

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАГЕЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Санкт-Петербург
2022

О компании

«ГЕОИЗОЛ Проект» специализируется на геотехническом проектировании.

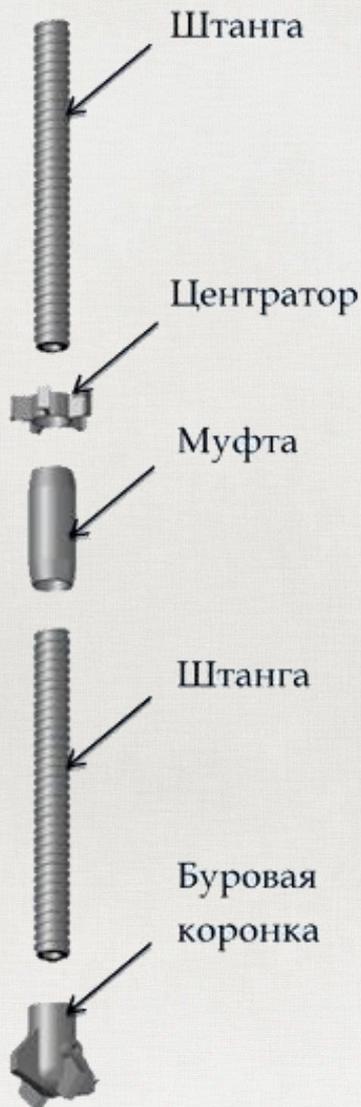
Компания выросла из проектного отдела и в 2009 году стала самостоятельной бизнес-единицей в составе Группы компаний «ГЕОИЗОЛ».

Миссия компании заключается в разработке высококачественной проектной документации и продвижении уникальных конструкторских решений и адаптации к российским условиям передового международного опыта.

Одно из направлений – инженерная защита территорий от оползневых процессов, в том числе с устройством нагельного крепления.

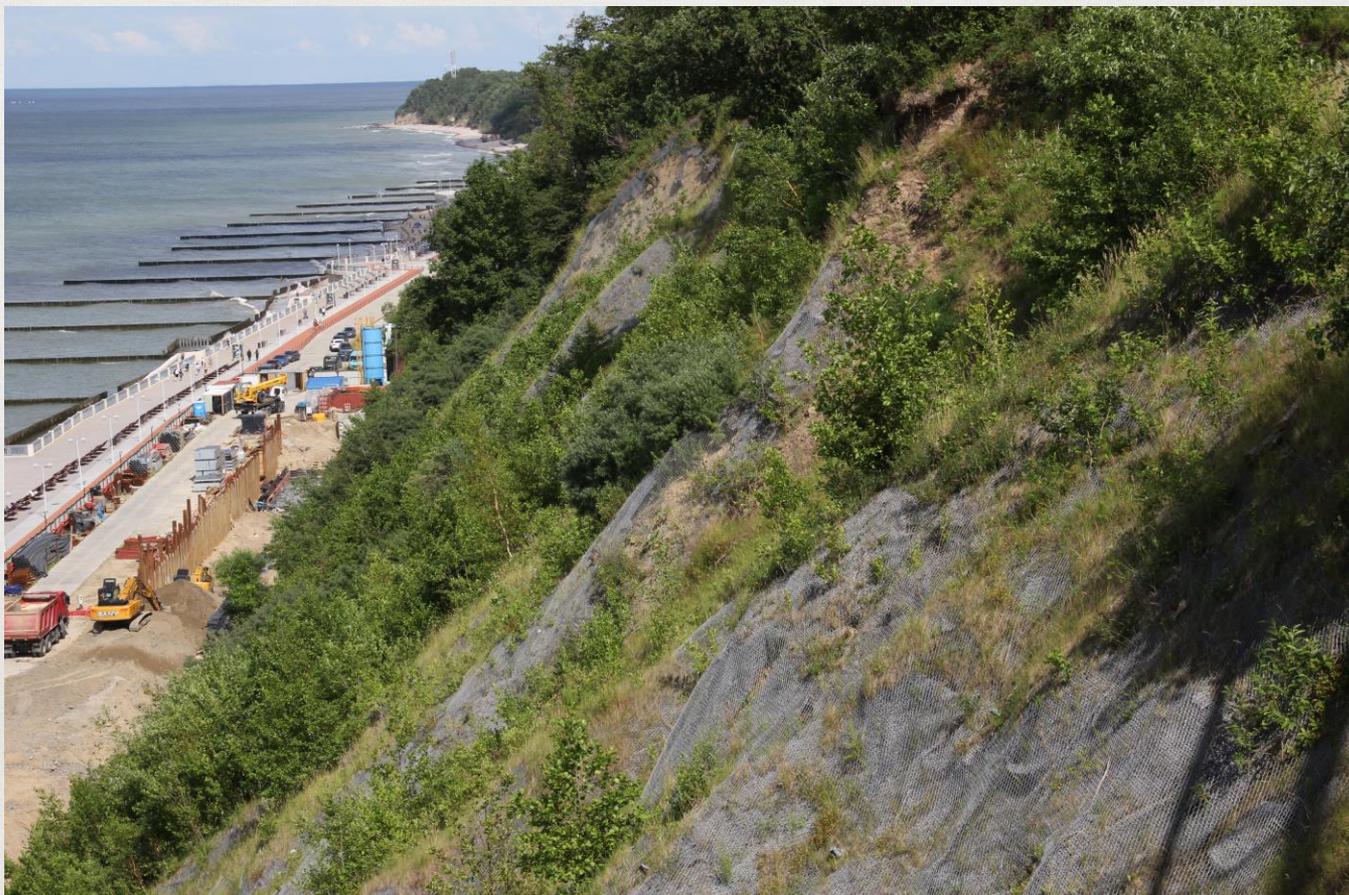


Многофункциональная геотехническая система (МГТС) GEOIZOL-MP



GEOIZOL-MP – универсальная система, позволяющая из ограниченного набора комплектующих собрать и выполнить различные геотехнические элементы. В том числе, грунтовые нагели.

Разработана и производится на Пушкинском машиностроительном заводе (входит в Группу компаний «ГЕОИЗОЛ»).



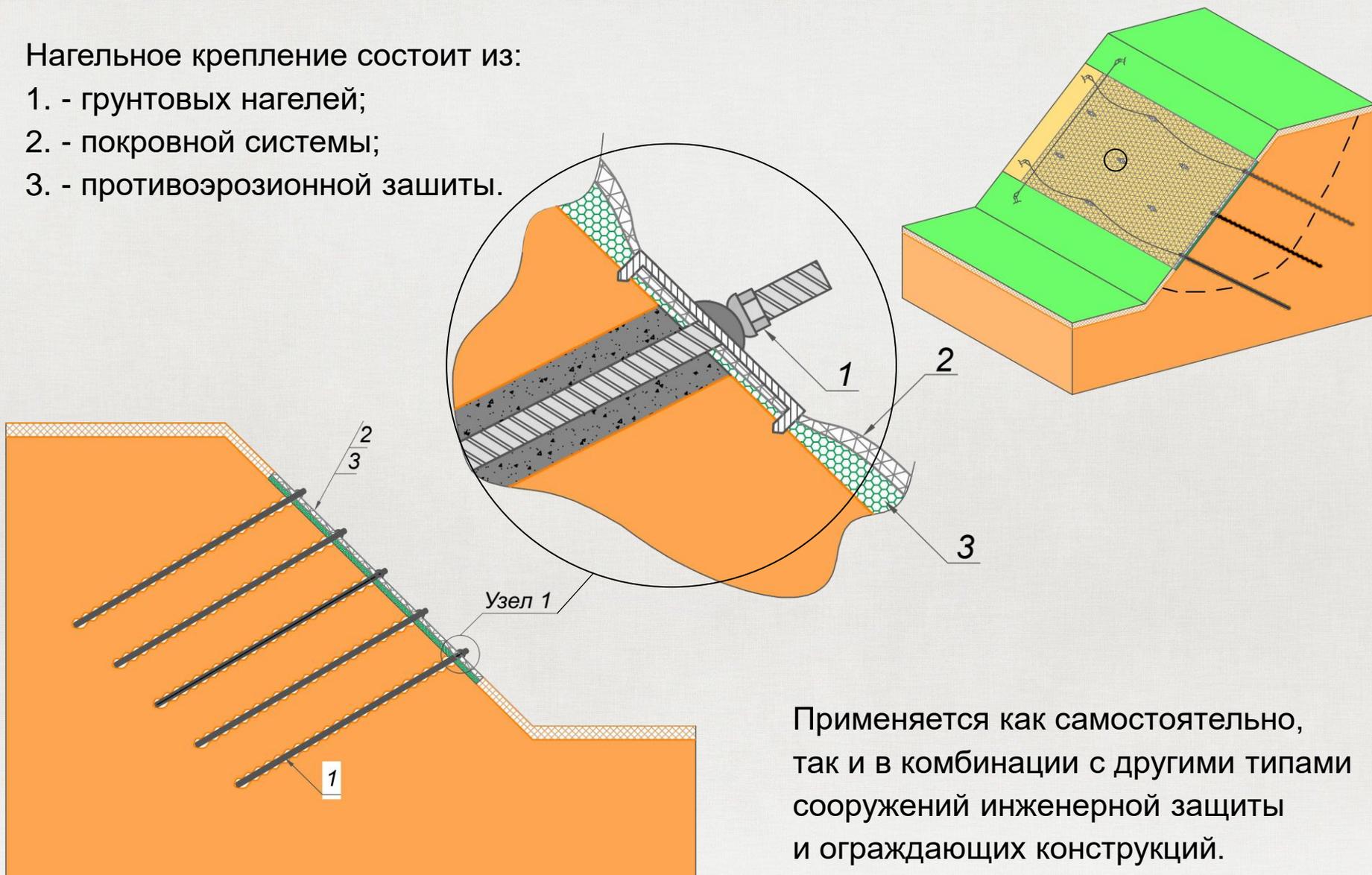
Нагельное крепление склона
на берегу Балтийского моря.
Светлогорск,
Калининградская область

Нагельное крепление применяется для обеспечения устойчивости естественных склонов, консолидированных насыпей, вертикальных стенок, откосов строительных котлованов и выемок, путем укрепления массива грунта с недостаточным коэффициентом устойчивости.

Конструкция нагельного крепления

Нагельное крепление состоит из:

1. - грунтовых нагелей;
2. - покровной системы;
3. - противоэрозионной защиты.

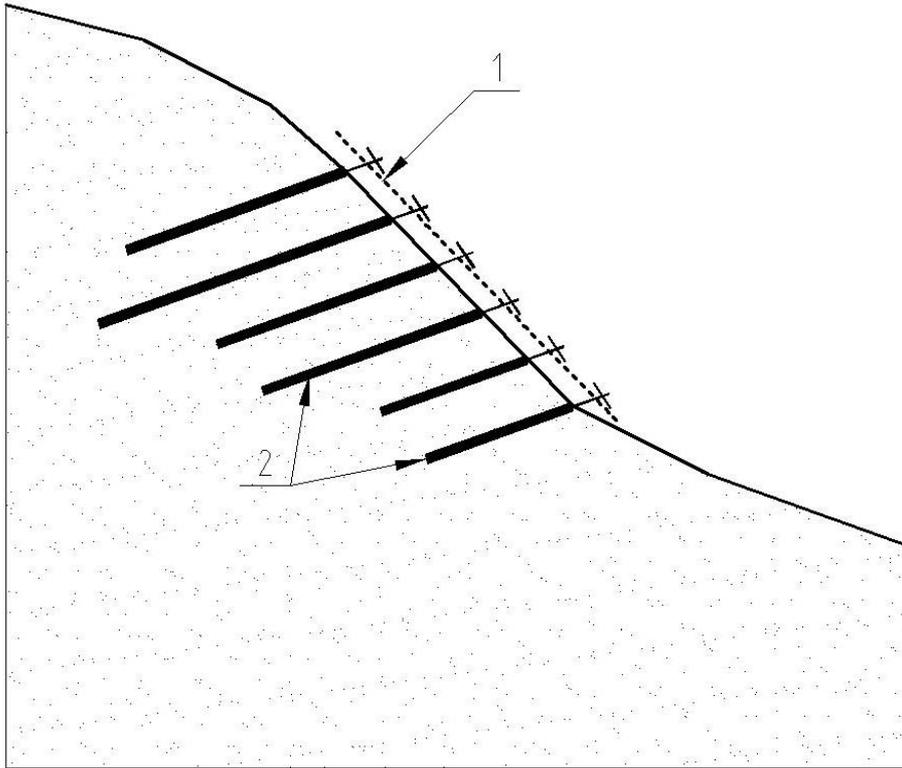


Применяется как самостоятельно, так и в комбинации с другими типами сооружений инженерной защиты и ограждающих конструкций.

Обеспечение устойчивости естественных склонов



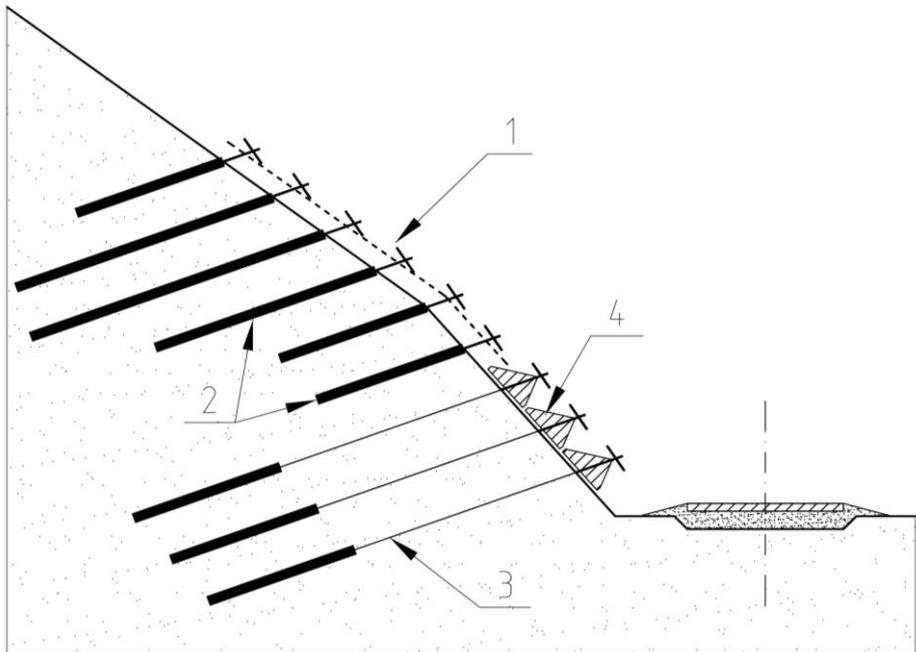
ГЕОИЗОЛ
проект



Обозначения:

- 1. – покровная система;
- 2. – грунтовые нагели.

Совместно с креплением откосов или склонов анкерными плитами

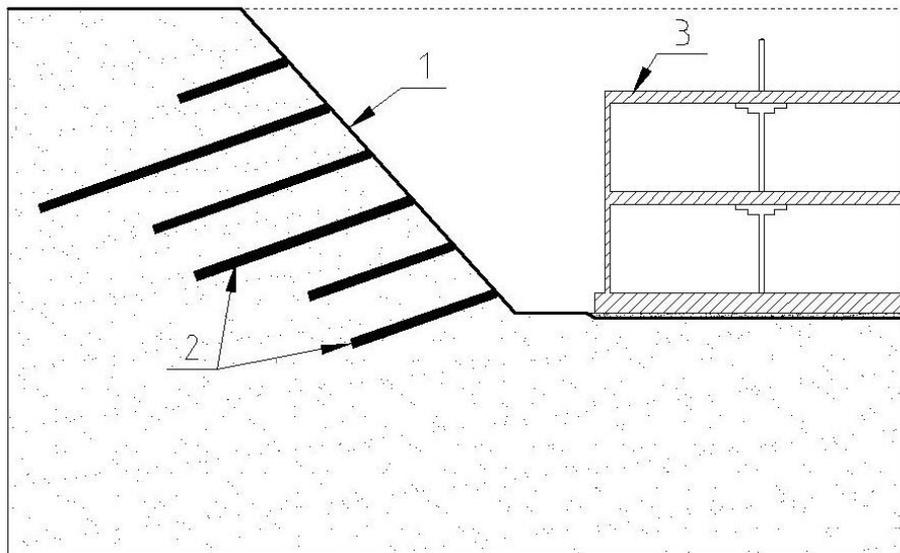


Обозначения:

- 1. – покровная система;
- 2. – грунтовые нагели;
- 3. – грунтовые анкеры;
- 4. – ж/б прижимные плиты.



Для обеспечения устойчивости откосов выемок и котлованов

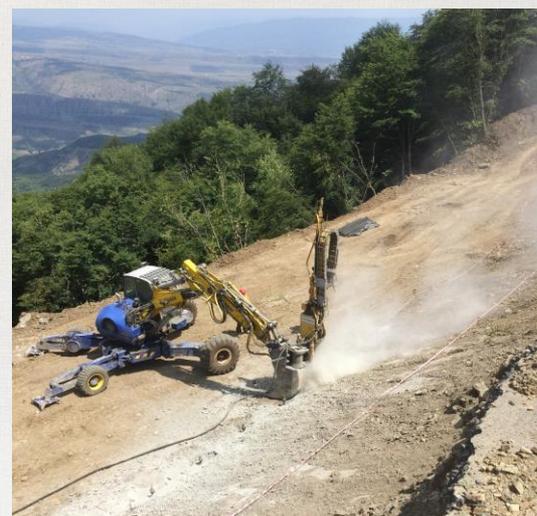
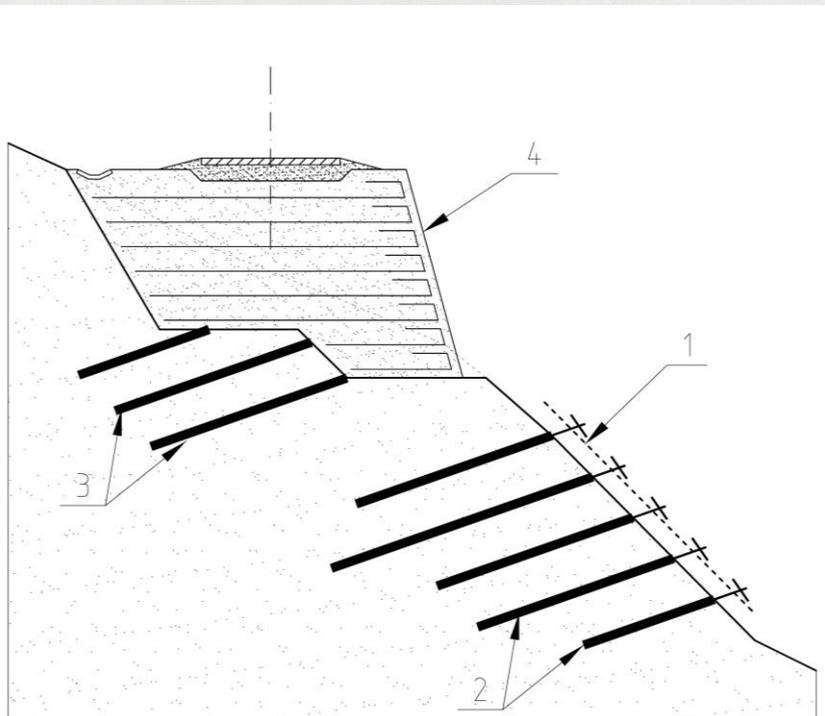


Обозначения:

- 1. – покровная система;
- 2. – грунтовые нагели;
- 3. – строящееся здание (в котловане).



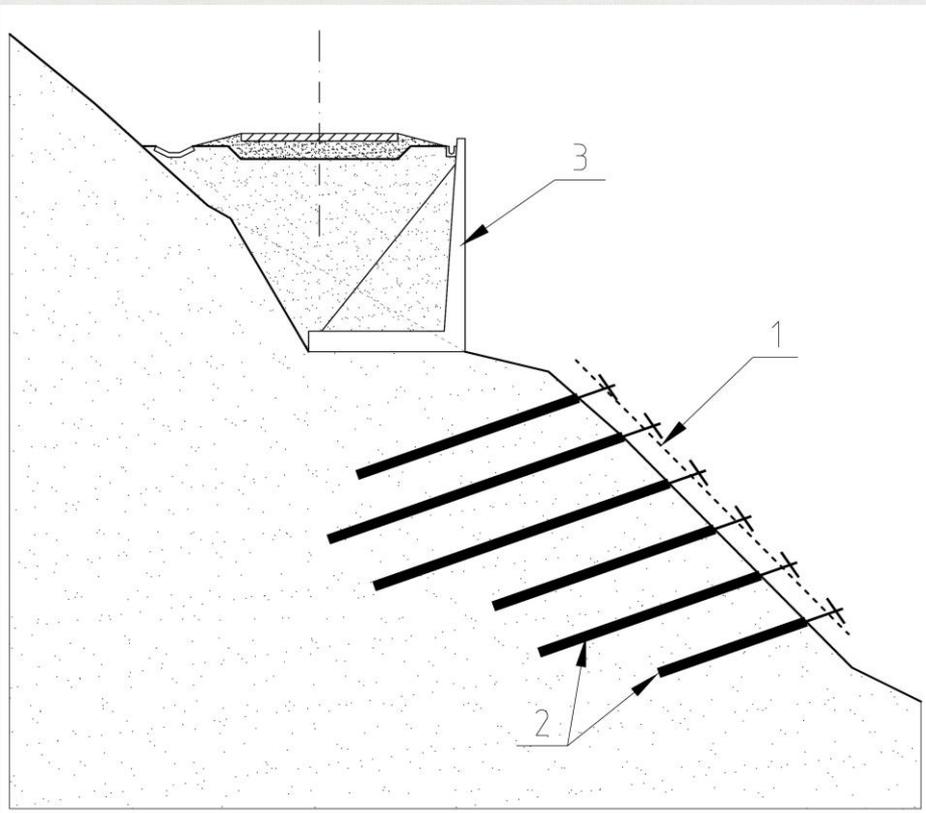
Совместно с грунтовыми сооружениями, в т.ч. для обеспечения устойчивости их основания



Обозначения:

- 1. – покровная система;
- 2. – грунтовые нагели;
- 3. – грунтовые анкеры;
- 4. – армогрунтовая система (насыпь).

Совместно с подпорными стенами на естественном основании

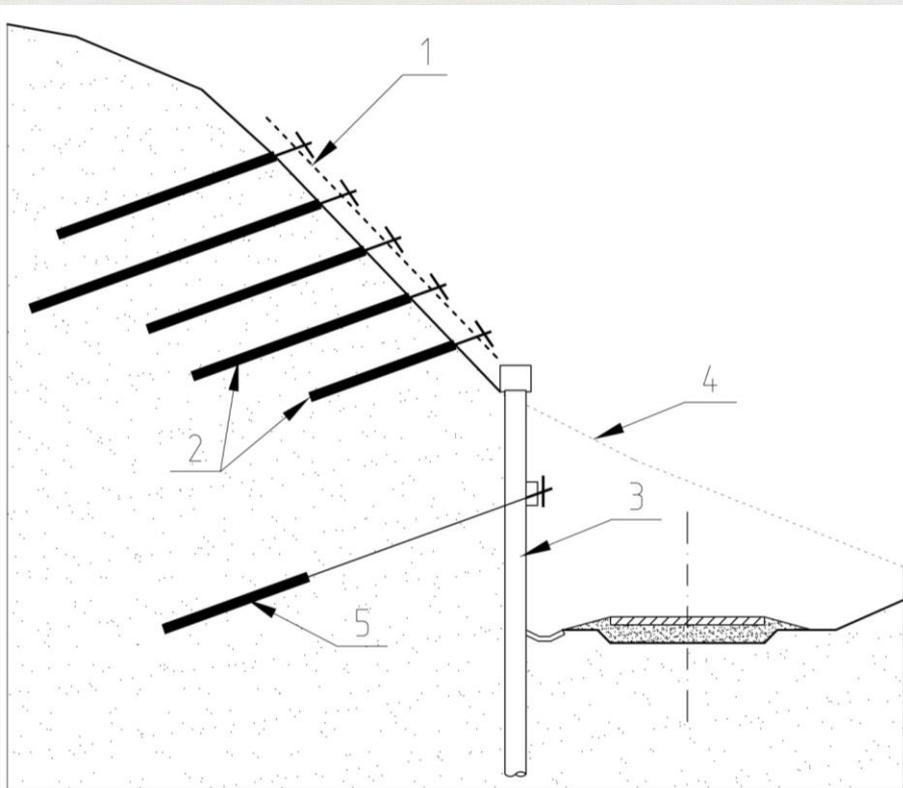


Обозначения:

- 1. – покровная система;
- 2. – грунтовые нагели;
- 3. – уголковая подпорная стена.



Совместно с подпорными стенами



Обозначения:

- 1. – покровная система;
- 2. – грунтовые нагели;
- 3. – свайная подпорная стена;
- 4. – естественный рельеф;
- 5. – грунтовый анкер.



1. Обоснование нормированных значений коэффициентов устойчивости.
2. Построение расчетной модели и проведение серии последовательных расчетов.
3. Определение необходимой несущей способности нагелей по материалу.
4. Определение несущей способности нагелей по грунту.
5. Определение необходимой прочности покровной системы.

$$k_{sf} = \frac{\gamma_n}{\gamma_d} \cdot \psi$$

γ_n – коэффициент надежности по ответственности

п. 5.2.2

СП 116.13330.2012

- 1.25 – уникальные
- 1.20 – повышенный
- 1.15 – нормальный
- 1.11 – пониженный

γ_d – коэффициент условий работы

п. 5.7.2

СП 22.13330.2016

$$0,75 < \gamma_d < 1,00$$

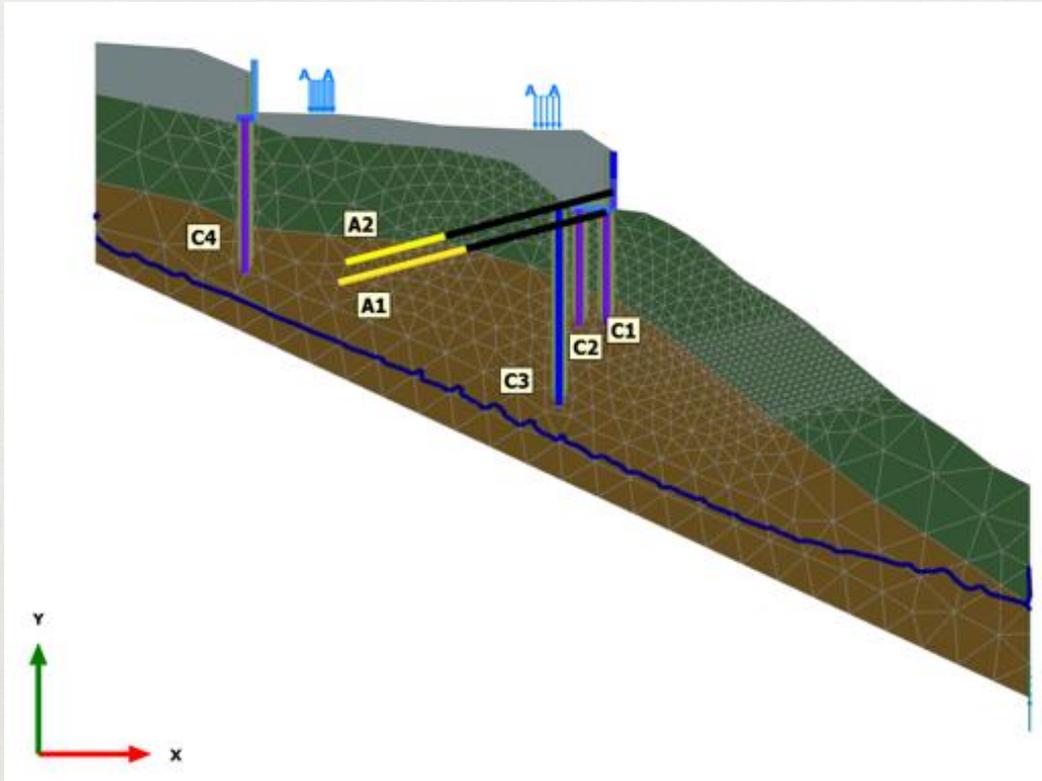
ψ – коэффициент условий работы

п. 5.2.2

СП 116.13330.2012

- 1.0 – основное сочетание
- 0.95 – строительный период
- 0.95 и 0.90 – особое сочетание

Коэффициенты устойчивости определяются для каждого сочетания нагрузок.



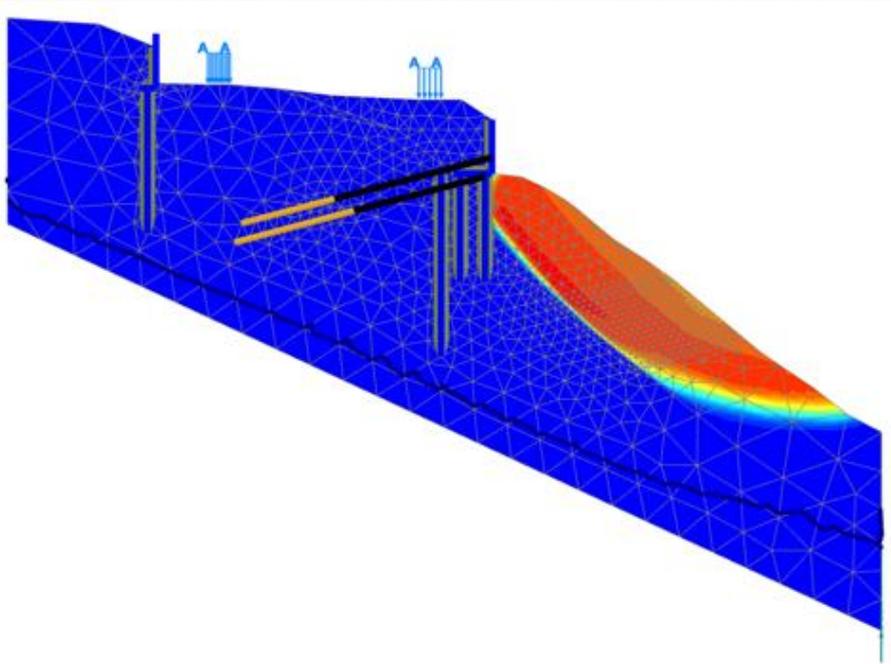
Требования к расчетной схеме:

- следует рассматривать наиболее опасные сечения;
- в схеме отражаются все существующие элементы, влияющие на расчет;
- схема должна иметь размер исключающий влияние краевых эффектов на теоретическую поверхность обрушения.

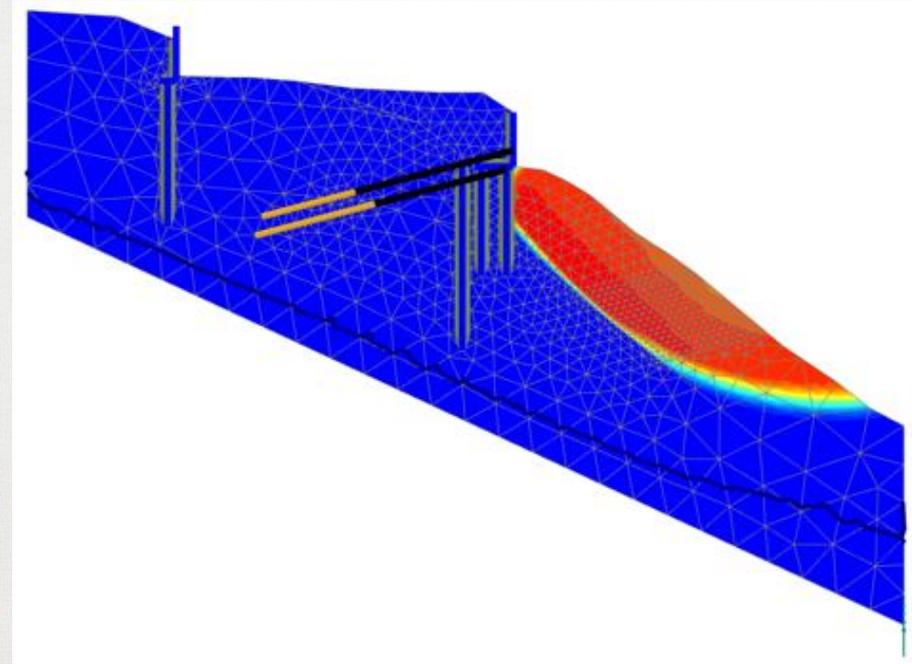
В качестве расчетной модели следует использовать модель Мора или упруго упрочняющуюся модель грунтов.

В современных программных комплексах этот процесс реализован путем понижения прочностных характеристик грунта.

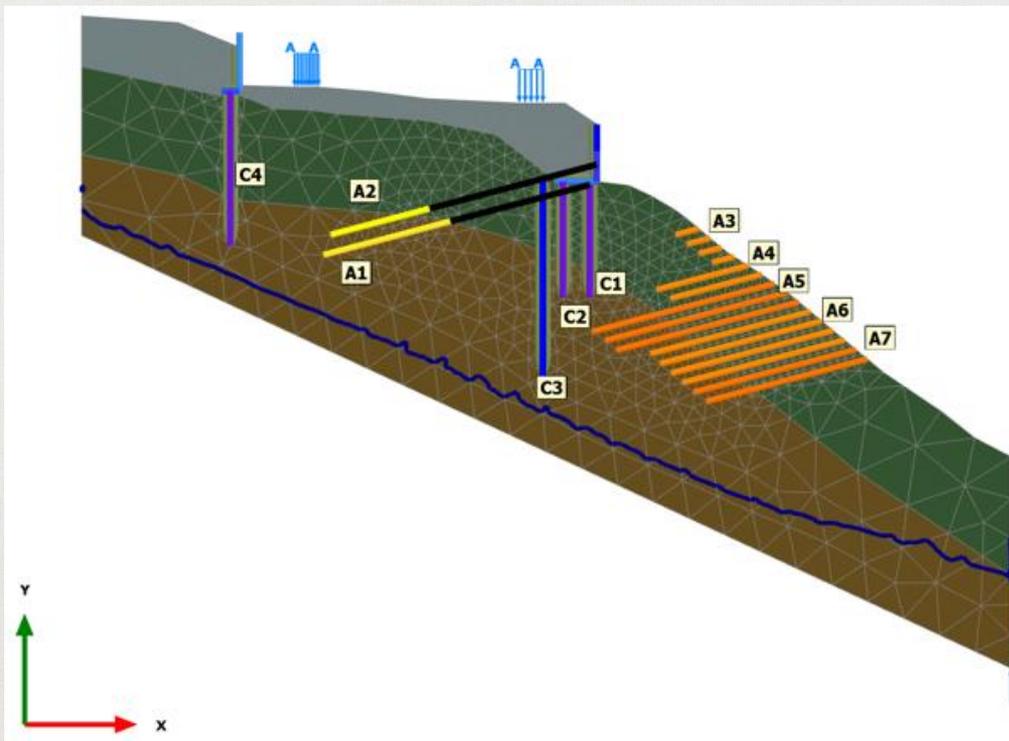
Этот процесс называется Phi-c reduction.



Склон в естественном состоянии.
Статическое нагружение.
 $ksf = 1.163 > 1.15$



Склон в естественном состоянии.
Особое сочетание усилий.
 $ksf = 1.012 < 1.09$

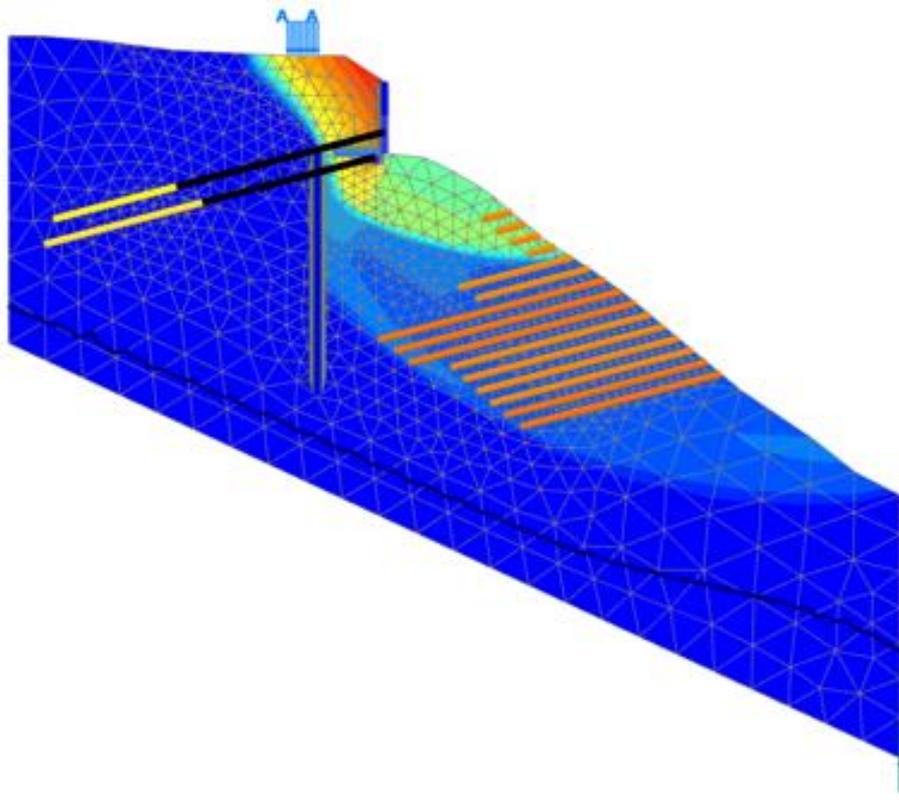


Требования к расчетной схеме:

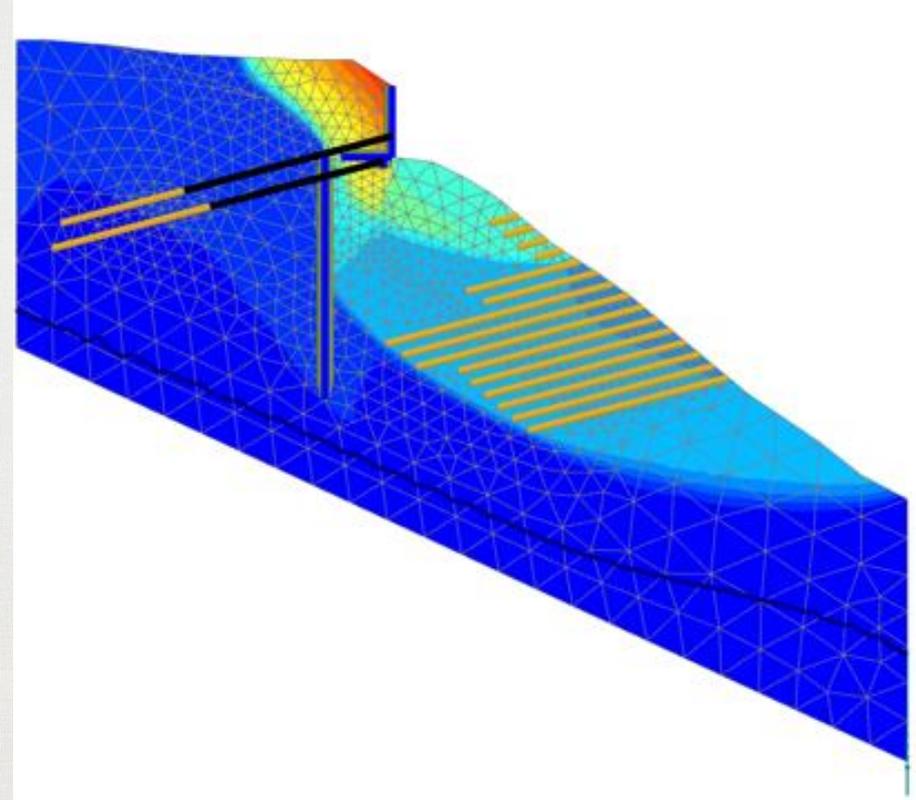
- следует учитывать виды возможных деформаций склона (откоса);
- конструктивные и эксплуатационные особенности смежных объектов и конструкции;
- для исключения недогруженности нагелей возможна их дифференциация по длине.

Достаточность принятых решений определяется по двум параметрам:

- обеспечение запаса устойчивости склона при основном и особом (при наличии) сочетаниях нагрузок;
- обеспечение внутренних напряжений в конструкциях, не превышающих несущую способность элементов.



Склон с учетом усиления.
Статическое нагружение.
 $ksf = 1.264 > 1.15$



Склон с учетом усиления.
Особое сочетание усилий.
 $ksf = 1.127 > 1.09$

Естественное состояние

Сочетание усилий	Кэфф. уст.	Нормируемый коэф. уст.
Основное	1.163	1.15
Особое (сейсмика)	1.012	1.09

С учетом нагельного крепления

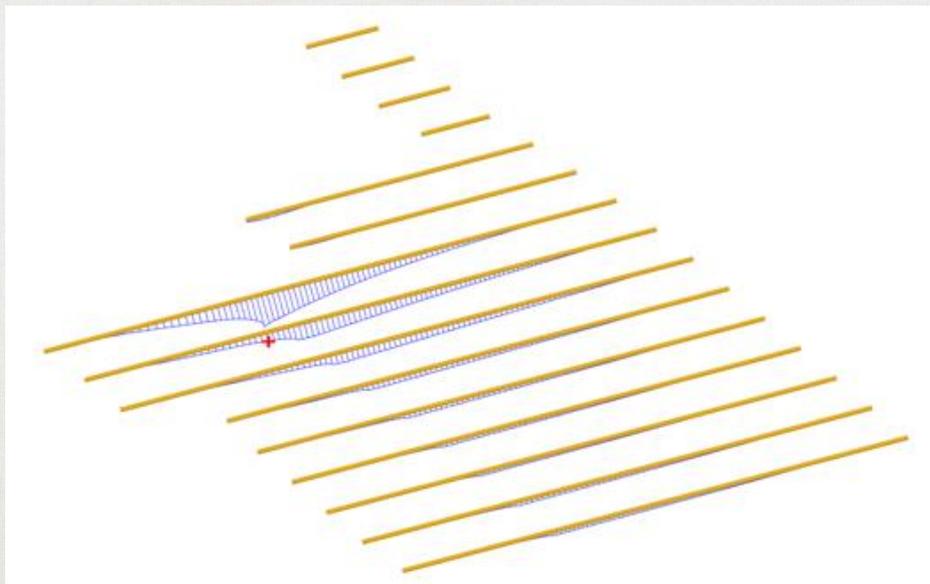
Сочетание усилий	Кэфф. уст.	Нормируемый коэф. уст.
Основное	1.264	1.15
Особое (сейсмика)	1.127	1.09

Из анализа видно, что использование нагельного крепления позволило повысить недостаточную устойчивость естественного склона при сейсмическом воздействии. При этом устойчивость склона при основном сочетании нагрузок – также повысилась.

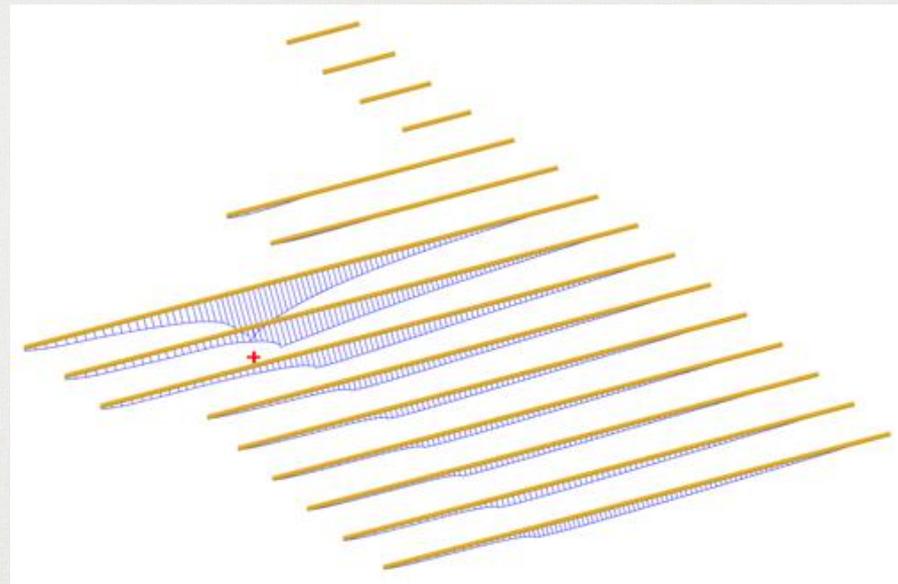


Параметры, определяемые в ходе анализа расчетной модели:

- длина нагелей в каждом ярусе;
- расстояние между ярусами (шаг нагелей по вертикали);
- шаг нагелей в каждом ярусе (по горизонтали);
- типоразмер нагелей;
- угол наклона нагелей к горизонту.



Усилия в грунтовых нагелях.
Статическое нагружение.
 $N_{max} = 132.5 \text{ кН/м}$



Усилия в грунтовых нагелях.
Особое сочетание усилий.
 $N_{max} = 402.0 \text{ кН/м}$

Усилия в грунтовых нагелях приведены с учетом принятого шага нагелей.

Определение несущей способности нагелей по материалу*



ГЕОИЗОЛ
проект

Уточняются параметры:

- шаг нагелей в каждом ярусе;
- типоразмер нагелей.

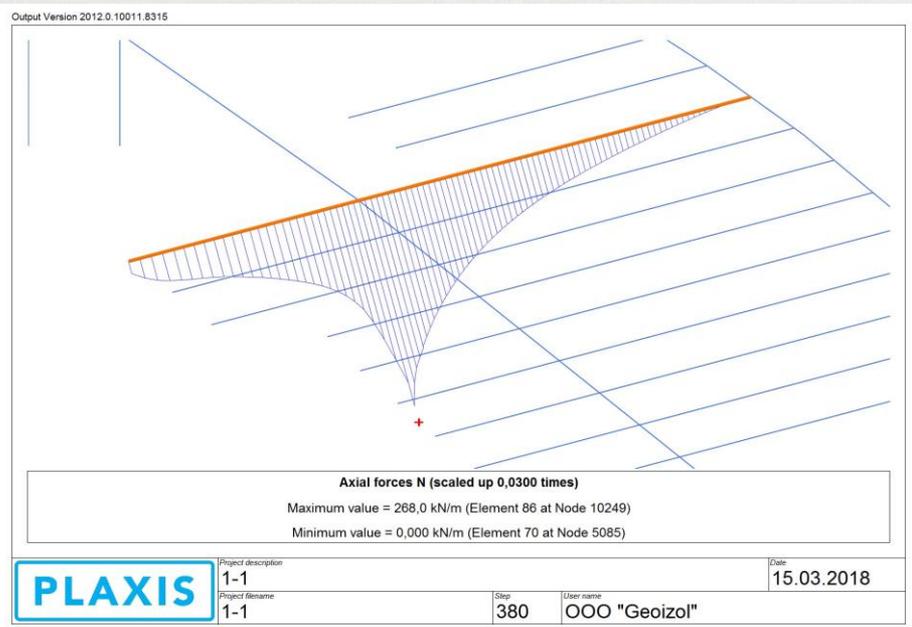


*Как правило, определяется табличными значениями.

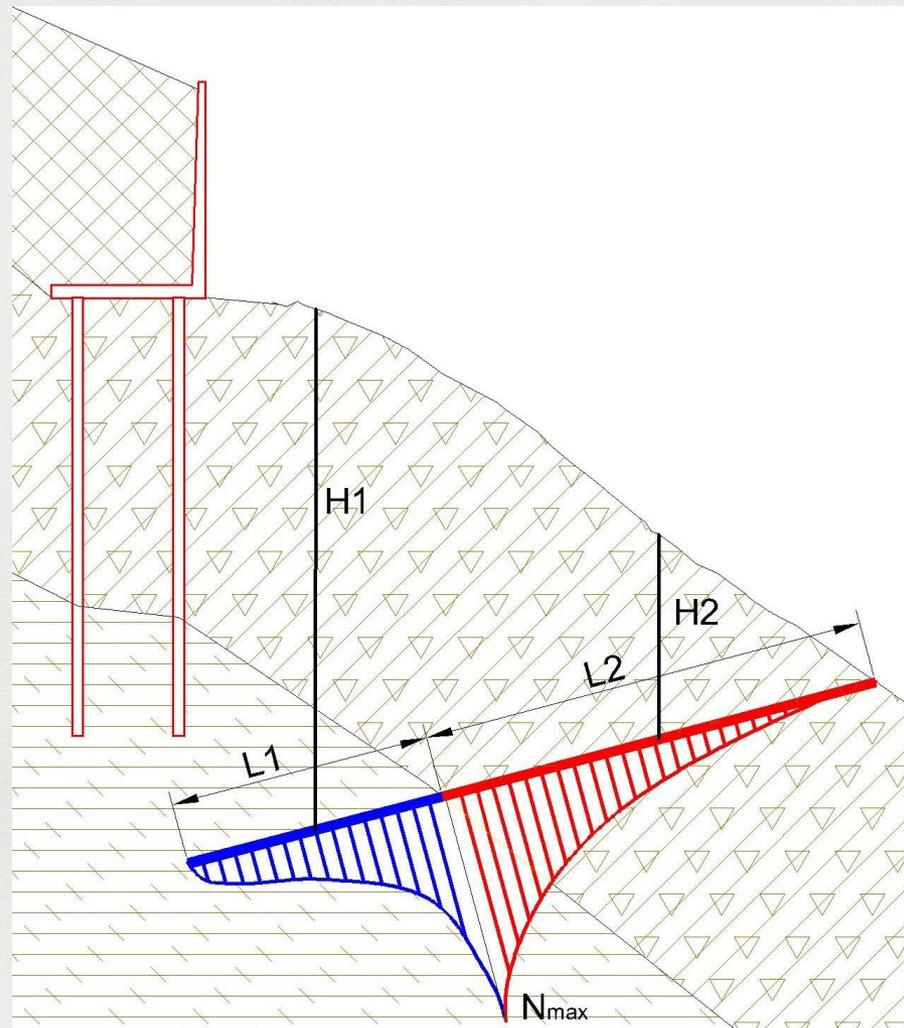
Определение несущей способности нагелей по грунту

Уточняются параметры:

- длина нагелей в каждом ярусе;
- шаг нагелей в каждом ярусе;
- типоразмер нагелей.

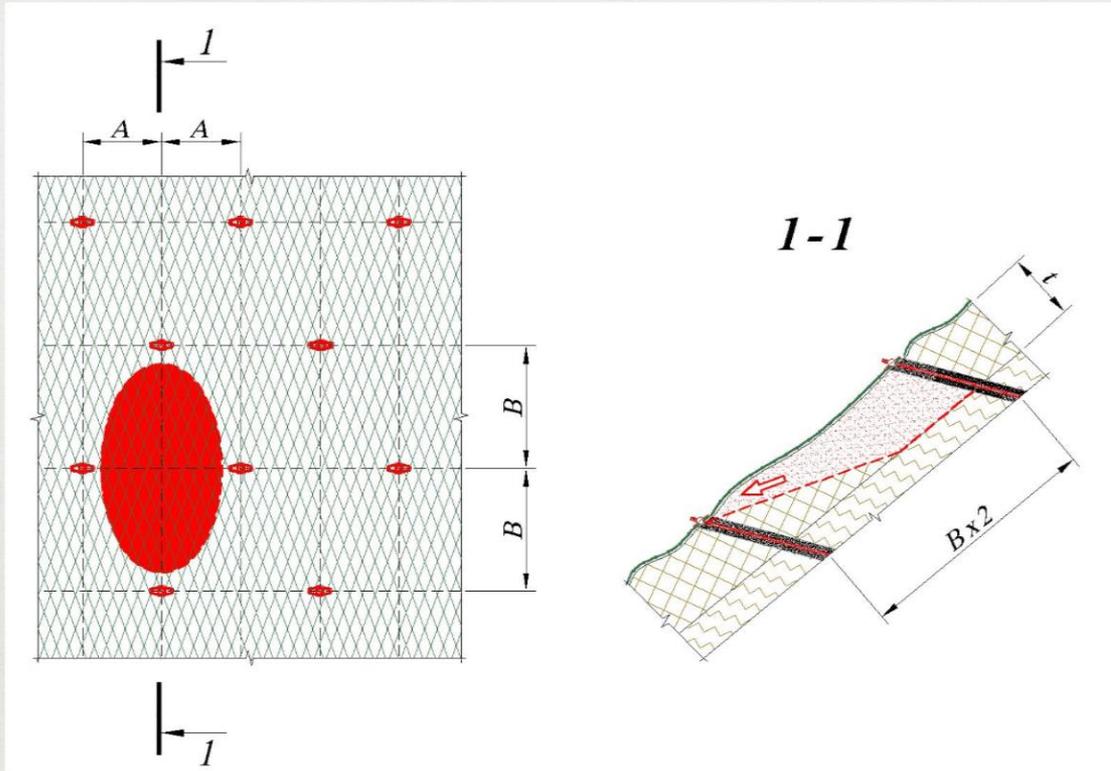


Эпюра усилий в нагеле



Расчетная схема для определения несущей способности нагеля по грунту

Определение необходимой прочности покровной системы

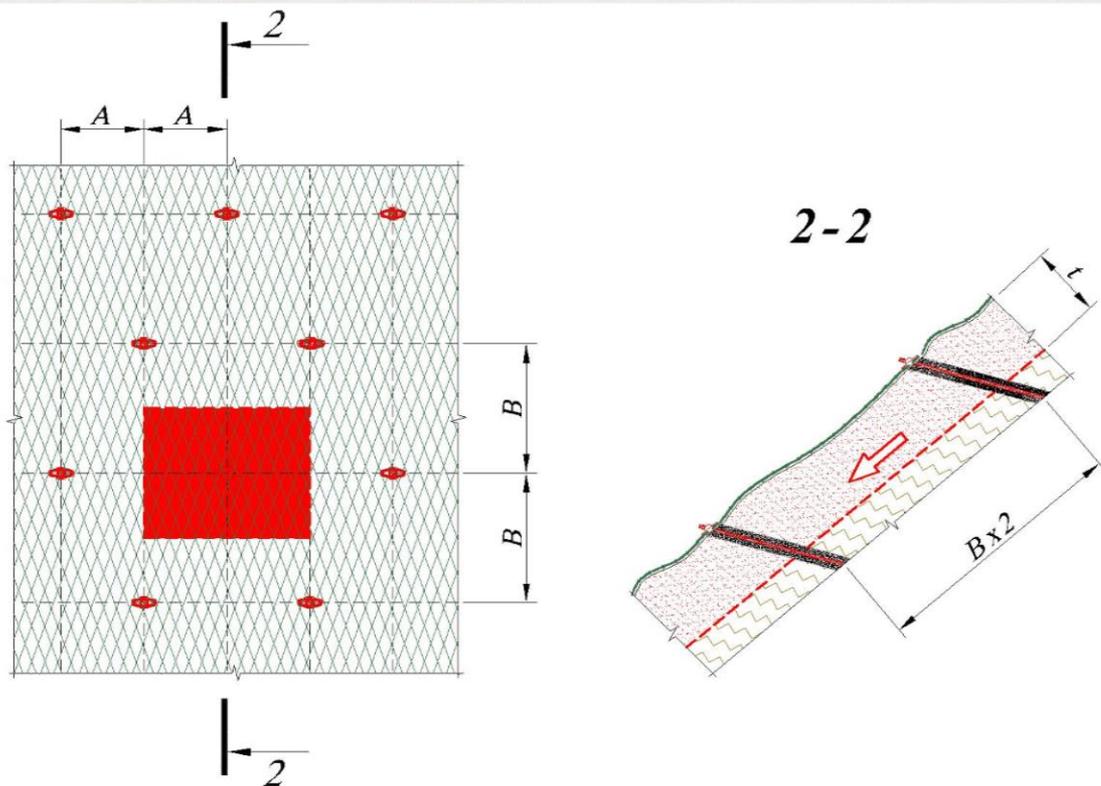


Расчетная схема для оценки локальной устойчивости
в зонах между отдельными нагелями.

**Параметры, определяемые
в ходе расчета:**

- срезающая нагрузка на сеть на краю когтевой пластины;
- растягивающее усилие в нагеле непосредственно над локальным массивом;
- растягивающая нагрузка, возникающая в сети при передачи усилий на нагель.

Определение необходимой прочности покровной системы

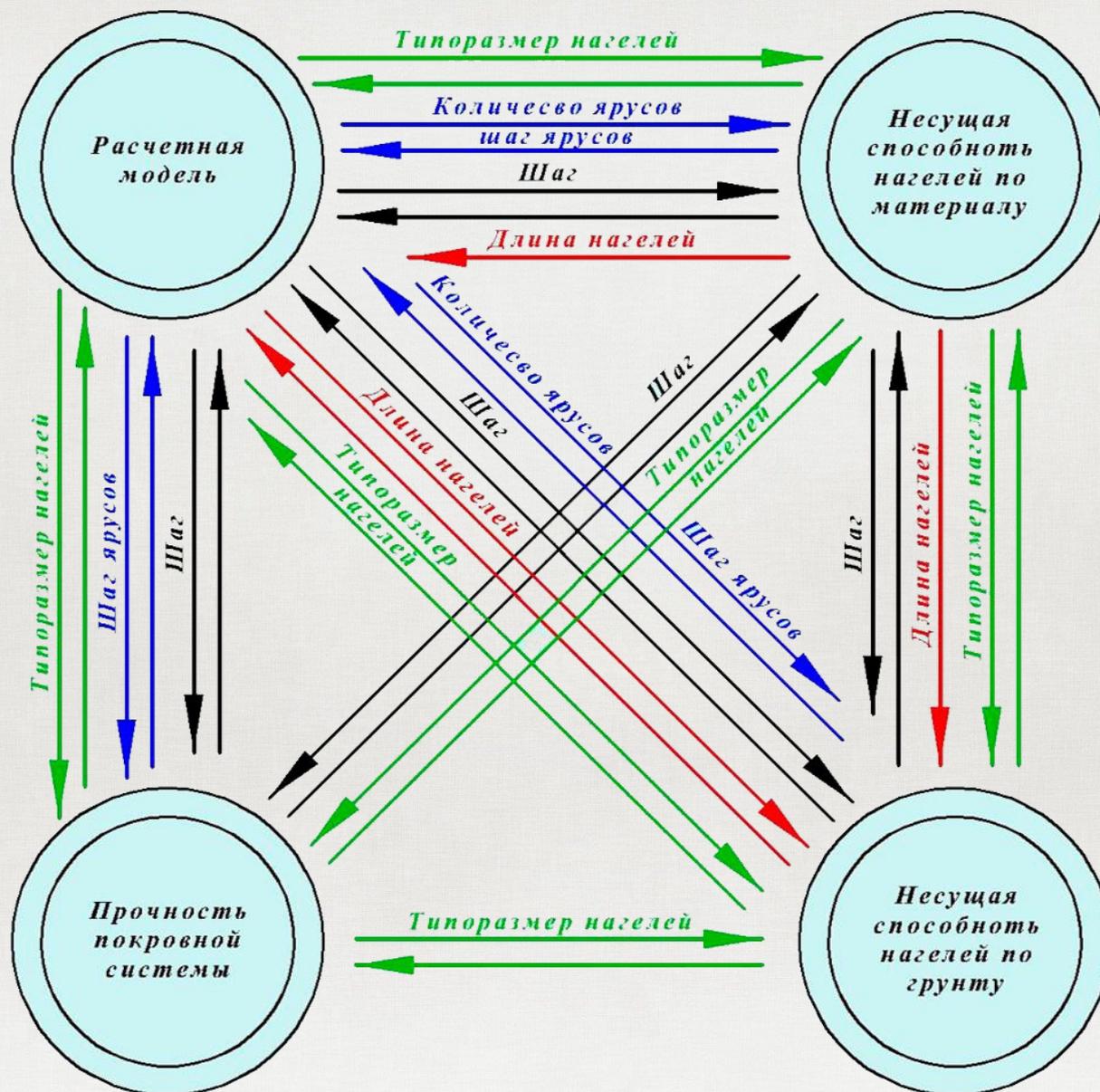


Параметры, определяемые в ходе расчета:

- срезающая нагрузка на нагель;
- растягивающая нагрузка в нагеле от смещения чехлового слоя;
- устойчивость сети к продавливанию.

Расчетная схема для оценки устойчивости нестабильного чехлового слоя от сползания.

Взаимное влияние расчетов



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

