

Проверка устойчивости гравитационной стены

Программа: Гравитационная стена

Файл: Demo_manual_03.gtz

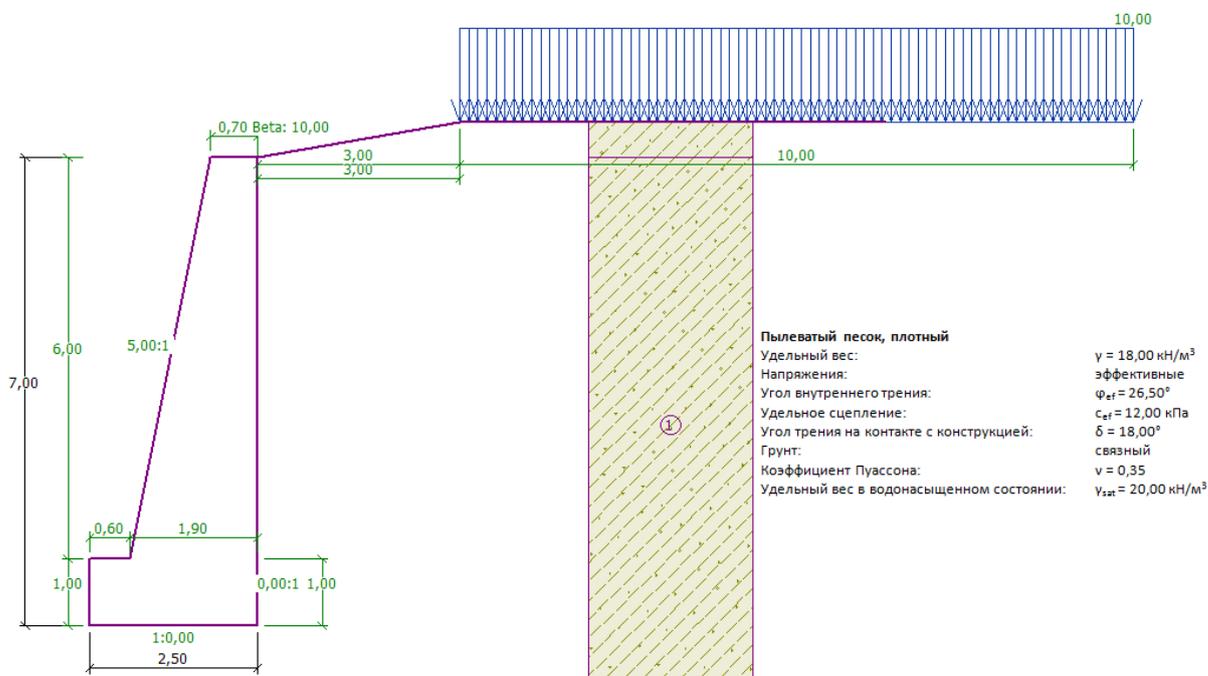
В данном разделе описан расчет ранее построенной гравитационной стены для расчетных случаев постоянного и случайного воздействия. Также оценивается степень использования конструкции.

Постановка задачи

На основании EN 1997-1 (EC 7-1, DA2) необходимо проверить ранее построенную гравитационную подпорную стену на устойчивость, опрокидывание и скольжение по подошве.

Дорожное движение передает на стену нагрузку интенсивностью 10 кПа. Необходимо проверить возможность установки ограждения на верхней части стены. Случайное воздействие при автомобильной аварии оценивается в 50 кН/м и действует горизонтально на высоте 1,0 м выше стены. Размеры и форма бетонной стены показаны на рисунке ниже. Наклон рельефа за сооружением $\beta = 10^\circ$, основание сложено пылеватым песком. Угол трения между грунтом и конструкций составляет $\delta = 18^\circ$.

В рамках данной задачи не рассматривается несущая способность и подбор размеров стены. В расчете рассматриваются эффективные значения параметров грунта.



Расчетная схема гравитационной подпорной стены - постановка задачи

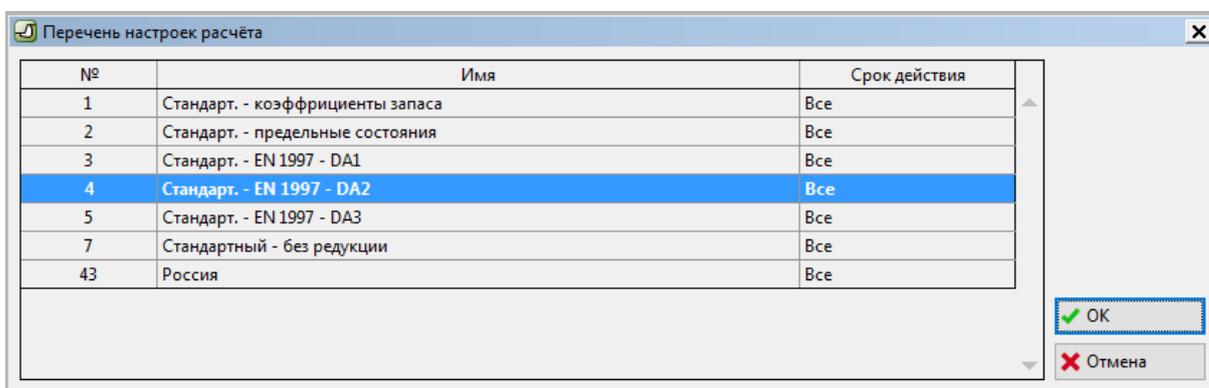
Решение:

Для решения данной задачи используется программа GEO5 "Гравитационная стена". Далее в тексте описан расчет этого примера за два этапа проектирования.

- 1й этап проектирования - расчет ранее возведенной стены на воздействие от дорожного движения.
- 2й этап проектирования - расчет воздействия от удара транспортного средства об ограждение в верхней части стены.

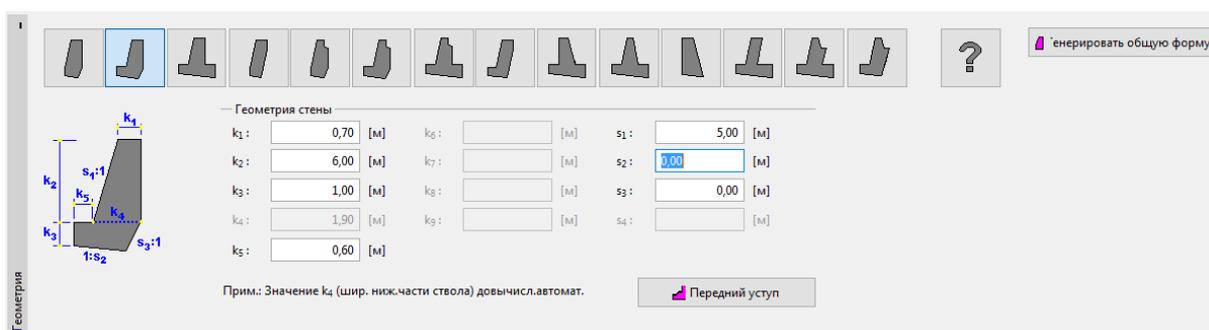
Этап 1

Во вкладке "Настройка" следует нажать кнопку "Выбрать настройку" и выбрать №4 - "Standard – EN 1997 – DA2".



Диалоговое окно "Перечень настроек расчета"

Далее необходимо перейти во вкладку "Геометрия" и выбрать форму гравитационной стены, а также задать ее параметры, как показано на рисунке ниже.



Вкладка "Геометрия"

Следующим шагом вводятся параметры материала для стены и данные инженерно-геологического разреза. Следует перейти во вкладку "Материал" и установить удельный вес стены $\gamma = 24 \text{ кН/м}^3$. Стена изготовлена из бетона класса С 12/15 и стальной арматуры класса В500. Нужный класс бетона устанавливается нажатием кнопки "Каталог".

Добавление новых грунтов

Идентификация

Имя: MS - Супесь, плотного сложения

Базовые данные

Удельный вес: $\gamma = 18,00$ [кН/м³]

Напряжённое состояние: эффективное

Угол внутреннего трения: $\varphi_{ef} = 26,50$ [°]

Удельное сцепление грунта: $c_{ef} = 12,00$ [кПа]

Угол трения конструкция-грунт: $\delta = 18,00$ [°]

Статическое давление

Грунт: связный

коэффициент Пуассона: $\nu = 0,35$ [-]

Подъёмная сила

Расчёт подъёмной силы: стандартный

Удельный вес водонасыщенного грунта: $\gamma_{sat} = 20,00$ [кН/м³]

Отображение

Категория узоров: GEO

Поиск:

Подкатегория: Грунты (1 - 16)

Штриховка: 2 Грубopесчаный суглинок

Цвет штриховки:

Фон: автоматический

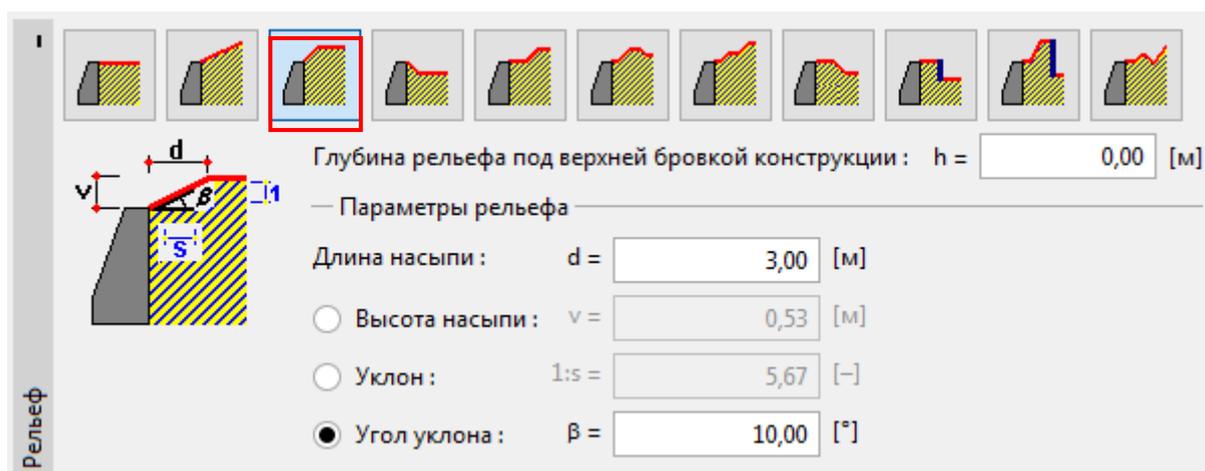
Насыщенность <10 - 90>: 50 [%]

Определить Стереть Добавить Отмена

Диалоговое окно "Добавление новых грунтов"

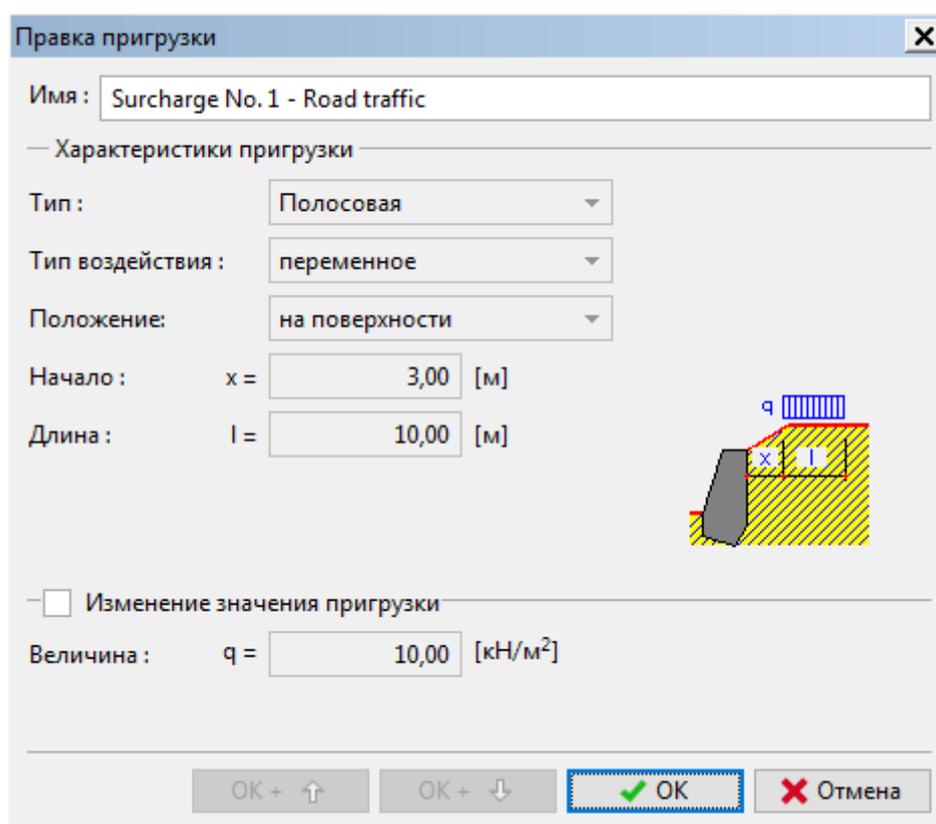
Примечание: величина активного давления зависит также от трения между грунтом и конструкцией с углом $\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot \varphi_{ef}$. В данном примере при расчете давления грунта рассматривается величина трения между грунтом и конструкцией, равная $\frac{2}{3} \cdot \varphi_{ef}$ ($\delta=18^\circ$). (Более подробная информация представлена в Справке – F1).

Во вкладке "Рельеф" необходимо выбрать форму рельефа за стеной. Параметры рельефа задаются в виде длины откоса и угла заложения так, как показано ниже.



Вкладка "Рельеф"

В следующей вкладке определяется величина "Пригрузки". Пригрузка от дорожного движения вводится в виде полосовой нагрузки, приложенной к поверхности грунта и относящейся к "переменным".

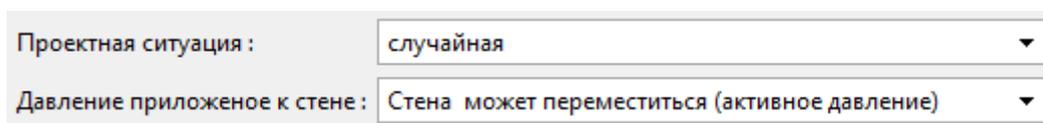


Диалоговое окно "Новая пригрузка"

В связи с тем, что с лицевой поверхности стены рельеф горизонтальный, вкладка "Сопротивление на лицевой стороне" пропускается.

Примечание: в данном примере не рассматривается сопротивление грунта на лицевой поверхности стены, поэтому результаты расчета будут иметь достаточно большой запас. Сопротивление на лицевой стороне зависит от качества грунта и допустимости перемещений конструкции. Для природного грунта или хорошо уплотненной засыпки рассматривается давление грунта в покое. Пассивное давление можно учитывать только в случае, если допускаются перемещения конструкции. (Более подробная информация представлена в Справке – F1).

Во вкладке "Настройка этапа" необходимо выбрать расчетный случай. Для первого этапа проектирования рассматривается случай постоянных нагрузок.



Вкладка "Настройка этапа"

Далее следует перейти во вкладку "Проверка" и проверить устойчивость стенки на опрокидывание и скольжение по подошве.

№ силы	Сила	F_x [кН/м]	F_z [кН/м]	Точка приложения x [м]	Точка приложения z [м]	Вторич. нагрузка
1	Тяж.- стена	0,00	247,20	1,67	-2,80	
2	Активное давление	-84,17	27,35	2,50	-1,73	
3	Surcharge No. 1 - Road traffic	-16,36	6,05	2,50	-2,72	

Проверка
ОПРОКИДЫВАНИЕ: ПОДХОДИТ (70,0%)
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ: ПОДХОДИТ (90,6%)

Вкладка "Проверка" - этап проектирования 1

Примечание: нажатием кнопки "Подробно" в правой стороне экрана открывается диалоговое окно с подробной информацией о результатах расчета.

Вычисленные силы, действующие на конструкцию							
Имя	F_{Hor} [кН/м]	Точка приложения z [м]	F_{vert} [кН/м]	Точка приложения x [м]	Коэффициент опрокидывающая	Коэффициент сдвигающая	Коэффициент напряжение
Тяж.- стена	0,00	-2,80	247,20	1,67	1,000	1,000	1,350
Активное давление	84,17	-1,73	27,35	2,50	1,350	1,350	1,350
Surcharge No. 1 - Road traffic	16,36	-2,72	6,05	2,50	1,500	1,500	1,500

Проверка стены в целом

Проверка на опрокидывание
 Удерживающий момент $M_{res} = 376,91$ кНм/м
 Опрокидывающий момент $M_{ovr} = 263,73$ кНм/м
 Стена на опрокидывание **ПОДХОДИТ**

Проверка на перемещение
 Горизонтальная сила удерживающая $H_{res} = 152,53$ кН/м
 Горизонтальная сила сдвигающая $H_{act} = 138,17$ кН/м
 Стена на перемещение **ПОДХОДИТ**

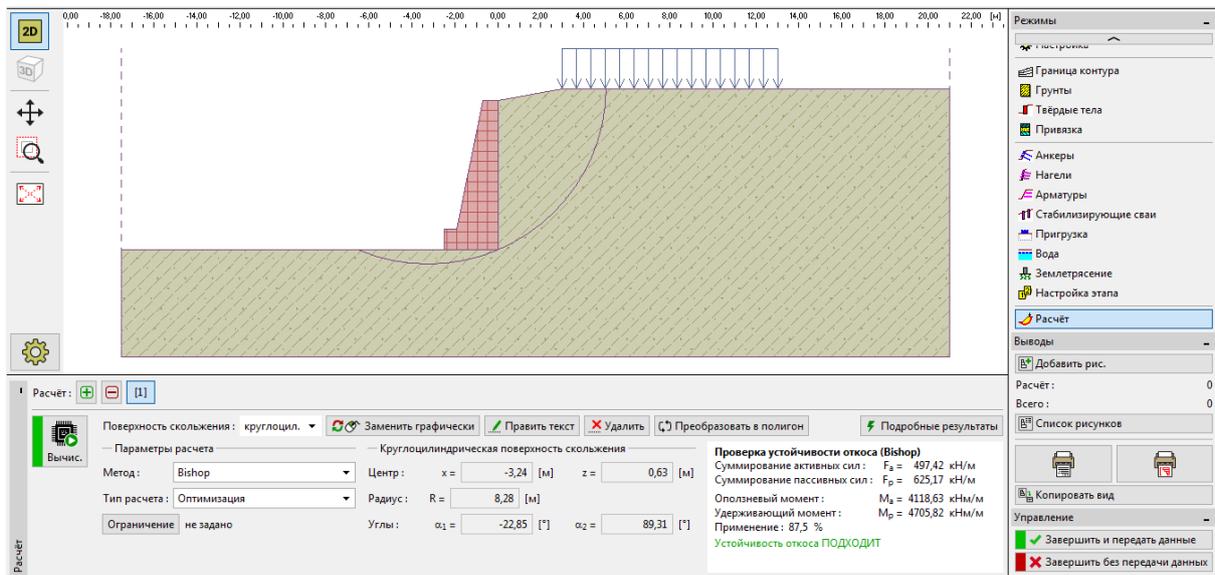
Общая проверка - СТЕНА ПОДХОДИТ

Максимальное напряжение в подошве фундамента : 176,53 кПа

Диалоговое окно "Проверка (подробно)"

Примечание: для расчетов на основе EN-1997 программа определяет, действует ли сила благоприятно или нет. Далее каждое усилие умножается на соответствующий частный коэффициент, который в дальнейшем указывается в отчете.

Далее следует перейти во вкладку "Устойчивость" и проверить общую устойчивость стенки. Откроется программа "Устойчивость откоса". Необходимо перейти во вкладку "Расчет" и выбрать метод расчета Бишопа. Расчет выполняется с оптимизацией круглоцилиндрической поверхности скольжения нажатием кнопки "Вычислить". После завершения расчета, следует нажать кнопку "Завершить и передать данные" в правой стороне экрана. Результаты будут отображены в отчете в программе "Гравитационная стена".



Программа "Устойчивость откоса" - этап 1

Результаты расчета: Этап 1

При анализе несущей способности оценивается устойчивость на опрокидывание и скольжение по подошве. Далее необходимо проверить общую устойчивость. В случае данного примера использование стены составляет:

- Опрокидывание: 70,0 % $M_{res} = 376,91 > M_{ovr} = 263,73$ [кNm/m] **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**
- Скольжение: 90,6 % $H_{res} = 152,53 > H_{act} = 138,17$ [кN/m] **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**
- Общая устойчивость: 87,5 % Метод - Бишоп (оптимизация) **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**

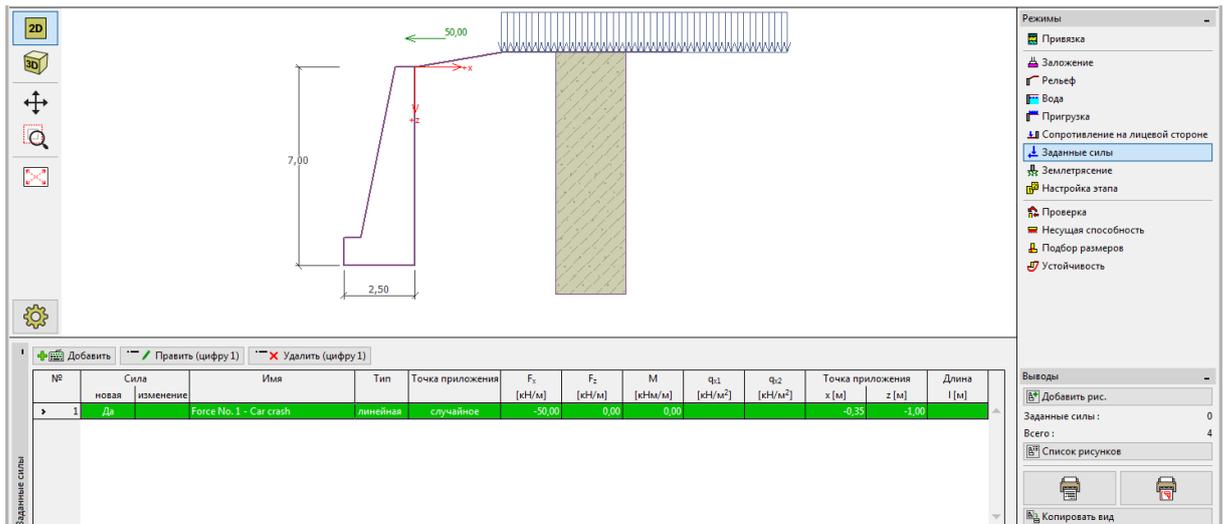
Этап 2

Далее добавляется этап проектирования 2 в панели в верхнем левом углу экрана.

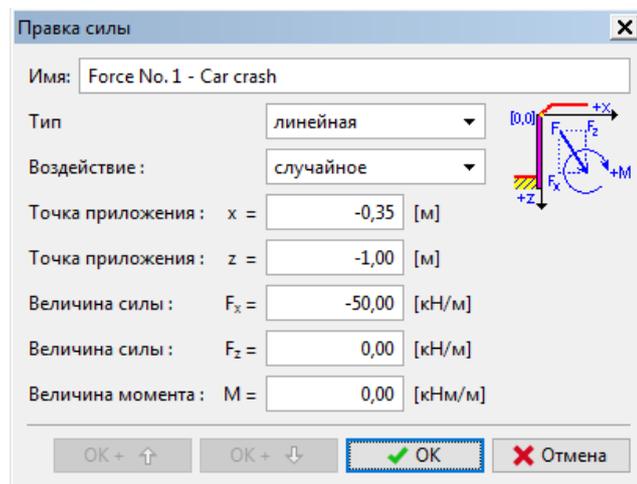


Панель "Этап проектирования"

На данном этапе задается нагрузка от удара транспортного средства об ограждение во вкладке "Заданные силы". Нагрузка будет случайной. Новое усилие задается нажатием кнопки "Добавить" и вводом параметров, как показано ниже.

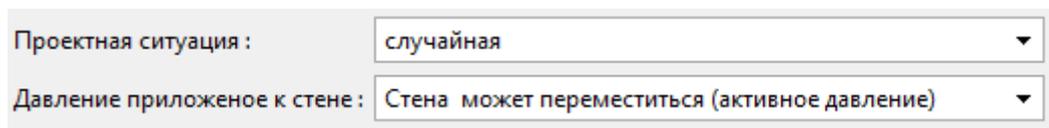


Вкладка "Заданные силы" - добавление нового усилия



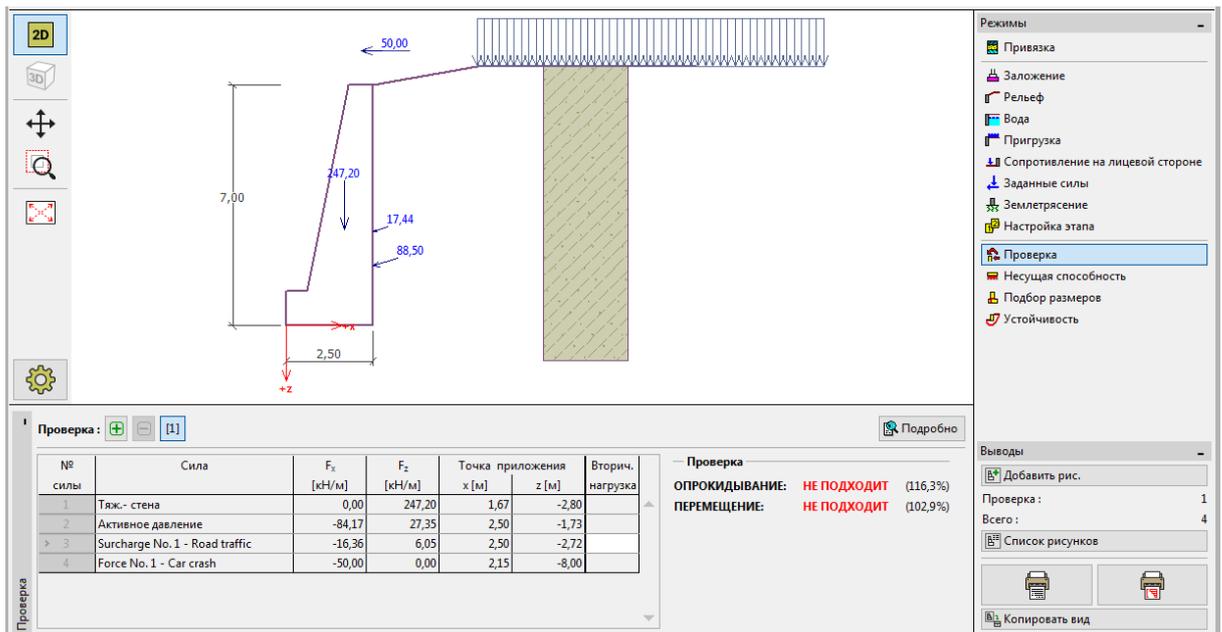
Диалоговое окно "Правка силы" - этап проектирования 2 (расчет случайных воздействий)

Далее во вкладке "Настройка этапа" следует выбрать "случайную" проектную ситуацию. Программа автоматически использует необходимые частные коэффициенты.



Вкладка "Настройка этапа"

Данные, которые были введены для этапа 1, не изменяются, в связи с чем нет необходимости снова открывать соответствующие вкладки. Следует сразу перейти во вкладку "Проверка" и оценить устойчивость на опрокидывание и скольжение по подошве.



Вкладка "Проверка" - этап 2

Результаты расчета: этап 2

По результатам видно, что в случае столкновения автомобиля с ограждением конструкция существующей стены не выдержит нагрузок. Использование стены в этом случае составляет:

- Опрокидывание: 116,3 % $M_{res} = 488,62 < M_{ovr} = 568,13$ [кН/м] **НЕ ПОДХОДИТ**
- Скольжение: 102,9 % $H_{res} = 138,39 < H_{act} = 142,35$ [кН/м] **НЕ ПОДХОДИТ**

Выводы

Расчет существующей гравитационной стенки показал, что несущая способность обеспечена только на первом этапе проектирования, когда действует исключительно нагрузка от дорожного движения. На втором этапе проектирования, где оценивается случайное воздействие от удара транспортного средства об ограждение в верхней части стены, существующая конструкция не удовлетворяет требованиям устойчивости.

Решением в данном случае может быть увеличение несущей способности на опрокидывание и скольжение по подошве. Также возможно использование грунтовых анкеров. В качестве альтернативного решения барьер может быть размещен на краю дороги таким образом, чтобы удар транспортного средства не воздействовал на подпорную стену.