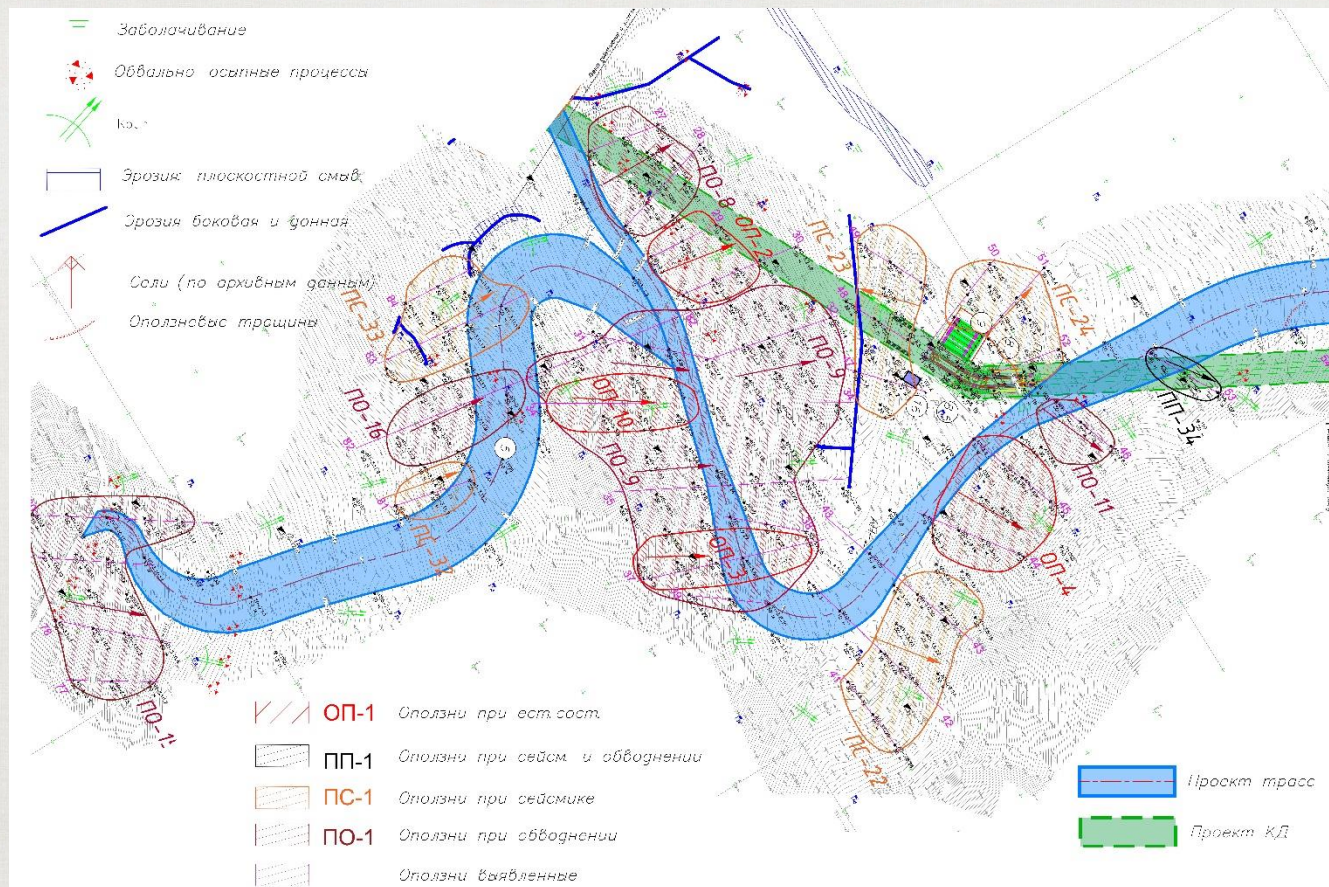
- специальные гидрометеорологические изыскания;
- оценка лавинной опасности;
- моделирование лавинных процессов.

Дополнительно, при проектировании противокампнепадных мероприятий:

- специальные инженерно-топографические изыскания
(съёмка с высоким разрешением);
- геоморфологические изыскания.

Этапы проектирования

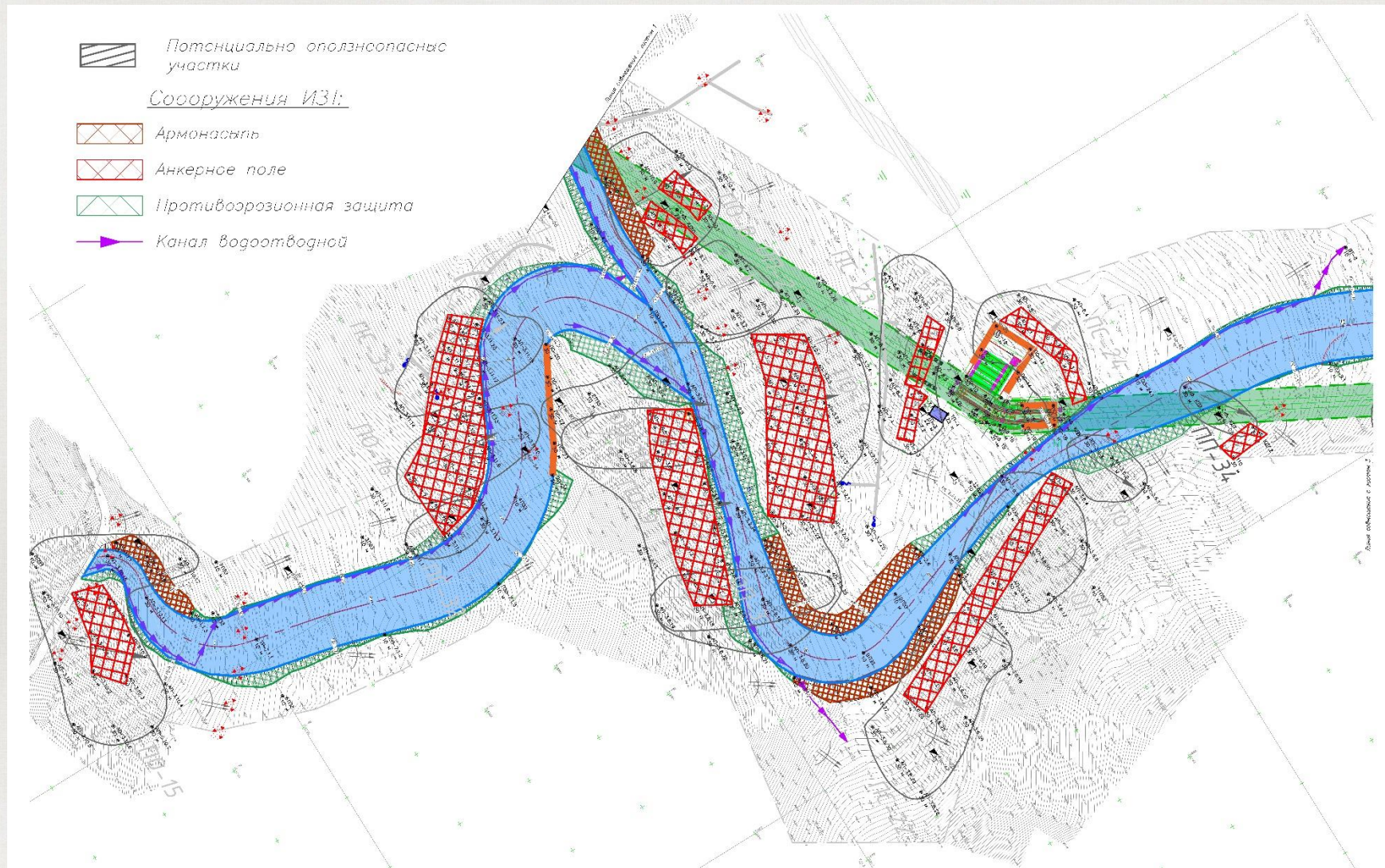
Составление карты развития ОГП



По результатам инженерных изысканий и специальных исследований составляется карта опасных геологических процессов (карта ОГП).

Этот документ является основным для определения защищаемых объектов, назначения мероприятий ИЗТ и размещения защитных сооружений.

Этапы проектирования Посадка сооружений ИЗТ на местности



Пример карты ОГП с размещенными сооружениями инженерной защиты.

Этапы проектирования

Критерий необходимости сооружений ИЗТ

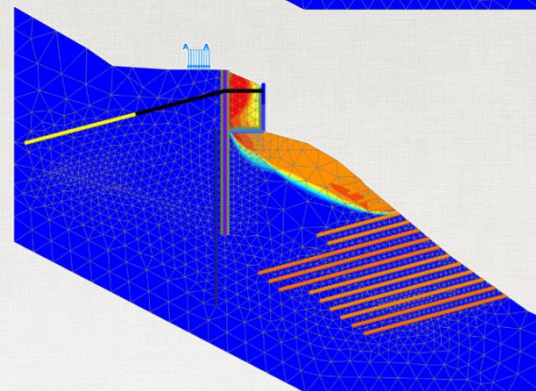
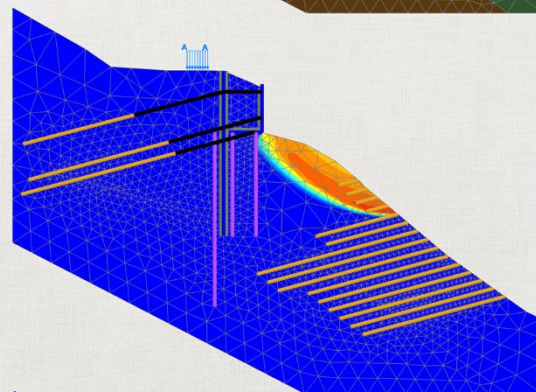
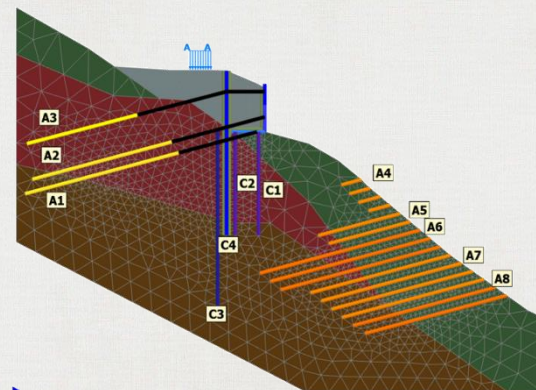
Вероятность влияния опасных природных явлений на защищаемый объект или территорию, при котором могут наступить негативные последствия:

- угроза жизни и здоровью людей;
- нарушение целостности зданий и сооружений;
- нарушение предельно допустимых деформаций зданий и сооружений;
- нарушение эксплуатационных свойств защищаемых объектов выше заданного уровня.



Требования к производимым расчетам:

- следует рассматривать наиболее опасные сечения, все возможные сочетания нагрузок;
- в расчетных схемах учитывать все существенные элементы, влияющие на расчет;
- расчетная схема должна иметь размер, исключаящий влияние краевых эффектов на теоретическую поверхность обрушения;
- следует учитывать виды возможных деформаций склона (откоса) и сооружений, в т.ч. защитных;
- следует учитывать конструктивные и эксплуатационные особенности смежных объектов и конструкций, а также их допустимые деформации;



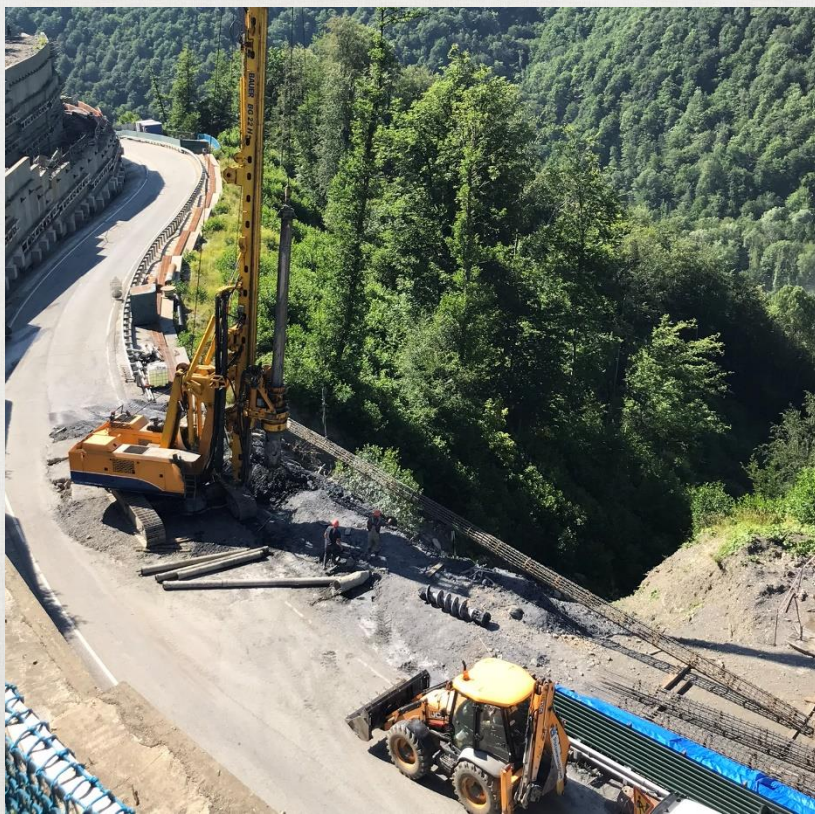
Критерий достаточности сооружений ИЗТ:

- обеспечение безопасности нахождения людей на объекте;
- исключение влияния ОГП на защищаемый объект или снижение его воздействия до заданного уровня;
- не превышение внутренних усилий в конструкциях ИЗТ и защищаемого сооружения их несущей способности;
- ограничение до заданного уровня предельных деформаций зданий и сооружений защищаемого объекта.



Этапы проектирования

Проектирование сооружений ИЗТ



Посадка и конструирование сооружений ИЗТ напрямую связано с возможностями техники и людей выполнения тех или иных конструкций.

При проектировании необходимо организовать тесное взаимодействие конструкторов со специалистами по организации строительного производства.

Этапы проектирования

Проектирование сооружений ИЗТ

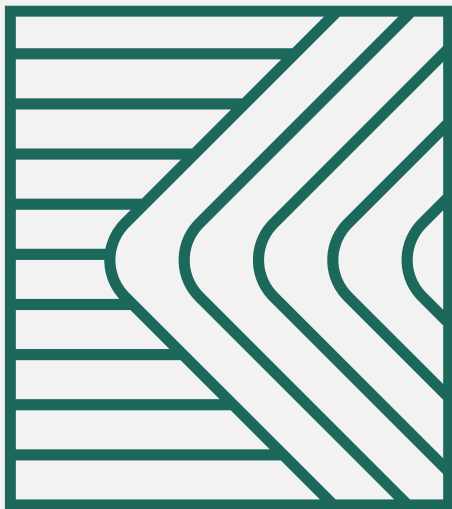
Проектирование сооружений инженерной защиты не является линейной задачей и производится в тесном взаимодействии со смежными специалистами:

- архитекторами (при защите зданий);
- инженерами-дорожниками (при защите дорог);
- технологами (при проектировании специальных объектов, например, объектов спортивной инфраструктуры) и т.д.



- А ты правда проектировщик?
- Да!
- А скажи что-нибудь на проектировщическом
- Завтра будет ГОТОВО





КАСТОМ ГЕО

инженерная группа



ООО «КастомГео»
197046, г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Посадская, д. 12,
лит. А, пом. 77-Н
ИНН 7813441822
ОГРН 1097847097721



+7 (812) 416-30-28



+7 (921) 339-25-76



info@customgeo.ru



customgeo.ru