

## Расчет уголковой стены

Программа: Уголковая стена

Файл: Demo\_manual\_02.guz

Это инженерное руководство описывает расчет и проектирование консольной подпорной стенки.

### Постановка задачи

Необходимо запроектировать консольную подпорную стенку высотой 4,0 м и выполнить расчет в соответствии с EN 1997-1 (ЕС 7-1, Подход к проектированию 1). Рельеф за сооружением горизонтальный. Уровень грунтовых вод залегает на глубине 2,0 м от поверхности. За стенкой приложена полосовая пригрузка длиной 5,0 м и интенсивностью 10 кН/м<sup>2</sup>. Основание сложено пылеватым песком (MS), допустимая несущая способность ( $R_o$ ) 175 кПа. Грунт за стенкой представлен песком с включениями пылеватых частиц (S-F). Консольная подпорная стенка будет изготовлена из армированного бетона класса С 20/25.

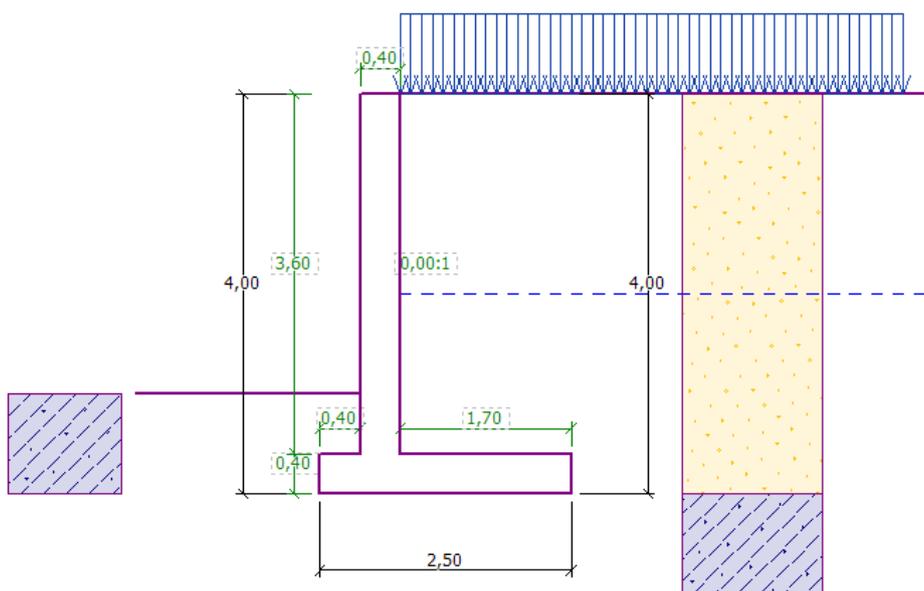


Схема консольной подпорной стенки - Постановка задачи

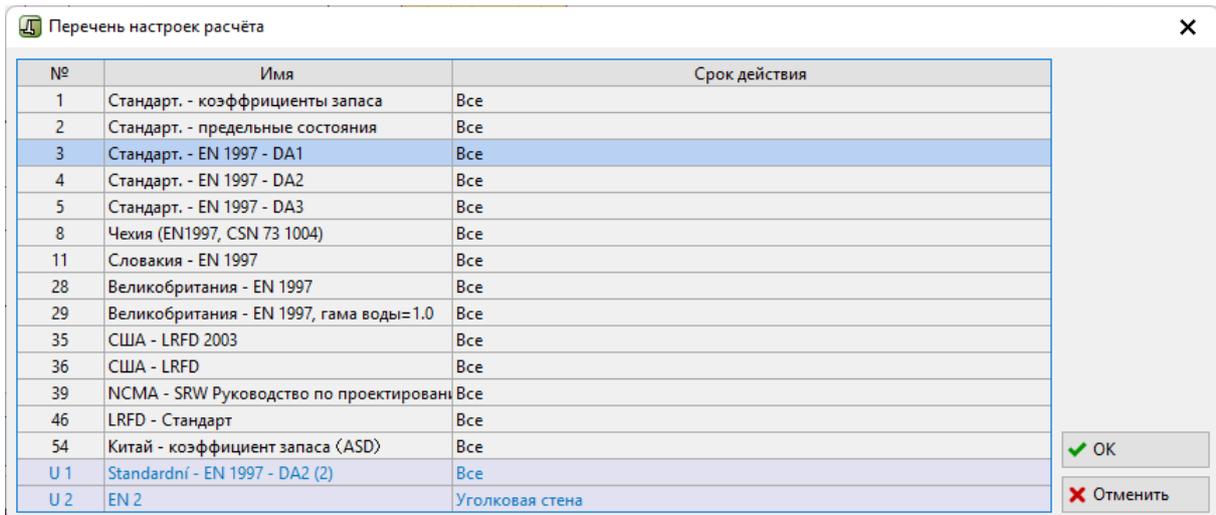
Механические параметры грунта принимаются следующими:

Грунт	Мощность [m]	Удельный вес $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Угол внутреннего трения $\varphi_{ef}$ [°]	Удельное сцепление $c_{ef}$ [kPa]	Угол внутреннего трения на контакте сооружения с грунтом $\delta =$ [°]	Удельный вес при полном водонасыщении $\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
S-F	0,0 – 4,0	17,5	28,0	0,0	18,5	18,0
MS	от 4,0	18,0	26,5	5,0	17,5	18,5

### Решение

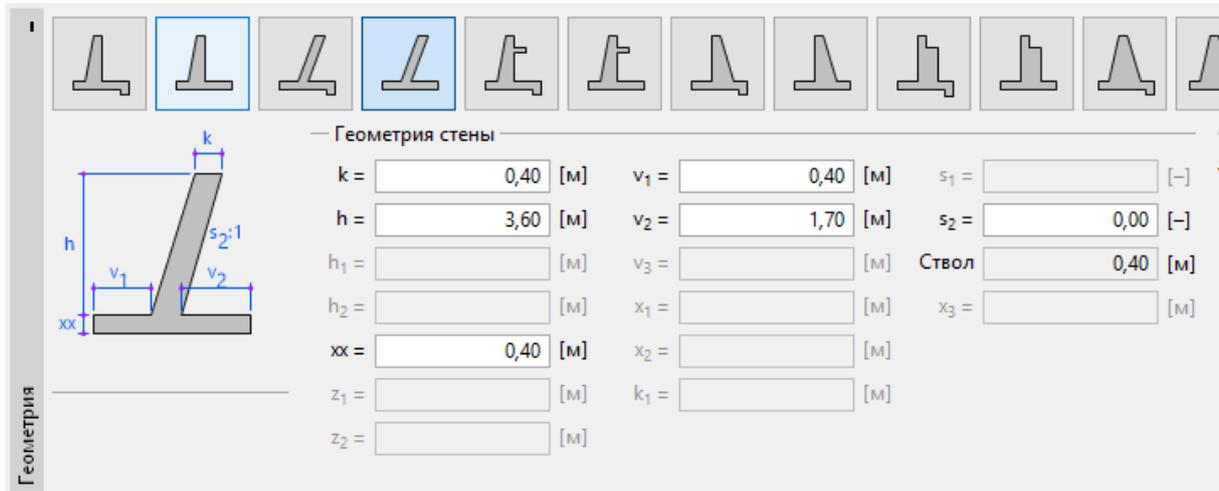
Для решения задачи используется программа GEO5 «Угловая стена». Дальнейшее решение объясняется пошагово.

Вначале во вкладке «Настройка» необходимо нажать кнопку «Выбрать настройки» и выбрать требуемые настройки расчета (EN 1997 - DA1).



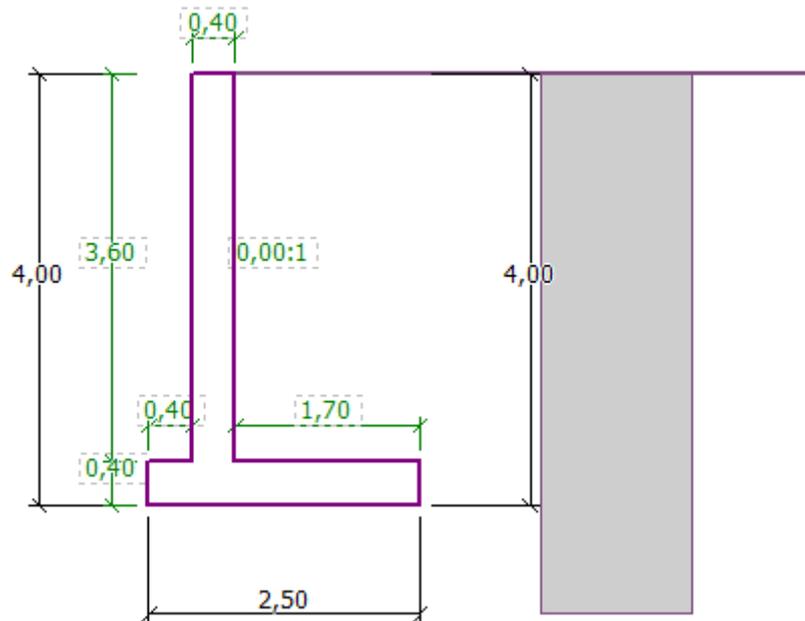
Диалоговое окно «Выбрать настройки»

Во вкладке «Геометрия» следует выбрать 4-ую форму и ввести размеры в соответствии с рисунком.



Вкладка «Геометрия»

Конструкция теперь выглядит следующим образом:



Вкладка «Геометрия» - схема консольной подпорной стенки

Во вкладке «Материал» необходимо выбрать материал для конструкции. Стенка имеет удельный вес  $\gamma = 25 \text{ кН/м}^3$  и изготовлена из бетона класса С 20/25 со стальной арматурой класса В500В.

Удельный вес стены :  $\gamma =$   [кН/м<sup>3</sup>]

— Бетон — Продольное армирование —

<p><b>C 20/25</b></p> <p><math>f_{ck} = 20,00 \text{ МПа}</math></p> <p><math>f_{ctm} = 2,20 \text{ МПа}</math></p> <p><math>E_{cm} = 30000,00 \text{ МПа}</math></p>	<p><b>B500B</b></p> <p><math>f_{yk} = 500,00 \text{ МПа}</math></p>
---	---

Материал

*Вкладка «Материал» - ввод параметров материала конструкции*

Во вкладке «Профиль» задается граница между слоями грунта на глубине 4 м с помощью кнопки «Добавить».

Номер	Толщина слоя t [м]	Глубина z [м]
1	-	0,00 .. ∞

— Информация о положении —

Отметка поверхности :  [м]

Создать границу контура

Глубина границ контура :  $z =$   [м]

Толщина слоя :  $t =$   [м]

Геологическая колонка

*Вкладка «Профиль»*

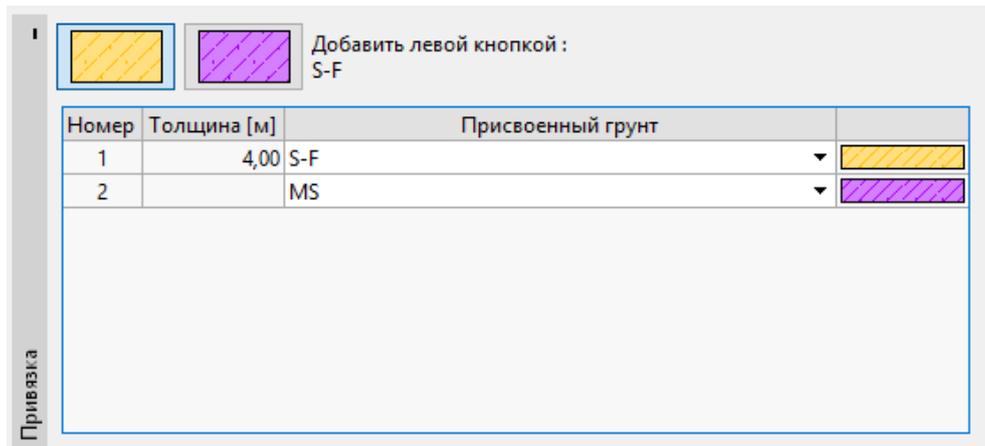
Далее следует перейти во вкладку «Грунты». Здесь вводятся параметры грунтов, как показано на рисунках ниже, путем нажатия кнопки «Добавить». Сначала добавляется слой грунта S-F, залегающий за стеной. Далее добавляется слой MS, слагающий основание.

Диалоговое окно «Добавление новых грунтов» - добавление грунта S-F

Диалоговое окно «Добавление новых грунтов» - добавление грунта MS

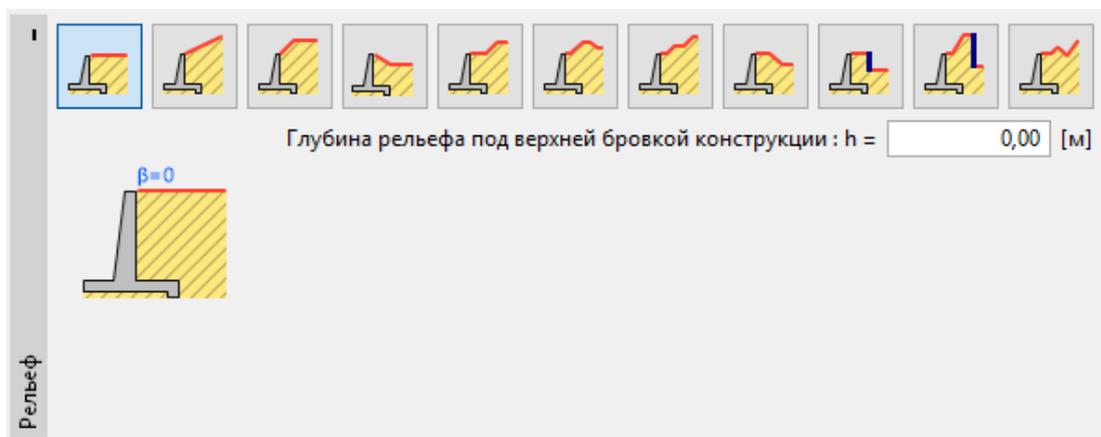
Примечание: величина активного давления так же зависит от трения между конструкцией и грунтом. Угол трения зависит от материала сооружения и угла внутреннего трения грунта - обычно принимается в диапазоне  $\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot \varphi_{ef}$ .

Грунты присваиваются геологическим слоям во вкладке «Привязка».



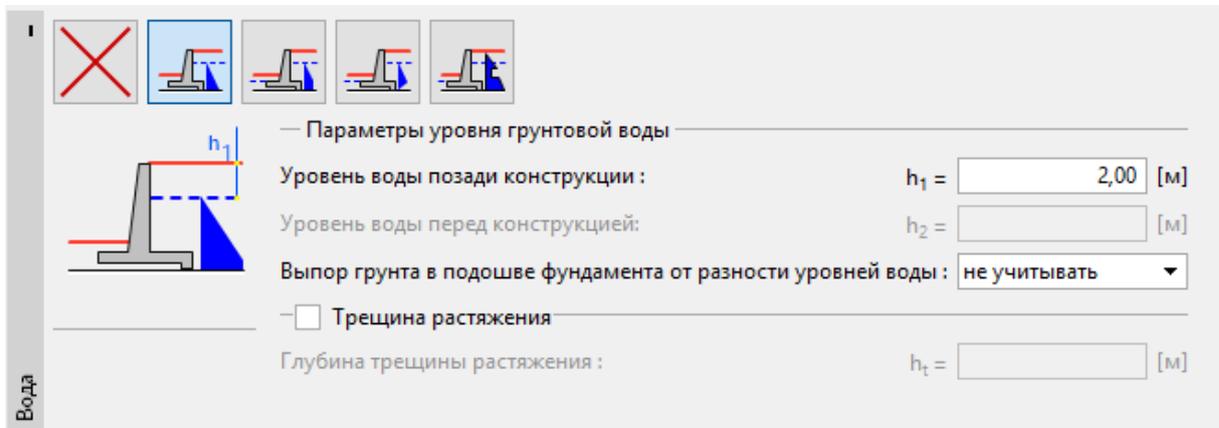
Вкладка «Привязка»

Во вкладке «Рельеф» необходимо выбрать горизонтальную форму рельефа.



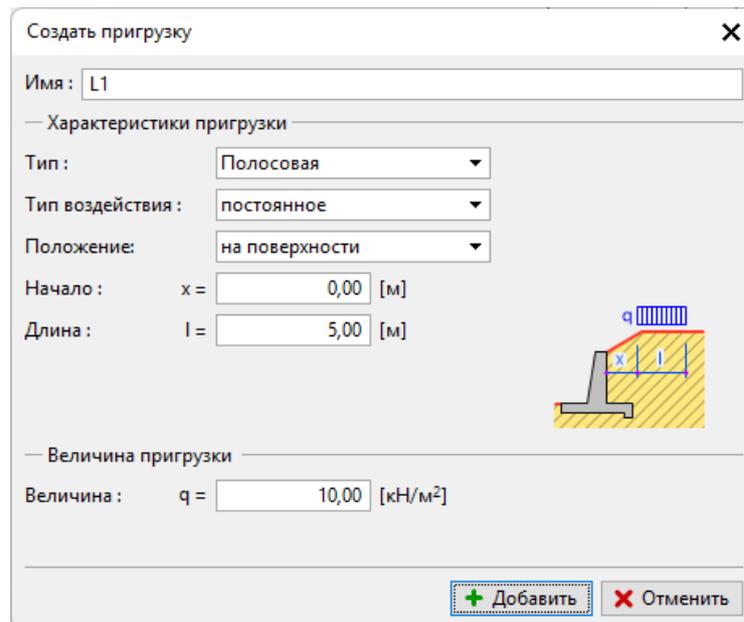
Вкладка «Рельеф»

Уровень грунтовых вод залегает на глубине 2,0 м. Следовательно, во вкладке «Вода» необходимо выбрать параметры грунтовых вод, как показано на рисунке ниже.



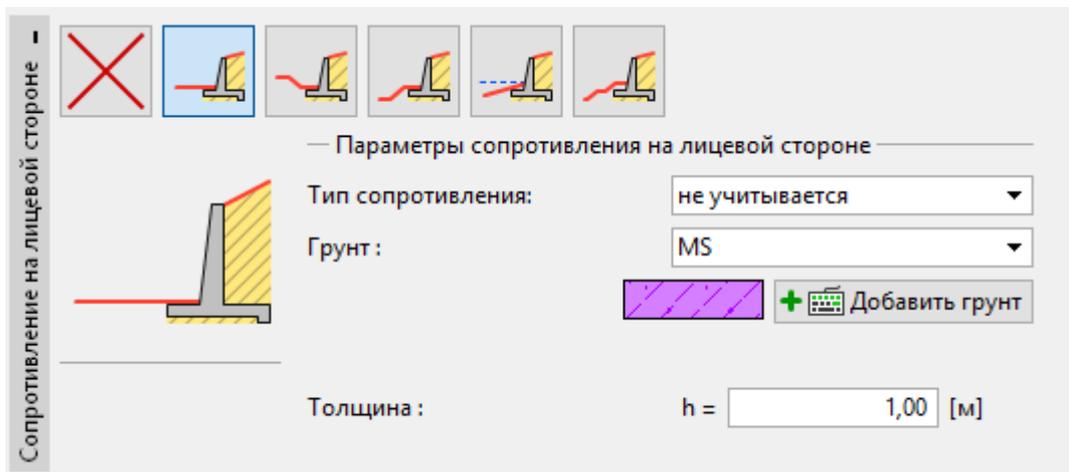
Вкладка «Вода»

Далее переходим во вкладку «Пригрузка». Здесь необходимо выбрать постоянную полосовую пригрузку интенсивностью 10 кН/м<sup>3</sup>, статически действующую на грунт за стенкой.



Диалоговое окно «Создать пригрузку»

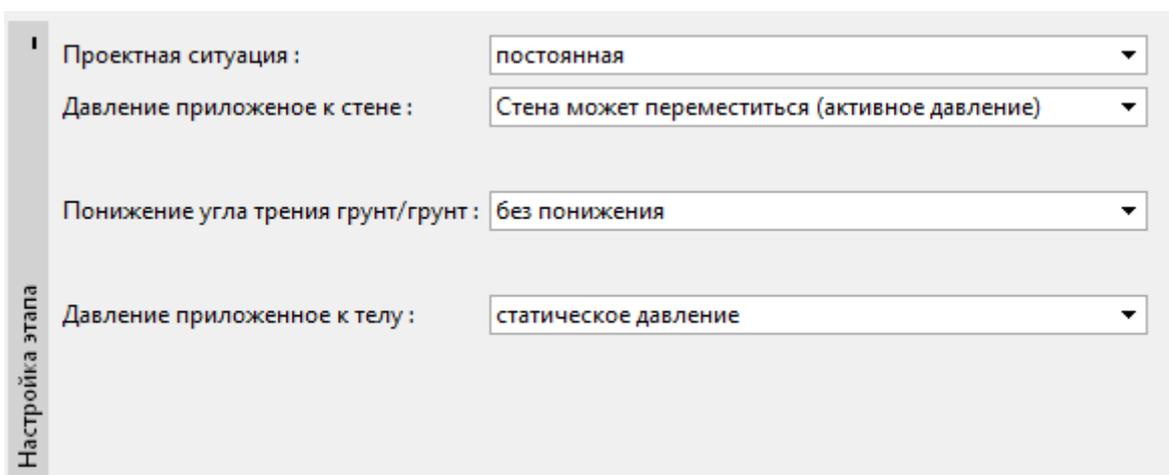
Во вкладке «Сопротивление на лицевой стороне» необходимо выбрать форму рельефа перед стенкой и определить прочие параметры сопротивления на лицевой стороне.



Вкладка «Сопротивление на лицевой стороне»

*Примечание: в этом случае не рассматривается сопротивление на лицевой поверхности, в связи с чем результат расчета будет иметь запас. Сопротивление на лицевой поверхности зависит от качества грунта и допустимого перемещения конструкции. Можно рассматривать давление покоя для ненарушенного грунта или хорошо уплотненного грунта. Пассивное давление может учитываться только при допустимых перемещениях конструкции. (более подробная информация представлена в Справке - F1)*

Далее во вкладке «Настройка этапа» необходимо выбрать расчетный случай (проектную ситуацию). В этом случае рассматриваются постоянные нагрузки. Так же следует выбрать давление, действующее на стенку. В этом случае следует выбрать активное давление, так как допускаются перемещения стенки.



Вкладка «Настройка этапа»



## Результаты расчета:

Условие сопротивления скольжению не удовлетворяется. Конструкция работает следующим образом:

### Проверка на опрокидывание

Удерживающий момент  $M_{res} = 209,03$  кНм/м

Опрокидывающий момент  $M_{Ovr} = 109,75$  кНм/м

Стена на опрокидывание **ПОДХОДИТ**

### Проверка на перемещение

Горизонтальная сила удерживающая  $H_{res} = 68,37$  кН/м

Горизонтальная сила сдвигающая  $H_{act} = 81,83$  кН/м

Стена на перемещение **НЕ ПОДХОДИТ**

Общая проверка - **СТЕНА НЕ ПОДХОДИТ**

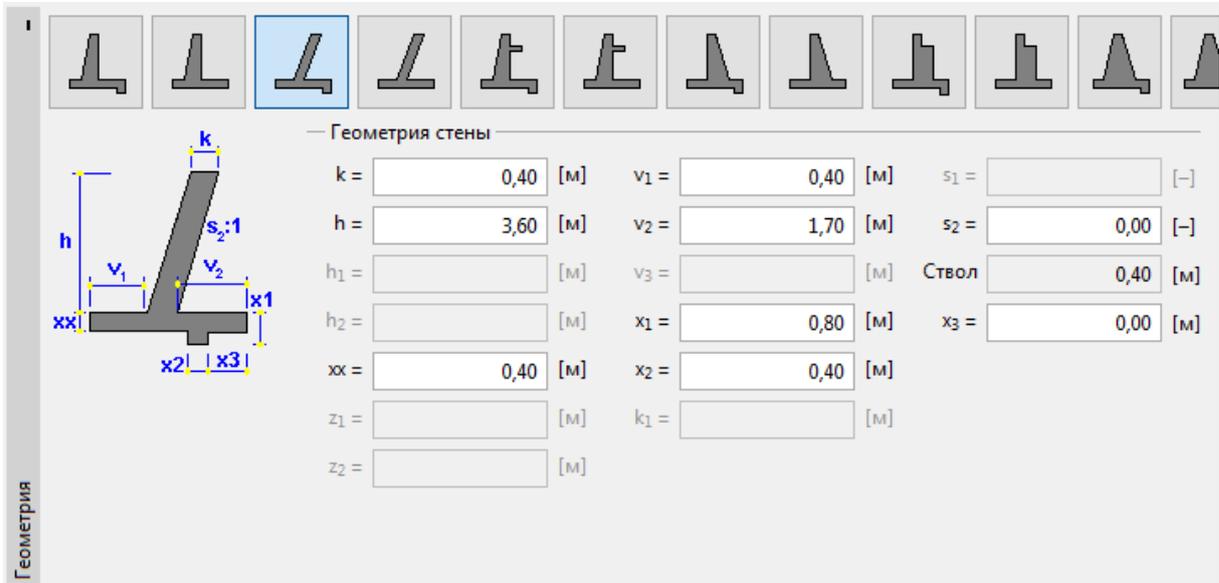
Имеется несколько возможностей оптимизации проектного решения, например:

- Использовать грунт с лучшими параметрами за стенкой;
- Выполнить анкеровку опоры стенки;
- Увеличить трение путем задания наклона подошвы опоры;
- Выполнить анкеровку вертикального элемента.

Эти изменения ведут к экономическим и технологическим осложнениям, вместо чего можно использовать более простое решение. Наиболее эффективным способом решения будет изменение формы стенки и добавление упорного зуба.

## Изменение расчетной схемы: изменение формы и геометрии стенки

Необходимо вернуться во вкладку «Геометрия» и изменить форму консольной подпорной стенки. Для увеличения сопротивления скольжению добавляется упорный зуб. Следует изменить форму стенки и значения  $x_1$  и  $x_2$  как показано на рисунке.

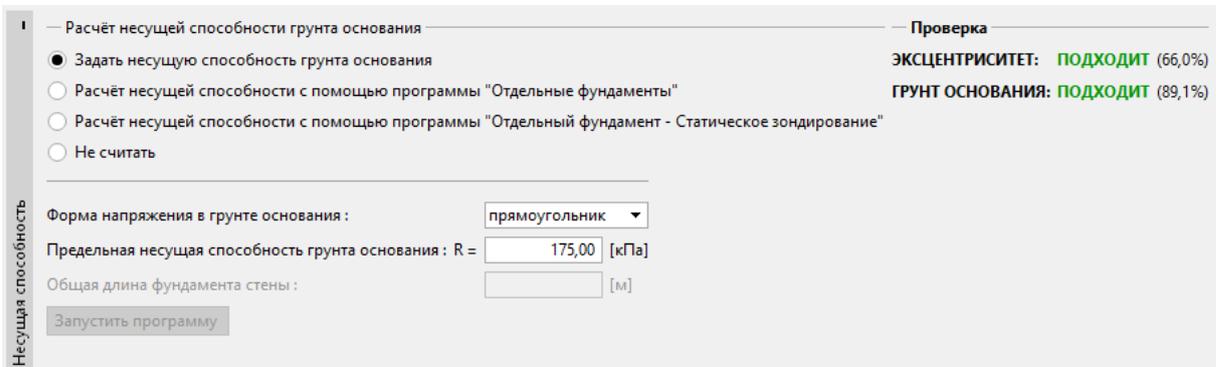


Вкладка «Геометрия» (изменение размеров консольной подпорной стенки)

Примечание: упорный зуб обычно рассчитывается как наклонная подошва опоры. Если работа упорного зуба учитывается как сопротивление лицевой поверхности, программа рассчитывает поверхность подошвы как горизонтальную, но сопротивление по лицевой поверхности рассчитывается на глубину до нижней точки зуба (более подробная информация представлена в Справке - F1).



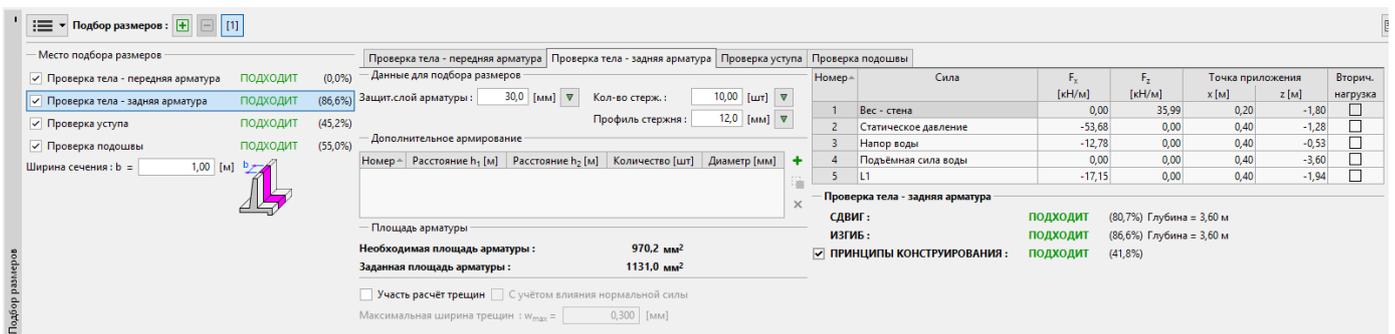
Далее во вкладке «Несущая способность» выполняется расчет для несущей способности грунта основания - 175 кПа.



### Вкладка «Несущая способность»

*Примечание: в этом случае несущая способность грунта основания рассматривалась в качестве входного параметра, который может быть получен из результатов инженерно-геологических изысканий, либо нормативных документов. Эти значения обычно обеспечивают значительный запас, поэтому предпочтительнее рассчитывать несущую способность грунта основания в программе «Отдельный фундамент», которая учитывает наклон нагрузки, глубину фундамента и так далее.*

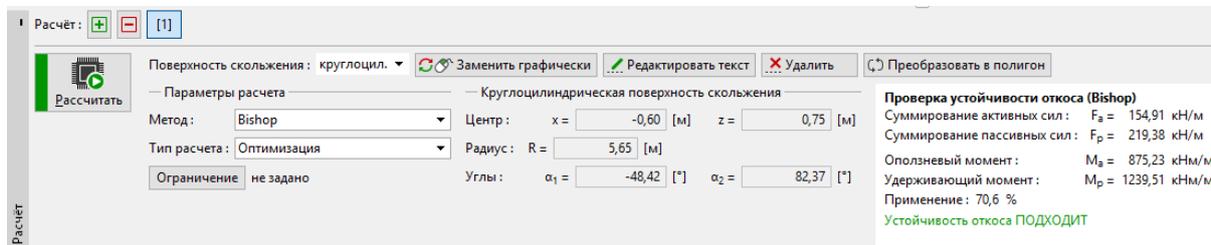
Далее во вкладке «Подбор размеров» выполняется проверка вертикального элемента конструкции (стенки). В качестве основного армирования принимается 10 стержней  $\varnothing$  12 мм, что удовлетворяет принципам проектирования.



### Вкладка «Подбор размеров»

Далее следует перейти во вкладку «Устойчивость», где оценивается общая устойчивость стенки. Это приведет к открытию программы «Устойчивость откоса», где необходимо перейти во вкладку «Расчет». В данном случае используется метод Бишоп, который дает достаточно

консервативные результаты. Необходимо выполнить расчет с **оптимизацией круглоцилиндрической поверхности скольжения**, нажать кнопку «Расчет» для выполнения расчета и после его завершения выйти из программы выбором пункта меню «Файл/ Передать данные и выйти». Результаты будут импортированы в отчет программы «Угловая стена».



*Программа «Устойчивость откоса» - вкладка «Расчет»*

## Выводы:

Результат расчета:

Опрокидывание: 49,4 %	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО
Скольжение: 64,9 %	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО
Несущая способность: 80,2 %	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО
Армирование стенки: 85,4 %	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО
Общая устойчивость: 39,4 %	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО

Данная консольная подпорная стенка **УДОВЛЕТВОРЯЕТ** требованиям.