

Руководство пользователя



GeoWall 2.7.3

Расчет ограждения котлованов

Информация, содержащаяся в данном документе, может быть изменена без предварительного уведомления.

Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми способами в каких-либо целях без письменного соглашения ООО «ИнжПроектСтрой».

© 2007-2009, ООО «ИнжПроектСтрой». С сохранением всех прав.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
Введение	4
Методы расчета	6
Расчет давления грунта	7
Расчет устойчивости грунта вокруг заглубленной части стены	9
Расчет продольных сил в анкерах	11
Решение задачи упругого изгиба стены	13
Расчет ограждения котлована на прочность	15
Эффективные характеристики сечений стены	17
Обзор программы	19
Меню	20
Панель инструментов	28
Панель ввода информации	30
Вкладка «Геология»	30
Вкладка «Ограждение»	36
Характеристики сечения ограждения	39
Окно «Стена в грунте»	39
Окно «Буровые сваи»	41
Окно «Jet сваи»	42
Окно «Шпунт»	44
Окно «Трубы»	44
Окно «Двухтавры»	45
Вкладка «Нагрузки»	46
Вкладка «Этапы»	47
Вкладка «Результаты»	50
Пример расчета и работы с программой	53
Литература	67

ВВЕДЕНИЕ

Программа GeoWall предназначена для комплексного расчета ограждений котлованов на прочность и устойчивость.

Программа позволяет выполнять расчеты с применением практически всех типов ограждений – «стены в грунте», ограждения из буронабивных свай, из труб, двутавров, шпунта.

Кроме того, впервые в отечественной практике появилась возможность расчета ограждения котлована из Jet свай (грунтоцементных свай), устроенных по технологии струйной цементации.

Программа позволяет рассчитывать ограждение котлованов, состоящих из отдельно стоящих, касательных или взаимно пересекающихся буровых или грунтоцементных свай.

Отличительной особенностью программы GeoWall является простота и удобство интерфейса, что способствует быстрой адаптации пользователя.

Возможности программы:

- Расчет ограждающей конструкции любого типа.
- Учет геологического строения грунтового массива и уровня грунтовых вод.
- Расчет активного и пассивного давления на ограждение.
- Расчет изгибающего момента, продольных и поперечных усилий в ограждении.
- Расчет горизонтального перемещения ограждающей конструкции.
- Расчет усилий в анкерах и распорных системах.
- Расчет на прочность ограждающей конструкции.
- Поэтапный расчет котлована.
- Расчет эффективных характеристик сечения (момент инерции, модуль упругости, площадь) для «стены в грунте» и буровых свай.
- Справочник физико-механических характеристик грунтов.

-
- Справочник армирующих элементов – трубы, двутавры и арматурные каркасы.
 - Сохранение и печать отчета с результатами расчетов, расчетной схемы и эпюр.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА

Программа GeoWall предназначена для расчетов на прочность гибких подпорных стен и для оценки устойчивости грунтов вокруг заглубленной части стены.

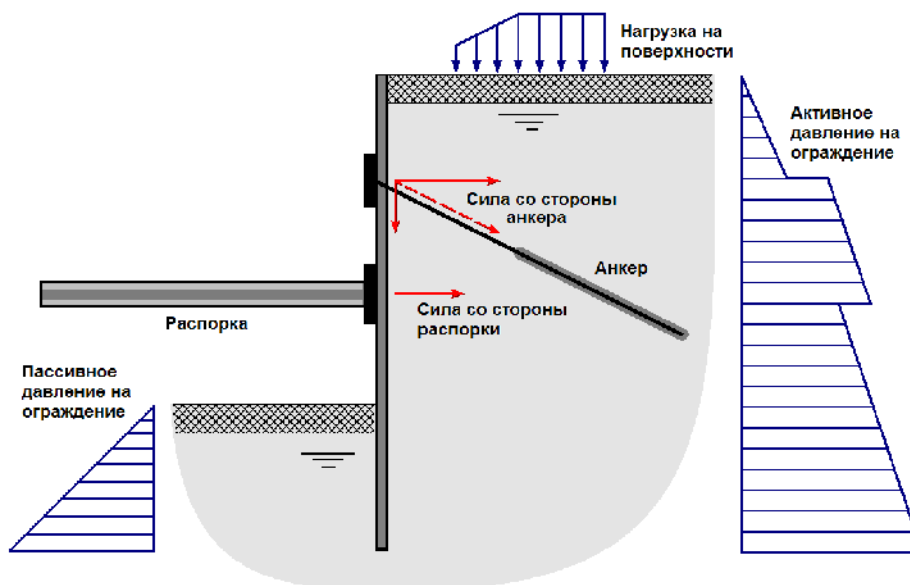


Рис. 1. Расчетная схема

Расчет на устойчивость ограждения котлована выполняется по методу Блума-Ломейера (способ «упругой линии»).

Методика расчета на прочность ограждающей конструкции основана на численном решении задачи изгиба балки, заземленной одним концом в упругопластическом грунте и удерживаемой связями (анкеры, распорки).

Для моделирования упругого изгиба стены используется метод конечных элементов.

Для решения задачи выполняются следующие расчеты:

1. Расчет активного и пассивного давления грунта на ограждение.
2. Расчет упругопластической реакции и устойчивости грунта вокруг заглубленной части стены (ограждения).
3. Расчет продольных сил в анкерах и распорках.

4. Решение методом конечных элементов задачи упругого изгиба стены под действием давления грунта со стороны борта котлована.
5. Расчет ограждения котлована на прочность.

Расчет давления грунта

Расчет давления грунта на ограждение производится по теории Кулона.

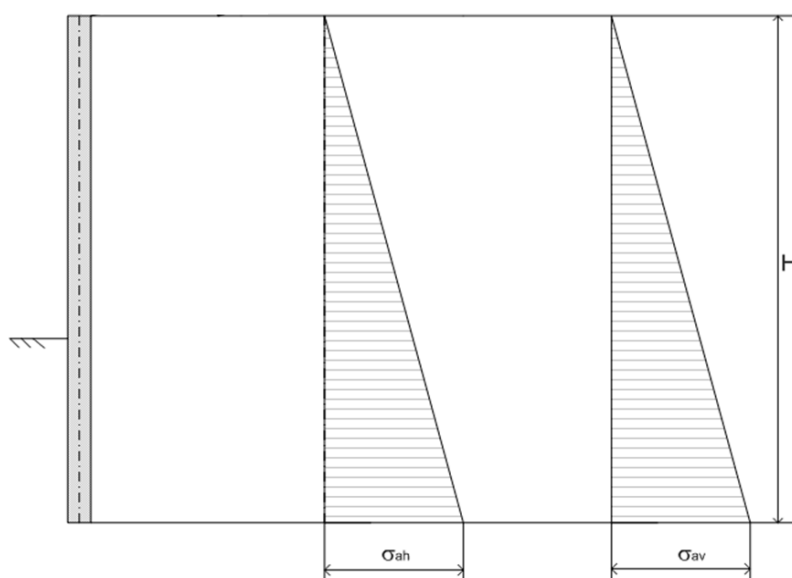


Рис. 2.1. Горизонтальная и вертикальная составляющие активного давления несвязанного грунта

В случае свободной от нагрузки поверхности горизонтальная S_{ah} и вертикальная S_{av} составляющие активного давления для несвязного грунта на глубине z (рис. 2.1) определяются по формулам:

$$s_{ah} = gz l_a,$$

$$s_{av} = s_{ah} \operatorname{tg} d$$

где g – расчётное значение удельного веса грунта (определяется, как средневзвешенное значение вышележащих грунтов);

d – угол трения грунта на контакте со стеной;

I_a – коэффициент активного давления грунта;

$$I_a = \left[\frac{\cos j}{1 + \sqrt{\frac{\sin(j+d)\sin(j)}{\cos d}}} \right]^2,$$

Горизонтальная S'_{ah} и вертикальная S'_{av} составляющие активного давления грунта для связного грунта на глубине z (рис. 2.2) определяются по формулам:

$$S'_{ah} = S_{ah} - S_{ch},$$

$$S'_{av} = S'_{ah} \operatorname{tg} d,$$

где S_{ch} – давление связности;

$$S_{ch} = cK$$

где c – удельное сцепление грунта;

$$K = \frac{1 - I_a}{\operatorname{tg} j}$$

Если значение K , вычисленное по формуле, меньше нуля, в расчётах принимается $K = 0$.

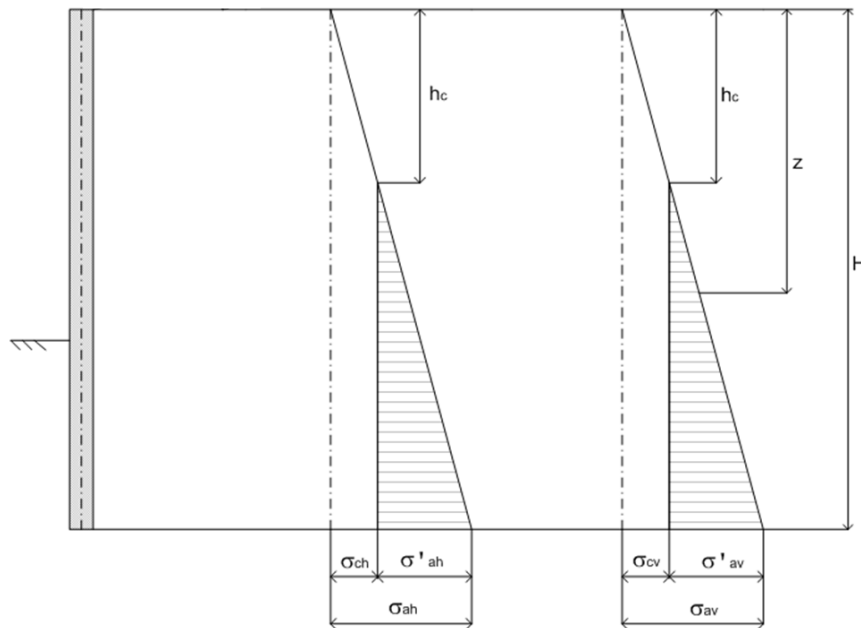


Рис. 2.2. Составляющие активного давления связного грунта

При равномерно распределенной нагрузке на поверхности q горизонтальная s_{ph} и вертикальная s_{pv} составляющие пассивного давления на глубине z от поверхности определяются по формулам:

$$s_{ph} = (q + gz)I_{ph} + \frac{c}{\operatorname{tg} j} (I_{ph} - 1),$$

$$I_{ph} = \left[\frac{\cos j}{1 - \sqrt{\frac{\sin(j+d)\sin j}{\cos d}}} \right]^2.$$

Расчет устойчивости грунта вокруг заглубленной части стены

При расчете давления грунта на гибкое ограждение приняты следующие допущения.

1) *Ограждение по всей высоте борта котлована испытывает только активное давление грунта.*

Перемещение ограждения можно представить суммой его жесткого смещения в сторону котлована и перемещений от изгиба.

Расчеты показывают, что даже при сложном знакопеременном изгибе заанкеренных стен величина жесткого поступательного смещения превышает перемещения от изгиба.

В принятой модели деформирования стены рассчитываются перемещения только от изгиба.

2) *Допускается, что на ограждение действуют только силы, обусловленные сдвигом неустойчивых призм.*

3) *На абсолютно жесткие неподвижные подпорные стены действует давление грунта, равное боковому давлению в ненарушенном массиве.*

4) *Допускается, что грунт, залегающий вокруг заглубленной части стены, можно считать неподвижным при определении его горизонтальной реакции на смещения стены.*

Предельное суммарное (с двух сторон) локальное давление грунта в некоторой точке заглобленной части стены по величине будет равно разности пассивного давления грунта с той стороны, куда направлено смещение стены, и активного давления грунта с противоположной стороны:

$$s_l = |s'_{ah} - s'_{ph}|.$$

Давление будет действовать в сторону, противоположную смещению стены.

Величина упругой горизонтальной реакции грунта в некоторой точке заглобленной части стены, равная сумме сил, действующих слева и справа, может быть найдена с помощью модели Винклера:

$$s_{eh} = k u_h,$$

где s_{eh} - суммарная реакция грунта на горизонтальное смещение стены u_h , k – коэффициент постели грунта, вмещающего заглобление стены.

Горизонтальная винклеровская реакция грунта должна удовлетворять условию

$$|s_{eh}| \leq s_l.$$

Там, где условие не выполняется, грунт находится в предельном состоянии и дает реакцию на смещение стены, равную s_l .

Вертикальная реакция грунта на заглобленную часть стены также определяется моделью Винклера:

$$s_{ev} = k' u_v,$$

где s_{ev} – вертикальная реакция грунта, k' – коэффициент постели, u_v – вертикальное смещение стены.

Устойчивость грунта вокруг заглобления стены оценивается с помощью следующего критерия:

5) *Состояние грунта вокруг заглобления стены устойчивое, если пассивная реакция грунта с каждой стороны заглобления не достигает своего предельного значения.*

При достижении пассивной реакции грунта своего предельного значения (в теории Кулона это пассивное давление) хотя бы с одной стороны заглубления стены будет приводить к возникновению пластического шарнира и потере устойчивости ограждения котлована.

Критерием устойчивости грунта, вмещающего заглубление стены, является следующий:

б) Грунт вокруг заглубления устойчив, если $K > 1$,

$$K = \min(K^+, K^-),$$

$$K^- = \frac{\int s_l dx^-}{\int s_h dx^-}, \quad K^+ = \frac{\int s_l dx^+}{\int s_h dx^+},$$

s_h - величина реакции грунта в некоторой точке заглубленной части стены, равная сумме сил, действующих слева и справа.

Индекс "минус" отвечает за часть заглубления, которая смещается в сторону котлована, индекс "плюс" отвечает за ту часть заглубления, которая смещается в направлении борта котлована.

Расчет продольных сил в анкерах

Метод расчета усилий в анкерах учитывает предварительные натяжения и поэтапные смещения подпорной стены при экскавации котлована с учетом этапов устройства ярусов анкеров.

Анкер рассматривается как упругая связь, реакция которой пропорциональна смещению анкера. Считается, что анкера связаны с ограждением обвязочным поясом.

В качестве деформативной характеристики анкера принята его жесткость c , которая связывает величину продольной силы в анкере P со смещением U анкера, к которому приложена эта сила:

$$c = \frac{P}{u}.$$

Непрерывная экскавация котлована в рамках модели заменена на дискретную, при этом дискретизация откопки котлована связана с мо-

ментами времени (и соответствующими глубинами) устройства ярусов анкеров.

В процессе экскавации гибкая стена деформируется, при этом смещения стены зависят от глубины котлована.

Продольное усилие в анкере обусловлено смещением анкера, которое возникает после разработки грунта следующего этапа или предварительным натяжением анкера.

Таким образом, для учета этапов экскавации котлована на напряженное и деформированное состояние заанкеренной гибкой стены необходимо учитывать только перемещения анкера в точке крепления к обвязочному поясу.

Построим модель реакции анкера, устроенного после первого этапа экскавации котлована.

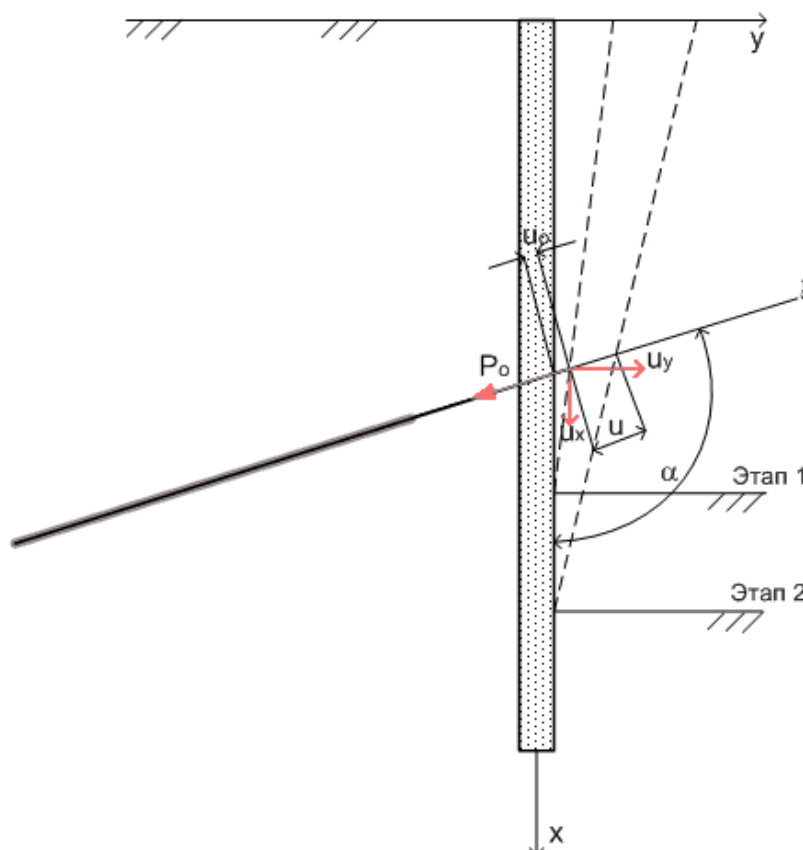


Рис. 4. Расчетная схема определения продольной силы в анкере

Точка крепления будущего анкера (анкер еще не устроен) после первого этапа экскавации котлована получила перемещение u_0 (рис. 4).

Далее устраивается анкер и деформации стенки после экскавации второго этапа приводит к смещению анкера на величину u .

Тогда с учетом предварительного натяжения анкера на величину P_o продольная сила в анкере P будет равна

$$P_x = -P_o - c(U_x - u_{ox}),$$

где U_x - проекция конечного перемещения на ось x ;

u_{ox} - проекция перемещения точки крепления анкера до его устройства.

Выразим проекцию перемещения U_x через проекции U_x, U_y :

$$U_x = U_x \cos a + U_y \sin a ,$$

Аналогично записываем соотношение для начального перемещения

$$u_{ox} = u_{ox} \cos a + u_{oy} \sin a .$$

Найдем проекции силы P на оси x и y :

$$P_x = P_x \cos a = -P_o \cos a - c(U_x \cos^2 a + U_y \sin a \cos a - u_{ox} \cos^2 a - u_{oy} \sin a \cos a),$$

$$P_y = P_x \sin a = -P_o \cos a - c(U_x \cos a \sin a + U_y \sin^2 a - u_{ox} \cos a \sin a - u_{oy} \sin^2 a).$$

Решение задачи упругого изгиба стены

Задача изгиба решается численно методом конечных элементов с использованием вариационной постановки Лагранжа с учетом гипотезы плоских сечений. Учитывается только продольная компонента деформаций и напряжений.

Вариационная постановка задачи формулируется следующим образом. Найти перемещения v , доставляющие минимум функционалу

$$J(v) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} S(v) \cdot e(v) dx + \frac{1}{2} \int_{S_c} C_n w^2 dS_c + \frac{1}{2} \int_{S_c} C_t u_t^2 dS_c - \int_{S_p} P \cdot v dx$$

C_n - коэффициент постели основания Винклера,

C_t - жесткость грунта на сдвиг.

Совместим ось Ox с ось балки, а ось Oy - с направлением прогиба.

Деформация балки с учетом принятых допущений равна

$$e = e_x i i ,$$

где i – орт координатной оси Ox .

Прогиб балки равен $w = v \cdot j$ (j – орт координатной оси Oy), перемещение вдоль оси Ox равно $u = v \cdot i$.

Продольная деформация будет складываться из деформации сжатия (растяжения)

$$e_x(u) = \frac{du}{dx}$$

и деформации от изгиба

$$e_x(w) = -y \frac{d^2w}{dx^2}$$

Напряжения и деформации связаны законом Гука

$$s_x = E e_x .$$

Изгиб ограждения моделируется как изгиб упругой балки сечением, приходящимся на один шаг ограждения.

В программе реализован конечный элемент с 6-ю степенями свободы.

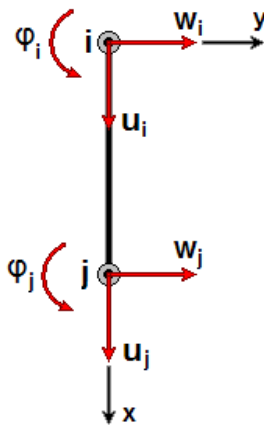


Рис. 5. Балочный конечный элемент с 6-ю степенями свободы

Конечный элемент аппроксимирует:

Прогиб балки кубической функцией вида

$$w(x) = a_1 + a_2 x + a_3 x^2 + a_4 x^3$$

Углы поворота функцией

$$j(x) = \frac{dw}{dx} = a_2 + 2a_3x + 3a_4x^2$$

Кривизну балки линейной функцией

$$K = \frac{d^2w}{dx^2} = 2a_3 + 6a_4x$$

Продольные перемещения – линейной функцией

$$u(x) = ax + b = u_i \left(1 - \frac{x}{L}\right) + u_j \frac{x}{L}.$$

Продольная деформация в элементе равна

$$e_x = \frac{du}{dx} = \left[1 - \frac{x}{L}, \quad \frac{x}{L}\right] \begin{Bmatrix} u_i \\ u_j \end{Bmatrix} = [N] \begin{Bmatrix} u_i \\ u_j \end{Bmatrix},$$

$$[N] = \frac{1}{L} [-1 \quad 1].$$

Расчет ограждения котлована на прочность

В программе GeoWall реализовано вычисление эффективных характеристик и расчет на прочность ограждений типа «стена в грунте», буровые сваи и Jet сваи.

Приняты следующие допущения:

- Учитывается только продольная компонента тензора деформаций и напряжений;
- Бетон (грунтобетон) может разрушаться только растягивающими напряжениями;
- Предполагается выполнение гипотезы плоских сечений по всей высоте ограждения.

С учетом принятых допущений напряжения в произвольном сечении стены могут быть найдены с помощью статических уравнений равновесия для внешних сил, приложенных к части стены шириной в один шаг свай и расположенной над расчетным сечением.

На верхнюю часть стены в общем случае действует давление грунта, вес стены, реакции анкеров и распорок. Действие всех этих сил мож-

но привести к главному моменту M_o^e и главному вектору R^e относительно произвольного центра приведения O , за который удобно принять точку расчетного сечения на оси сваи.

Со стороны отброшенной части стены на верхнюю часть будут действовать продольные силы в армирующем элементе и бетоне, которые также приведем к главному вектору R^{bs} , приложенному в центре приведения O , и главному моменту M_o^{bs} .

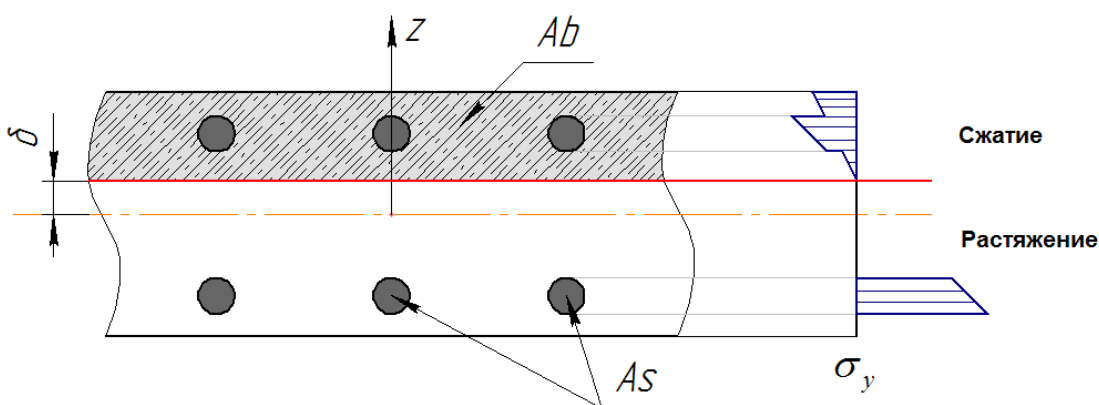


Рис. 6. Поперечное сечение ограждения (A_s – армирующий элемент, A_b – бетон).

Направим ось Oy по оси сваи. Уравнения равновесия запишем в виде:

$$R_y^{bs} + R_y^e = 0,$$

$$M_o^{bs} + M_o^e = 0.$$

Для получения замкнутой системы уравнений воспользуемся:

- соотношениями Коши, согласно которым $p_{by} = -s_y, p_{sy} = -s_y, p_{by}, p_{sy}$ - проекции сил на ось Oy , действующих в расчетном сечении, s_y - продольная компонента тензора напряжений;
- гипотезой плоских сечений, при использовании которой

$$e_y(z) = \frac{d+z}{r}$$

где δ – координата положения нейтральной линии, ρ – радиус кривизны нейтральной линии (рис. 6).

- и законом Гука, связывающего продольную деформацию изгиба с продольными напряжениями.

$$s_y = E e_y.$$

Подстановка соотношений с учетом соотношений Коши дает уравнение

$$\int_A E \left(\frac{d+z}{r} \right) dA = R_y^e$$

Аналогично преобразуем уравнение моментов

$$\int_A E \left(\frac{d+z}{r} \right) z dA = M_o^e$$

Решая систему из двух уравнений, находим положение и кривизну нейтральной линии. После этого, возвращаясь к предыдущим уравнениям находим распределение напряжений в рассчитываемом сечении ограждения.

Данная расчетная модель может быть реализована для любого типа ограждения с любыми параметрами армирования.

Эффективные характеристики сечений стены

С помощью расчетов, описанных в предыдущем разделе, рассчитываются эффективные характеристики для каждого сечения стены, так как нагрузки (изгибающий момент и продольная сила) переменны по высоте ограждения. Отсюда положение нейтральной линии и, соответственно, зона сжатия бетона для каждого сечения различны.

Данные характеристики используются при решении задачи изгиба упругой балки с переменными характеристиками.

При вычислении интеграла

$$\int_A E y^2 dA = E_y \int_A y^2 dA = E_y J_y$$

вводится в рассмотрение эффективный статический момент инерции

$$J_y = \int_A y^2 dA$$

и эффективное значение продольного модуля упругости

$$E_y = \frac{\int_A E y^2 dA}{J_y} = \frac{E_b J_b + E_s J_s}{J_y}$$

Эффективный момент инерции больше фактического в том случае, когда часть сечения не сопротивляется изгибу вследствие разрушения.

Эффективная площадь сечения вводится из условия равенства продольной силы для фактических и эффективных характеристик при одной и той же продольной деформации e :

$$\int_A E e dA = E_y e A_y .$$

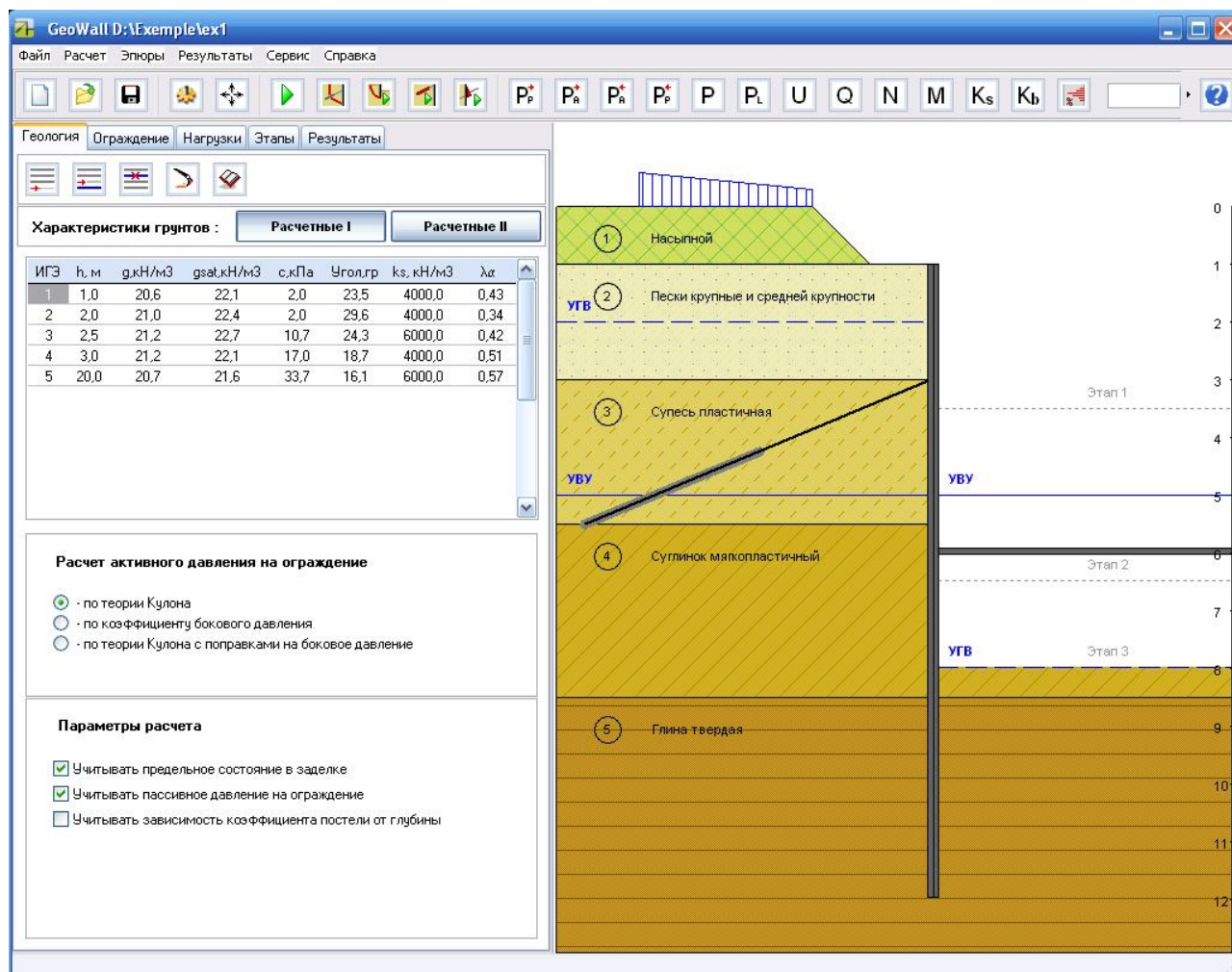
Из последнего равенства

$$A_y = \frac{\int E dA}{E_y} .$$

В программе GeoWall эффективные характеристики сечения используются при расчете ограждений из буровых и Jet свай и «стены в грунте».

ОБЗОР ПРОГРАММЫ

Окно программы GeoWall выглядит следующим образом:

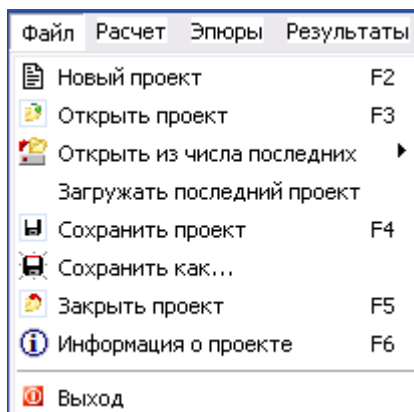


Окно программы состоит из следующих элементов:

- Меню
- Панель инструментов
- Панель ввода информации
- Графическое поле (панель вывода информации)

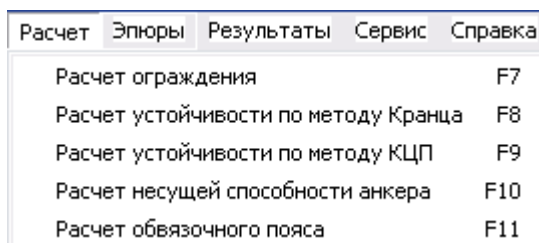
Меню

Меню «Файл»



-  **Новый проект** – создает новый рабочий проект (клавиша F2).
-  **Открыть проект** – открывает ранее созданный проект (клавиша F3).
-  **Открыть из числа последних** – открывает список трех последних проектов, для быстрого доступа к ним.
Загружать последний проект
-  **Сохранить проект** – сохраняет текущий проект (клавиша F4).
-  **Сохранить как...** – сохраняет текущий проект под новым именем.
-  **Закреть проект** – закрывает текущий проект (клавиша F5).
-  **Информация о проекте** – позволяет указать дополнительную информацию об объекте (клавиша F6).
-  **Выход** – выход из программы GeoWall.

Меню «Расчет»



Расчет ограждения – запуск основного расчета программы и вывод результатов на вкладку «Результаты» (клавиша F7).

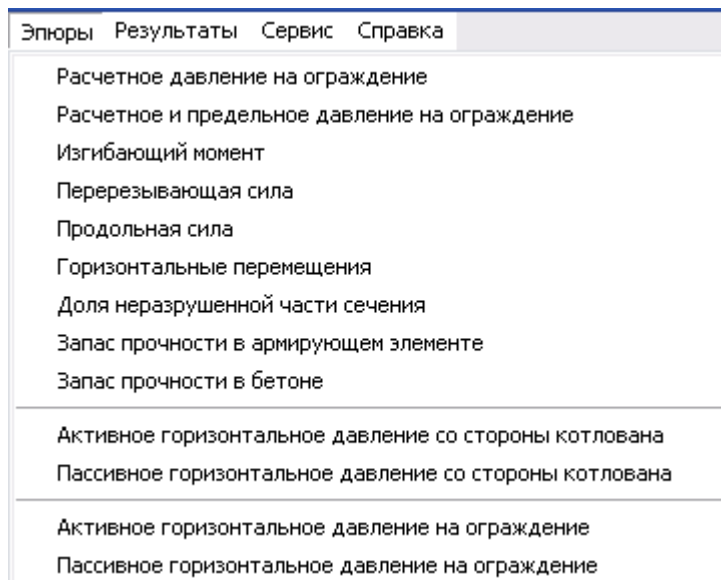
Расчет устойчивости по методу Кранца – (клавиша F8)

Расчет устойчивости по методу КЦП – (клавиша F9)

Расчет несущей способности анкера – (клавиша F10)

Расчет обвязочного пояса – (клавиша F11)

Меню «Эпюры»



Расчетное давление на ограждение – построение эпюры расчетного давления на ограждение в графическом поле.

Расчетное и предельное давление на ограждение – построение эпюры расчетного и предельного давления на ограждение.

Изгибающий момент – построение эпюры изгибающего момента, действующего на ограждение.

Перерезывающая сила – построение эпюры перерезывающей силы в ограждении.

Продольная сила – построение эпюры продольной силы, действующей на ограждение.

Горизонтальные перемещения – построение эпюры горизонтального перемещения ограждения.

Доля сжатой зоны – графическое отображение доли сжатой зоны в ограждении котлована.

Запас прочности в армирующем элементе – построение эпюры коэффициента запаса прочности в армирующем элементе в каждом сечении конструкции ограждения.

[Запас прочности в бетоне](#) – построение эпюры коэффициента запаса прочности в бетоне в каждом сечении конструкции ограждения котлована.

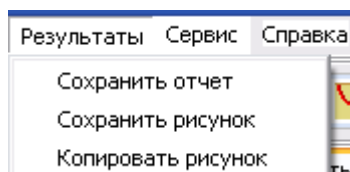
[Активное горизонтальное давление со стороны котлована](#) – построение эпюры активного горизонтального давления со стороны котлована.

[Пассивное горизонтальное давление со стороны котлована](#) – построение эпюры пассивного горизонтального давления со стороны котлована.

[Активное горизонтальное давление на ограждение](#) – построение эпюры активного горизонтального давления на ограждение.

[Пассивное горизонтальное давление на ограждение](#) – построение эпюры пассивного горизонтального давления на ограждение.

Меню «Результаты»

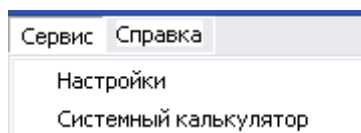


[Сохранить отчет](#)

[Сохранить рисунок](#)

[Копировать рисунок](#)

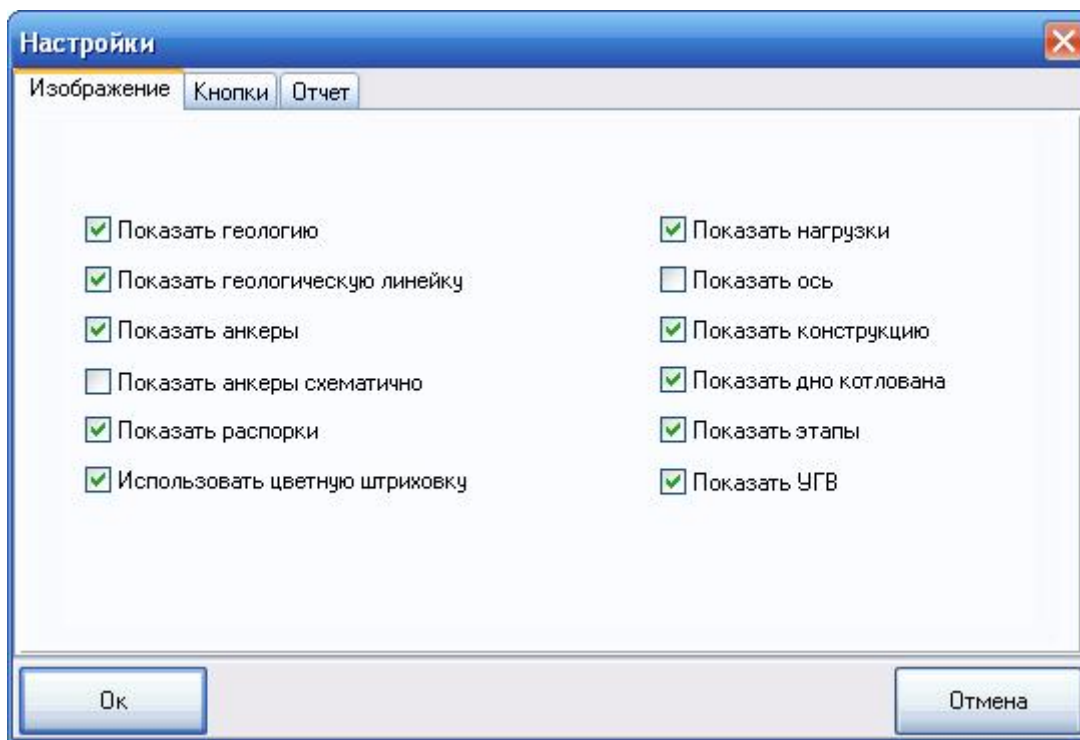
Меню «Сервис»



[Настройки](#) – содержит окно настроек изображения программы.

[Системный калькулятор](#)

[Раздел «Настройки»](#)



Показать геологию – скрыть/отобразить ИГЭ.

Показать геологическую линейку – скрыть/отобразить геологическую линейку.

Показать анкеры – скрыть/отобразить анкеры.

Показать распорки – скрыть/отобразить распорки.

Использовать цветную штриховку – цветное отображение штриховки ИГЭ.

Показать нагрузки – скрыть/отобразить нагрузки.

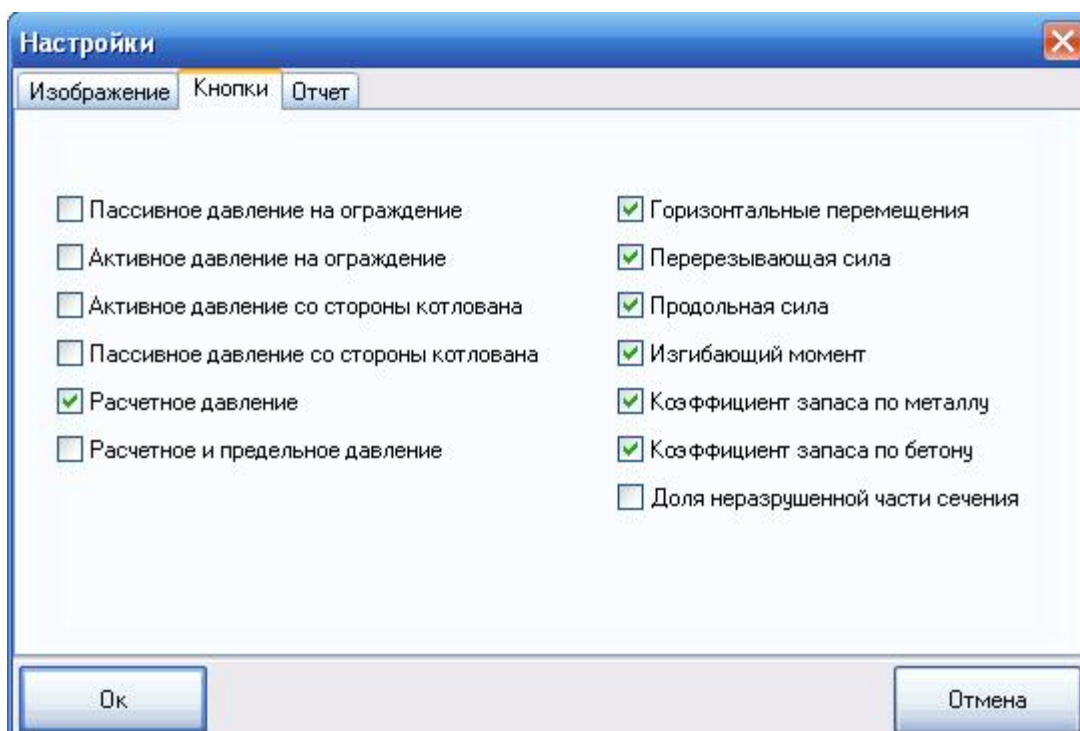
Показать ось – скрыть/отобразить ось ограждения.

Показать конструкцию – скрыть/отобразить конструкцию ограждения котлована.

Показать дно котлована – скрыть/отобразить дно котлована.

Показать этапы – скрыть/отобразить этапы устройства котлована.

Показать УГВ – скрыть/отобразить уровень грунтовых вод.



Пассивное давление на ограждение - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры пассивного давления на ограждение

Активное давление на ограждение - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры активного давления на ограждение

Активное давление со стороны котлована - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры активного давления со стороны котлована

Пассивное давление со стороны котлована - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры пассивного давления со стороны котлована

Расчетное давление - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры расчетного давления

Расчетное и предельное давление - скрыть/отобразить кнопку построения расчетного и предельного давления

Горизонтальные перемещения - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры горизонтального перемещения

Перерезывающая сила - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры перерезывающей силы

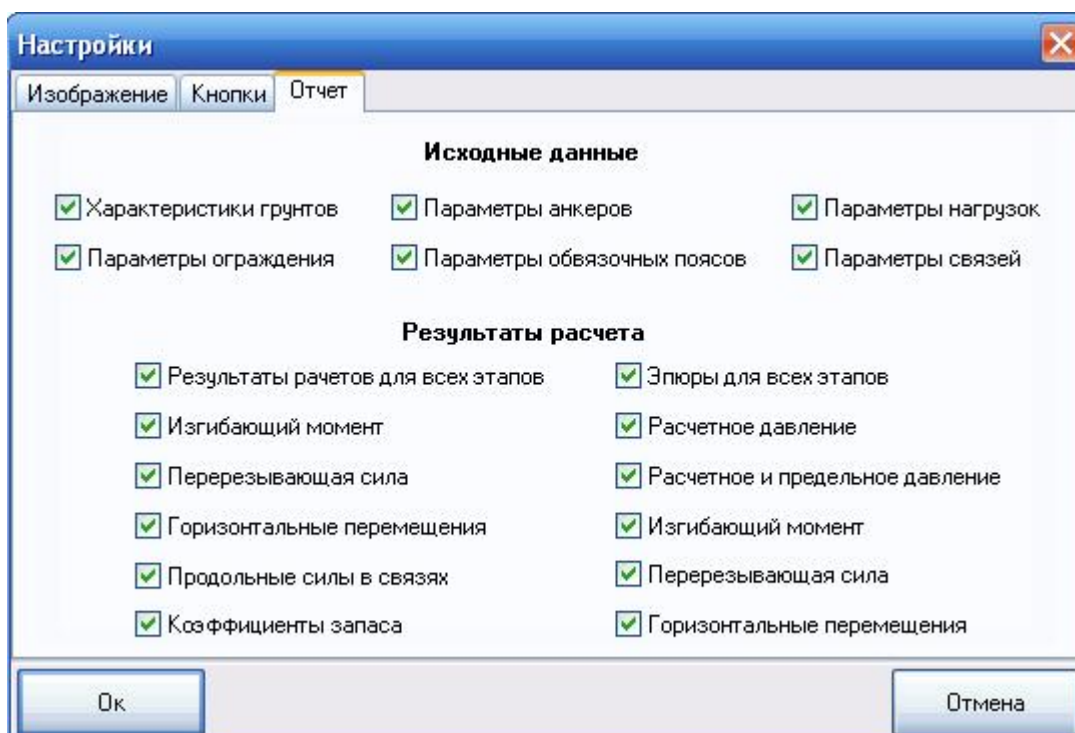
Продольная сила - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры продольной силы

Изгибающий момент - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры изгибающего момента

Коэффициент запаса по металлу - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры коэффициента запаса по металлу

Коэффициент запаса по бетону - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры коэффициента запаса по бетону

Доля неразрушенной части сечения - скрыть/отобразить кнопку построения эпюры доли неразрушенной части сечения



Исходные данные:

Характеристики грунтов – внести характеристики грунтов в отчет

Параметры ограждения – внести параметры ограждения в отчет

Параметры анкеров – внести параметры анкеров в отчет

Параметры обвязочных поясов – внести параметры обвязочных поясов в отчет

Параметры нагрузок – внести параметры нагрузок в отчет

Параметры связей – внести параметры связей в отчет

Результаты расчета:

- *Внести результаты расчетов (левый столбец):*

Результаты расчетов для всех этапов – внести результаты расчетов для всех этапов в отчет

Изгибающий момент – внести значения изгибающего момента в отчет

Перерезывающая сила – внести значения перерезывающей силы в отчет

Горизонтальные перемещения – внести значения горизонтального перемещения в отчет

Продольные силы в связях – внести значения продольной силы в связях

Коэффициенты запаса – внести значения коэффициента запаса в отчет

- *Добавить построение эпюр (правый столбец):*

Эпюры для всех этапов – добавить эпюры для всех этапов в отчет

Расчетное давление – добавить эпюры расчетного давления в отчет

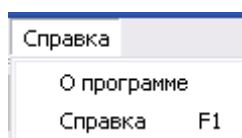
Расчетное и предельное давление – добавить эпюры расчетного и предельного давления в отчет

Изгибающий момент – добавить эпюры изгибающего момента в отчет

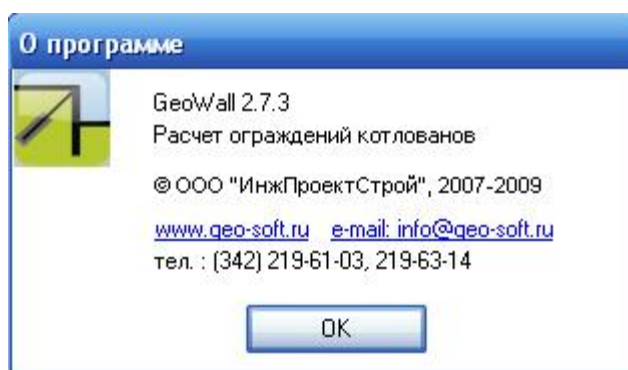
Перерезывающая сила – добавить эпюры перерезывающей силы в отчет

Горизонтальные перемещения – добавить эпюры горизонтального перемещения в отчет

Меню «Справка»

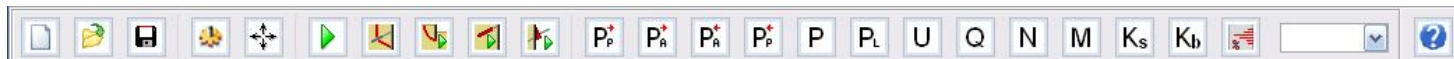


О программе – выводит информацию о версии программы и контактные данные разработчика.
















Справка – открывает руководство пользователя (клавиша F1)

Панель инструментов



На панели инструментов расположены кнопки, сгруппированные по функциональному назначению.

-  **Создать проект** – создает новый рабочий проект.
-  **Открыть проект** – открывает ранее созданный проект.
-  **Сохранить проект** – сохраняет текущий проект.
-  **Настройки изображения** – открывает окно настроек изображения.
-  **Полноэкранный режим** – выводит графическое поле в полноэкранный режим, скрывает панель ввода информации.
-  **Выполнить расчет** – запускает основной расчет программы, выводит результаты на экран.
-  **Расчет устойчивости методом Кранца** (Клавиша F8)
-  **Расчет устойчивости** (Клавиша F9)
-  **Расчет несущей способности анкера** (Клавиша F10)
-  **Расчет обвязочного пояса** (Клавиша F11)
-  **Пассивное горизонтальное давление на ограждение** – построение эпюры пассивного горизонтального давления на ограждение
-  **Активное горизонтальное давление на ограждение** – построение эпюры активного горизонтального давления на ограждение
-  **Активное горизонтальное давление со стороны котлована** – построение эпюры активного горизонтального давления со стороны котлована



П_p* **Пассивное горизонтальное давление со стороны котлована** – построение эпюры пассивного горизонтального давления со стороны котлована



P **Расчетное давление** – построение эпюры расчетного давления на ограждение.



P_L **Расчетное и предельное давление на ограждение** – построение эпюры расчетного и активного давления на ограждение



U **Горизонтальные перемещения** – построение эпюры горизонтального перемещения ограждения.



Q **Перерезывающая сила** – построение эпюры перерезывающей силы в ограждении.



N **Продольная сила** – построение эпюры продольной силы в ограждении.



M **Изгибающий момент** – построение эпюры изгибающего момента в ограждении.



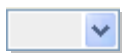
K_s **Запас прочности в армирующем элементе** – построение эпюры запаса прочности в армирующем элементе.



K_b **Запас прочности в бетоне** – построение эпюры запаса прочности в бетоне.



Доля неразрушенной части сечения – построение эдиаграммы доли неразрушенной части сечения



– окно выбора этапа, на котором необходимо построить эпюру по результатам расчета.



Справка – выводит справку о программе.

Панель ввода информации

Вкладка «Геология»

На вкладке *Геология* вводятся физико-механические характеристики грунтов.

Геология Ограждение Нагрузки Этапы Результаты

Характеристики грунтов : Расчетные I Расчетные II

ИГЭ	h, м	g, кН/м ³	gsat, кН/м ³	c, кПа	Угол, гр	ks, кН/м ³	λ α
1	1,0	20,6	22,1	6,7	13,0	2000,0	0,63
2	2,5	20,6	22,1	19,3	23,5	4000,0	0,43
3	3,5	21,0	22,3	8,7	20,9	2000,0	0,47
4	4,0	20,2	21,2	10,7	13,9	2000,0	0,61
5	20,0	20,7	21,6	33,7	16,1	6000,0	0,57

Расчет активного давления на ограждение

- по теории Кулона
 - по коэффициенту бокового давления
 - по теории Кулона с поправками на боковое давление

Параметры расчета

Учитывать предельное состояние в заделке
 Учитывать пассивное давление на ограждение
 Учитывать зависимость коэффициента постели от глубины

ИГЭ – Номер инженерно-геологического элемента в соответствии с геологическими изысканиями. Номер ИГЭ может повторяться, например, в программе может быть задано два слоя номер 3.

h, m – мощность слоя,

$g, \text{кН/м}^3$ – объемный вес грунта в естественном состоянии,

$g_{\text{sat}}, \text{кН/м}^3$ – объемный вес грунта при полном водонасыщении,

$c, \text{кПа}$ – удельное сцепление,

Угол, gr – угол внутреннего трения,

$k_s, \text{кН/м}^3$ – коэффициент постели,

$\lambda\alpha$ – принять по формуле $(\text{tg}(45-\gamma/2))^2$.

На вкладке *Геология* расположены следующие кнопки:



Добавить строку в конец таблицы.



Вставить строку над активной строкой.



Удалить строку.



Выбор штриховки – выбор перебором штриховки для выделенного слоя грунта.



Справочник характеристик грунтов.

В таблицу физико-механических характеристик грунтов можно вводить как расчетные значения по первой группе предельных состояний (по несущей способности), так и по второй (по деформациям).

Для этого необходимо сначала до задания значений нажать на соответствующую кнопку *Расчетные I* или *Расчетные II*.

При смене группы предельного состояния свойства грунтов автоматически пересчитываются в соответствии с коэффициентами надежности по грунту, указанными в СП 50-101-2004, п. 5.3.15, примечание.

В случае, когда данные о геологических изысканиях не полные или отсутствуют можно воспользоваться справочником характеристик грунта, основанным на приложениях к СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений».

Стоит отметить, что очень часто в отчетах по инженерно-геологическим изысканиям отсутствуют данные по коэффициентам постели. В связи с этим рекомендуется сначала воспользоваться справоч-

ником и задать все свойства грунтов, включая и коэффициент постели, а потом ввести в таблицу точные данные из отчета.

Кроме того, справочник позволяет задавать названия грунтов, по которым программа автоматически определяет тип штриховки.

В окне *Справочника грунтов* необходимо сначала выбрать тип грунта путем нажатия мышкой на соответствующее поле таблицы и из ниспадающего меню выбрать необходимый тип грунта.

Далее надо выбрать происхождение грунта.

Затем следует задать в соответствующих полях коэффициент пористости и степень влажности, либо воспользоваться кнопками расположенными рядом с этими полями.

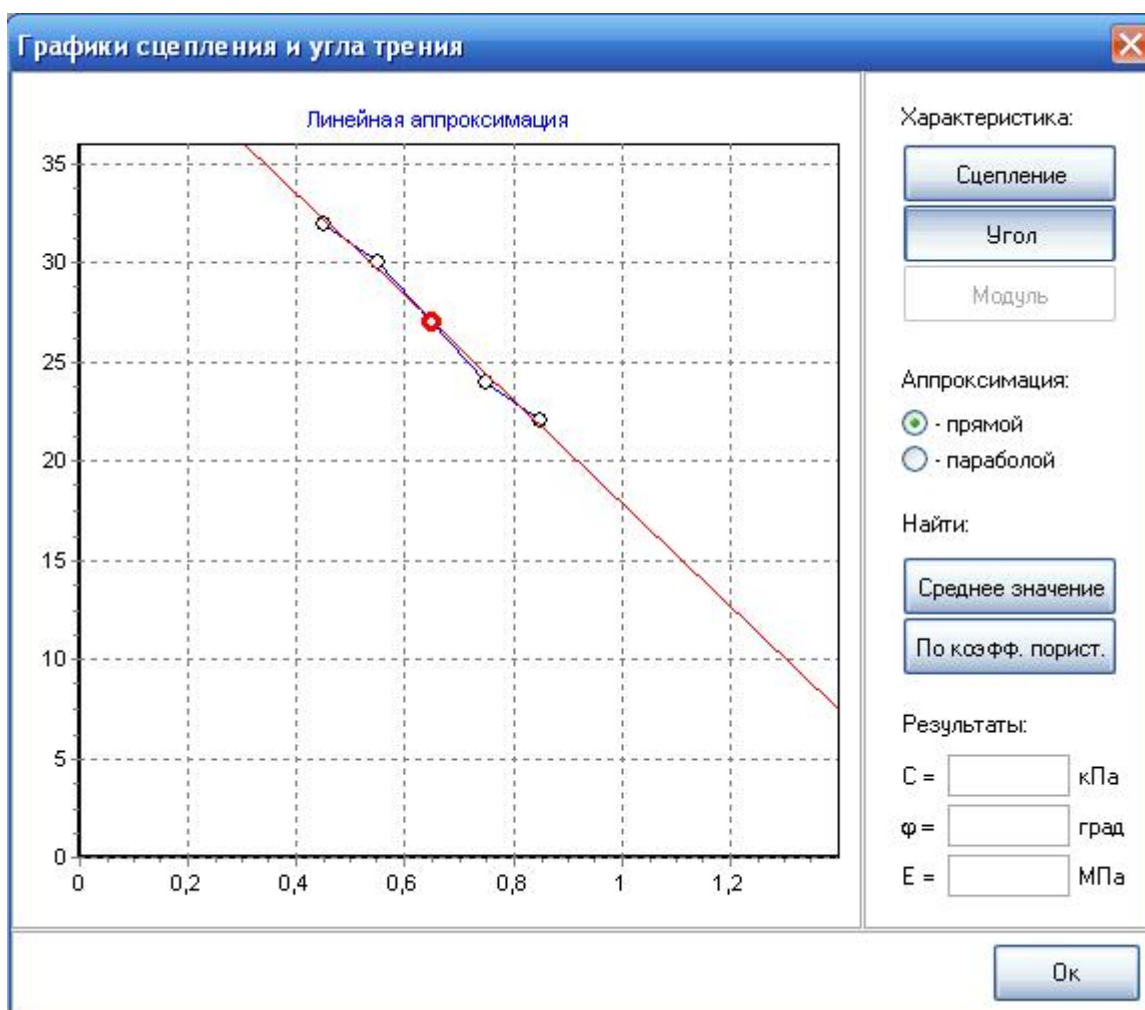
После этого можно нажать на кнопки с изображениями калькулятора и программа автоматически рассчитает и заполнит оставшиеся данные.

При необходимости некоторые данные можно заполнить вручную, а последующие данные вычислить автоматически.

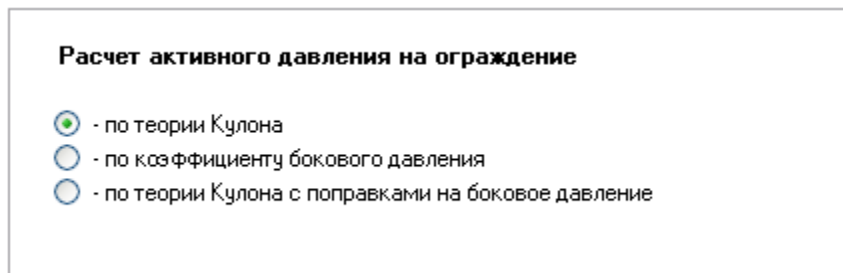
Кроме того, в случае полного отсутствия данных, включая коэффициент пористости и степень влажности, имеется возможность принять усредненные значения характеристик путем нажатия кнопки *Вычислить*.

В случае, когда в справочнике отсутствуют значения сцепления и угла внутреннего трения, соответствующие заданному коэффициенту пористости, программа предлагает принять значение по графику.

Данное окно можно также вызвать путем нажатия на кнопку *График*.



На вкладке *Геология* также можно задать метод расчета активного давления на ограждение:



- Теория Кулона:

В случае свободной от нагрузки поверхности I_a – коэффициент активного давления грунта для связного грунта на глубине z определяются по формуле:

$$I_a = \left[\frac{\cos j}{1 + \sqrt{\frac{\sin(j+d)\sin(j)}{\cos d}}} \right]^2 ;$$

Таким образом, отмечая флажком пункт «по теории Кулона», коэффициент активного давления грунта рассчитывается по вышеприведенной формуле.

- Коэффициент бокового давления:

Отмечая флажком пункт «по коэффициенту бокового давления», I_a – коэффициент активного давления грунта для связного грунта на глубине z задается вручную.

Таким образом, это дает возможность регулировать величину активного давления.

- Теория Кулона с поправками на боковое давление:

Отмечая флажком пункт «по теории Кулона с поправками на боковое давление», I_a – коэффициент активного давления грунта для связного грунта на глубине z также задается вручную. После чего табличные значения коэффициентов активного давления сравниваются с давлени-

ем по теории Кулона и для расчета выбираются максимальные значения.

Кроме того можно выбрать необходимые параметры расчета:

Параметры расчета

Учитывать предельное состояние в заделке

Учитывать пассивное давление на ограждение

Учитывать зависимость коэффициента постели от глубины

- Учитывать предельное состояние в заделке:

Данный пункт важен, поскольку в заделке возможно возникновение предельных состояний. Причем предельное давление будет являться пассивным давлением.

Отмечая флажком пункт «Учитывать предельное состояние в заделке», в расчете предполагается, что при достижении предельного давления грунта реакция в заделке перестает расти (остается постоянной).

- Учитывать пассивное давление на ограждение:

Поскольку ограждение может пойти в сторону засыпки (от котлована), необходимо учитывать пассивное давление на ограждение.

Отмечая флажком пункт «Учитывать пассивное давление на ограждение», при появлении пассивного давления, оно будет учитываться.

Если же не отмечать этот пункт, то пассивное давление на ограждение вообще не будет учитываться.

- Учитывать зависимость коэффициента постели от глубины:

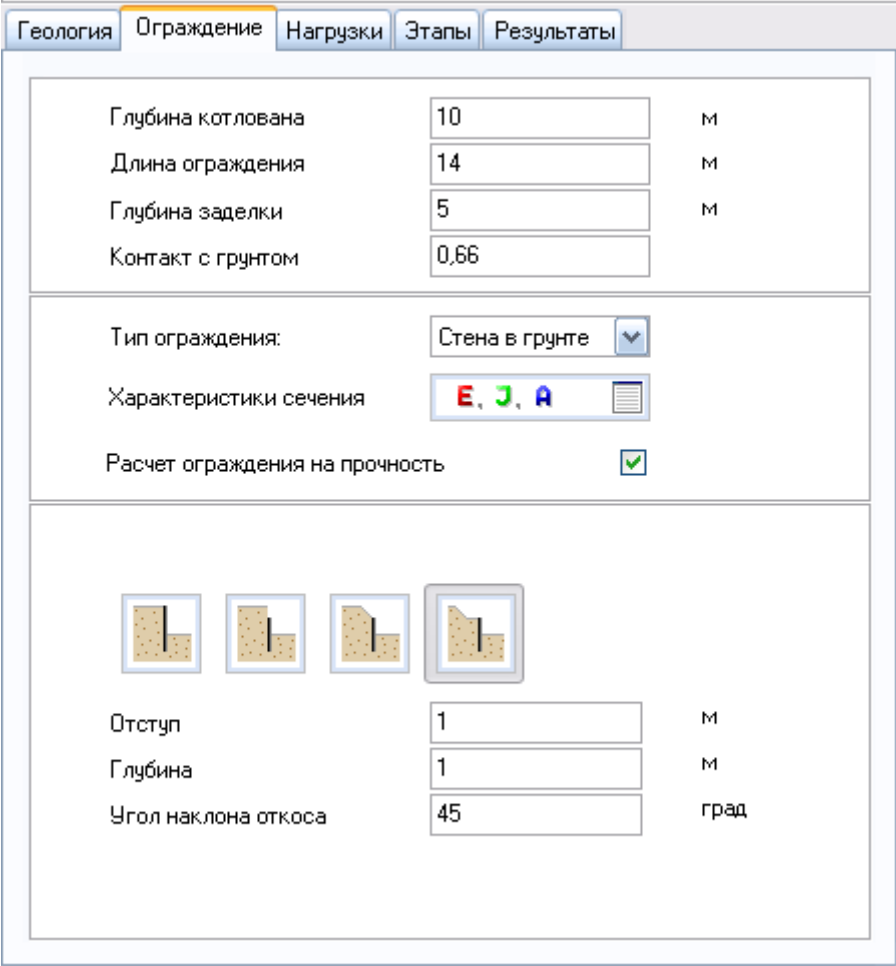
Отмечая флажком пункт «Учитывать зависимость коэффициента постели от глубины», коэффициент постели будет линейно увеличиваться в зависимости от глубины.

В случае же, когда данный пункт не отмечен, значение коэффициента постели будет дискретно, т.е. для каждого слоя коэффициент по-

стели будет иметь постоянное значение в каждом слое грунта, независимо от глубины.

Вкладка «Ограждение»

На вкладке *Ограждение* вводятся данные о глубине котлована, длине ограждения и параметры сечения ограждения.



Параметр	Значение	Единица
Глубина котлована	10	м
Длина ограждения	14	м
Глубина заделки	5	м
Контакт с грунтом	0,66	
Тип ограждения:	Стена в грунте	
Характеристики сечения	E, J, A	
Расчет ограждения на прочность	<input checked="" type="checkbox"/>	
Отступ	1	м
Глубина	1	м
Угол наклона откоса	45	град

Глубина котлована – глубина котлована задается от поверхности земли.

Длина ограждения – длина свай или «стены в грунте».

Глубина заделки – параметр вычисляется автоматически и показывает значение глубины заделки ограждения.

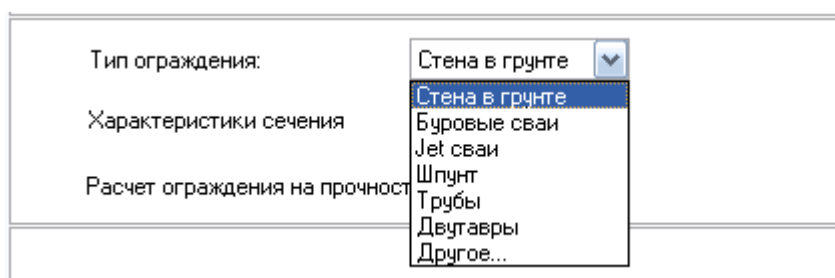
Контакт с грунтом – параметр, отвечающий за передачу продольного усилия на ограждение, изменяется в диапазоне от 0,0 до 1,0 (в долях от угла внутреннего трения грунта).

При нажатии правой кнопки мышки на поле ввода выводится окно с рекомендуемыми значениями параметра *Контакт с грунтом* в соответствии с СП 50-101-2004, п.10.11, таблица 10.1:

Материал стены	Технология устройства и особые условия	k
Бетон, железобетон	Монолитные гравитационные стены и гибкие стены, бетонизируемые насухо	0,67
	Монолитные гибкие стены, бетонизируемые под глинистым раствором в грунтах естественной влажности. Сборные гравитационные стены	0,50
	Монолитные гибкие стены, бетонизируемые под глинистым раствором в водонасыщенных грунтах. Сборные гибкие стены, устраиваемые под глинистым раствором в любых грунтах	0,33
Металл, дерево	В мелких и пылеватых водонасыщенных песках	0
	В прочих грунтах	0,33
Любой	При наличии вибрационных нагрузок на основание	0

Для ограждения из Jet свай рекомендуется принимать значение *Контакта с грунтом* равным 1,0.

Тип ограждения – позволяет выбрать тип используемого ограждения котлована: «*Стена в грунте*», *Буровые сваи*, *Jet сваи*, *Шпунт*, *Трубы*, *Двутаавры*, *Другое...*





Характеристики сечения – открывает окно для ввода

геометрических и прочностных характеристик выбранного типа ограждения, а также для расчета эффективных характеристик сечения.

Расчет ограждения на прочность – при выполнении расчета выполняется также расчет конструкции ограждения на прочность.

В случае если необходимо вычислить только моменты и внутренние усилия в ограждении рекомендуется для ускорения процесса расчета выключать опцию.

В случае расчета ограждения котлована, отсутствующего в списке *Тип ограждения*, например, ограждение из шпунтов другого профиля, можно выбрать пункт *Другое...* и задать пользовательские геометрические и прочностные характеристики сечения:

b – шаг ограждения (шаг свай или ширина шпунта), м

A – площадь сечения, м²

W – момент сопротивления, м³

J – момент инерции, м⁴

E – модуль упругости, МПа

R_s – предел прочности, Мпа

Также можно моделировать параметры откоса :

Отступ – отступ от ограждения котлована.

Глубина – глубина откоса.

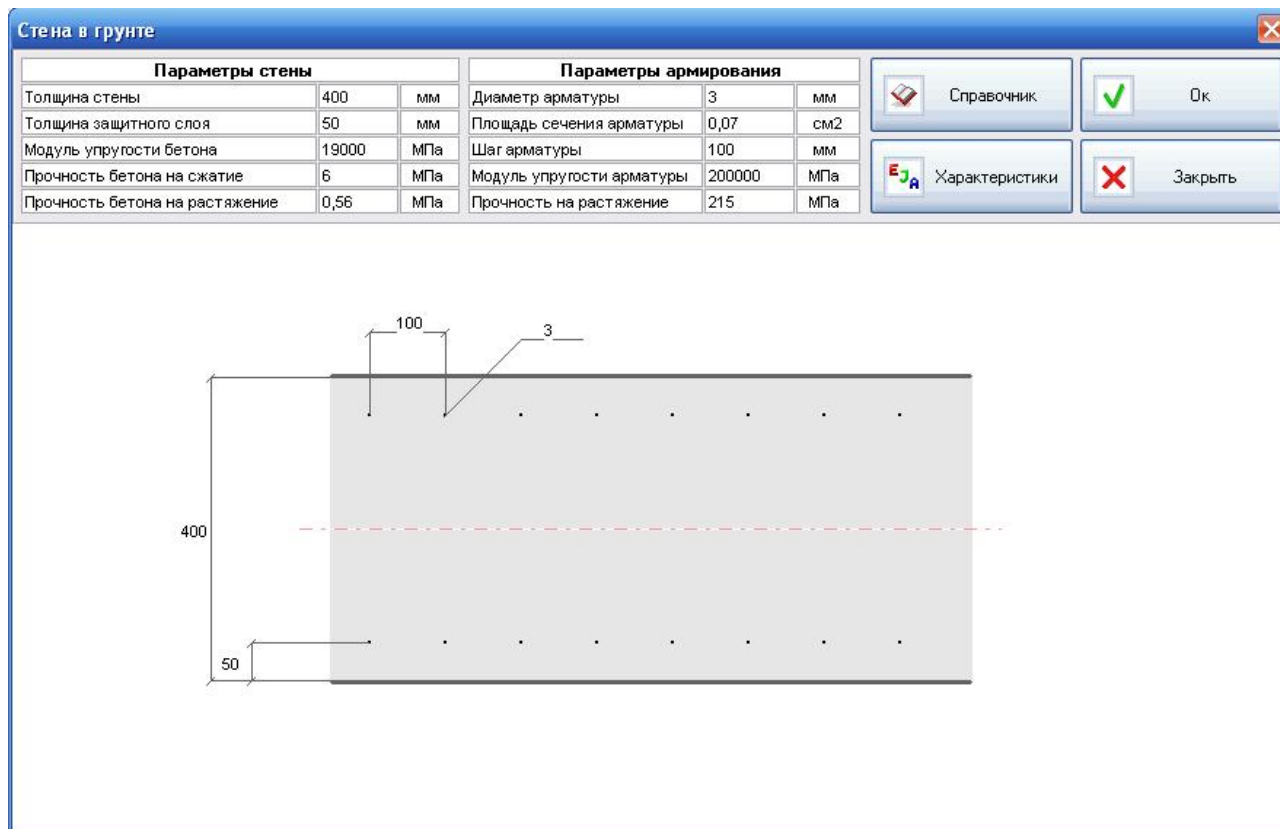
Угол наклона откоса.

Отступ	<input type="text" value="1"/>	м
Глубина	<input type="text" value="1"/>	м
Угол наклона откоса	<input type="text" value="45"/>	град

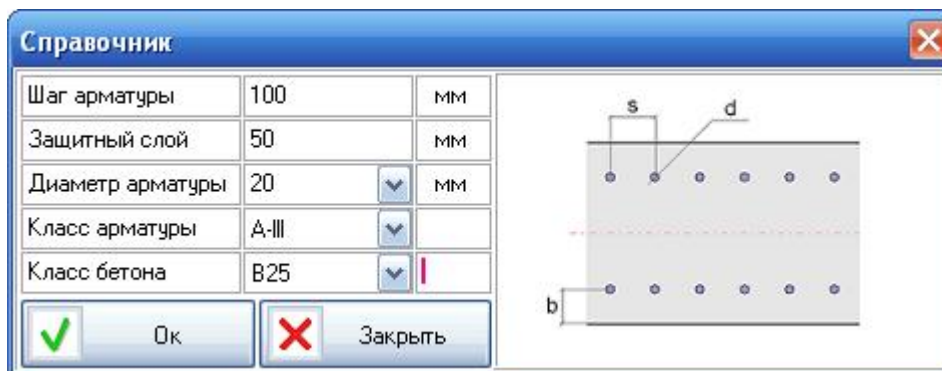
Характеристики сечения ограждения

Окно «Стена в грунте»

Окно позволяет ввести геометрические и прочностные параметры ограждения «Стена в грунте» для выполнения дальнейшего расчета.



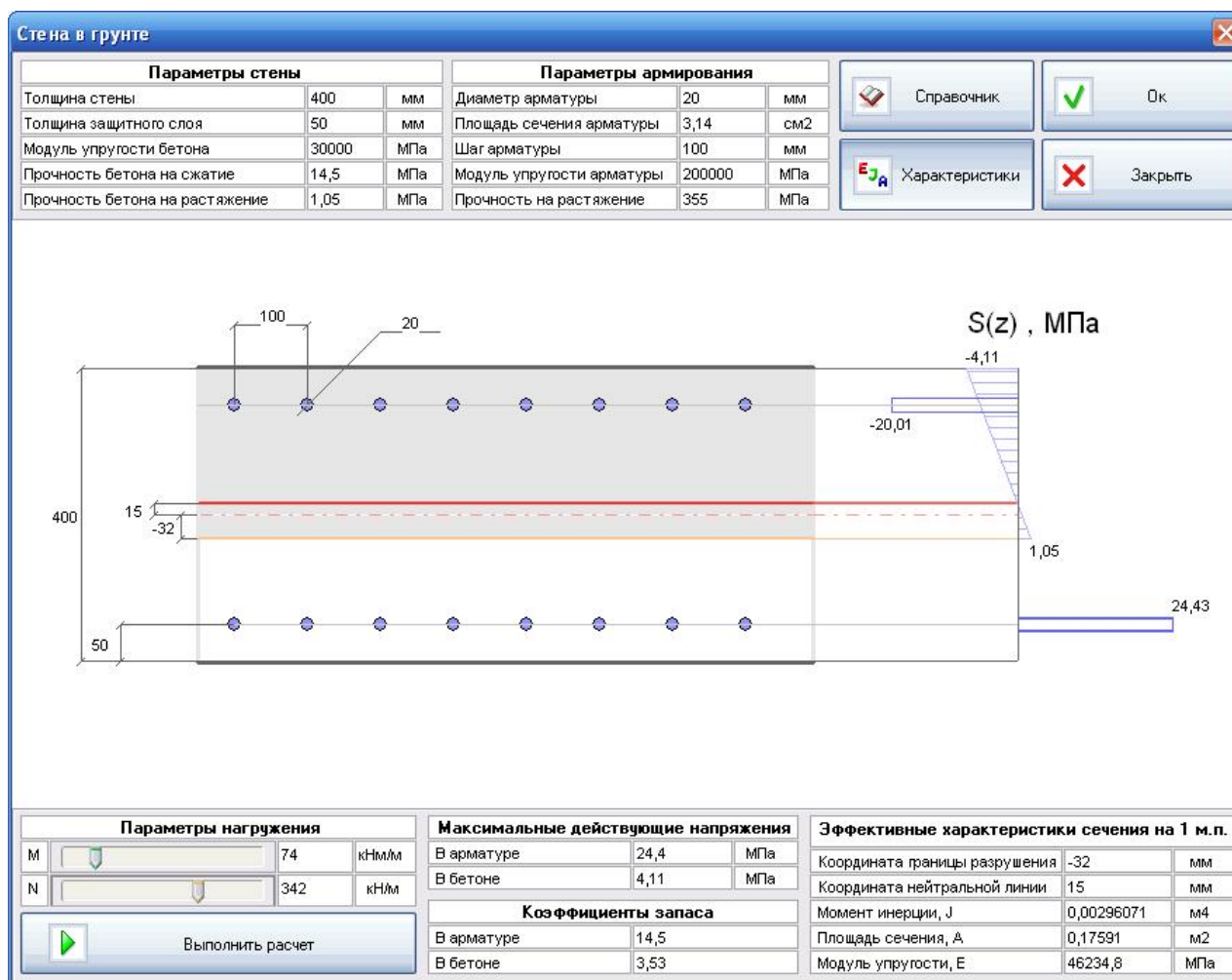
Для облегчения задания параметров арматуры и бетона можно воспользоваться *Справочником*.



Справочник – содержит справочник по арматуре (классы: A-I, A-II, A-III, A-IV, A240, A300, A400, A500, B500) и бетону (B10, B15, B20, B25, B30, B35, B40, B45, B50, B55, B60).

Эффективные характеристики – открывает панель для расчета эффективных характеристик сечения (момент инерции, площадь сечения, модуль упругости), напряжений и коэффициентов запаса, позволяет произвести анализ чувствительности параметров ограждения от момента и нагрузки.

Для предварительной проверки прочности сечения ограждения можно в разделе *Параметры нагружения* задать момент и продольную силу и нажать кнопку *Выполнить расчет*. После расчета будут вычислены эффективные характеристики сечения, напряжения в бетоне и арматуре и коэффициенты запаса, а также показана эпюра напряжений.



Окно «Буровые сваи»

Окно позволяет задать геометрические и прочностные параметры ограждения из буровых свай (буронабивных свай, свай CFA, буроинъекционных свай и т.д.).

В том числе имеется возможность выполнять расчет двухрядного ограждения из свай.

Буровые сваи
✕

Характеристики свай		Характеристики армирующего элемента	
Количество рядов	<input checked="" type="radio"/> 1 ряд <input type="radio"/> 2 ряда	Тип армирующего элемента	Армат. каркас
Диаметр сваи	500 мм	Размер каркаса	440 мм
Шаг свай в ряду	400 мм	Количество стержней	8 мм
Расстояние между рядами	мм	Площадь сечения	20,358 см ²
Модуль упругости	30000 МПа	Момент инерции	258,591 см ⁴
Прочность на сжатие	14,5 МПа	Модуль упругости	210000 МПа
Прочность на растяжение	1,05 МПа	Прочность на растяжение	365 МПа
		Армирование (ряд №1)	50 %
		Армирование (ряд №2)	%

Справочник

Характеристики

Ок

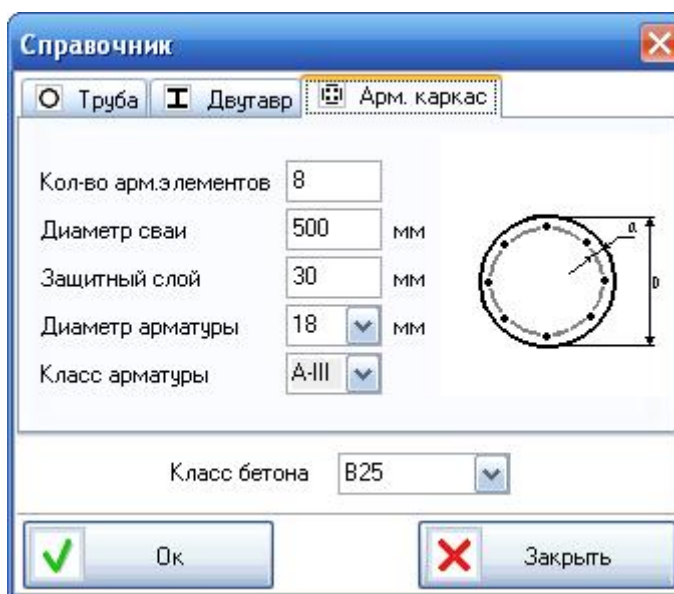
Закрыть

Сжатие

Растяжение

Параметры нагружения		Эффективные характеристики сечения	
Изгибающий момент, M	92 кНм/м	Координата границы разрушения	-141 мм
Продольная сила, N	41 кНм/м	Координата нейтральной линии	-148 мм
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; background-color: #e6f2ff; display: inline-block; margin: 5px;"> </div>		Момент инерции, J	0,0011 м ⁴
		Площадь сечения, A	0,038 м ²
		Модуль упругости, E	30174 МПа
Максимальные действующие напряжения			
		В арматуре	414,5 МПа
		В бетоне	16,45 МПа
Коэффициенты запаса			
		По арматуре	0,8806
		По бетону	0,8816

Для облегчения задания параметров армирующего элемента можно воспользоваться *Справочником*, который содержит базу данных по трубам, двутаврам и арматуре, учитывая класс бетона.



В данном модуле также можно выполнить расчет эффективных характеристик сечения ограждения, произвести анализ чувствительности параметров ограждения от момента и продольной силы, а также рассчитать, напряжения действующие в сечении и коэффициенты запаса.

Окно «Jet сваи»

Окно позволяет задать геометрические и прочностные параметры ограждения из Jet свай (грунтоцементных свай).

Jet сваи

Характеристики свай и грунбетона					Характеристики армирующего элемента		
Количество рядов	<input type="radio"/> 1 ряд <input checked="" type="radio"/> 2 ряда				Тип армирующего элемента	Труба	
Шаг свай в ряду	500	мм			Диаметр трубы	89	мм
Расстояние между рядами	300	мм			Толщина стенки	6,5	мм
№	D, мм	E, МПа	R, МПа	Rt, МПа	Площадь сечения	16,847	см ²
▶ 1	500	3000	2	0,2	Момент инерции	144,219	см ⁴
2	500	3000	2	0,2	Модуль упругости	210000	МПа
3	500	3000	2	0,2	Прочность на растяжение	379	МПа
4	400	3000	2	0,2	Армирование (ряд №1)	100	%
					Армирование (ряд №2)	100	%

Растяжение Ряд №1
 Ряд №2
 Сжатие

Параметры нагружения			Эффективные характеристики сечения					
Изгибающий момент, М	78	кНм/м	№	A, м ²	E, МПа	J, м ⁴	Zs, мм	Zo, мм
▶			▶ 1	0,074	16762	0,002324	156,2	106,6
▶			2	0,074	16762	0,002324	156,2	106,6
▶			3	0,074	16762	0,002324	156,2	106,6
▶			4	0,047	24375	0,00149628	162,4	123,16
▶			5	0,074	16762	0,002324	156,2	106,6

Модуль Jet сваи отличается от модуля Буровые сваи тем, что позволяет задавать диаметр, модуль деформации и прочность материала свай для каждого слоя грунта.

Эта опция необходима, т.к. диаметр и прочность грунтоцементных свай зависит от типа грунтов.

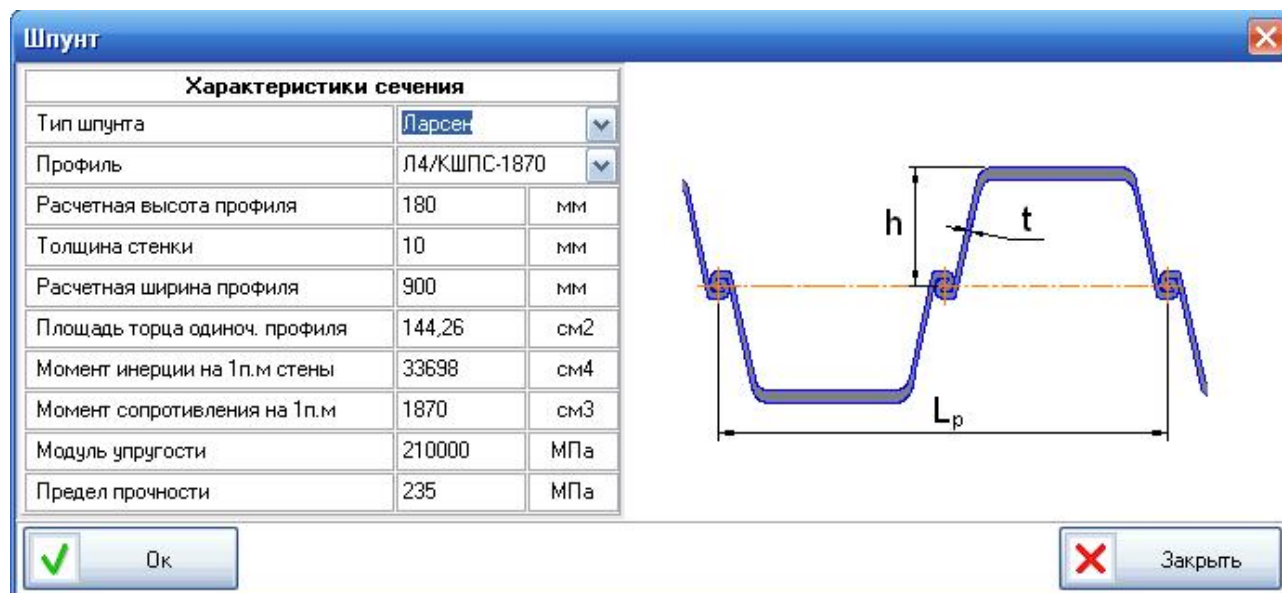
Для облегчения задания параметров армирующего элемента можно воспользоваться справочником, аналогичным как для Буровых свай.

Имеется также возможность произвести проверочный расчет для разных комбинаций момента и продольной силы.

Окно «Шпунт»

Окно позволяет задать геометрические и прочностные параметры шпунтового ограждения.

Программа содержит справочник шпунтов Arcelor, Ларсен и ПШС.



Окно «Трубы»

Окно позволяет задать геометрические и прочностные параметры ограждения из труб. Встроенный справочник труб позволяет задать практически любую трубу из ГОСТов.

Трубы ✖

Параметры ограждения			Характеристики сечения		
ГОСТ	633-80	▼	Площадь торца	10,7	см ²
Диаметр трубы	73	▼ мм	Момент сопротивления	17,0	см ³
Толщина стенки	5	▼ мм	Момент инерции	62,1	см ⁴
Группа прочности	Д	▼	Модуль упругости	210000	МПа
Шаг	100	мм	Предел прочности	379	МПа

100 73

✓ ✖

Окно «Двутаавры»

Окно позволяет задать геометрические и прочностные параметры ограждения из двутаавров. Имеется встроенный справочник двутаавров.

Двутавр

Параметры ограждения			Характеристики сечения		
ГОСТ	8239-73		Площадь торца	0,0	см ²
Тип	Нормальные		Момент сопротивления	0,0	см ³
Номер балки	14		Момент инерции	NAN	см ⁴
Марка стали	C285		Модуль упругости	210000	МПа
Шаг	200	мм	Предел прочности	0	МПа

200 73

Ok Закрыть

Вкладка «Нагрузки»

Задается информация о распределенных нагрузках для задания нагрузок от близлежащих зданий и техники.

Геология Ограждение **Нагрузки** Этапы Результаты

№	Отступ, м	Ширина, м	Заглуб, м	qA, кПа	qB, кПа
1	0	5	0	5	10

№ – номер по порядку,

Отступ, м – расстояние от края нагрузки до борта котлована,

Ширина, м – ширина нагрузки,

Заглуб, м – глубина приложения нагрузки,

Давление q_A , кПа – значение нагрузки на левой точке,

Давление q_B , кПа – значение нагрузки на правой точке.

Вкладка «Этапы»

На вкладке *Этапы* задается количество этапов разработки котлована и параметры анкеров или распорок.

В разделе *Анкеры и распорная система* задаются параметры грунтовых анкеров или распорок.

Этап – этап, начиная с которого анкер или распорка учитываются в расчете,

Тип – тип связи: Анкер или Распорка.

h, м – глубина установки,

C, кН/мм – жесткость анкера или распорки,





Шаг, м – шаг анкера или распорки,

Угол, град – угол наклона к горизонтали,

Усилие, кН – усилие натяжения анкера.





Геология Ограждение Нагрузки **Этапы** Результаты

Анкеры и распорная система

Этап	Тип связи	h, м	C, кН/мм	Шаг, м	Угол, гр	F, кН
2	Анкер	5,5	34,0	1	25	0

Этапы разработки котлована





 Расстояние от дна котлована до связи: м
 

Уровень водоупора м

Этап	Глубина, м	УВ слева, м	УВ справа, м
1	6	6	6
2	10	6	10

Например, если анкер устанавливается на глубине 5,5 м, то для его установки необходимо на Этапе 1 выкопать котлован до глубины примерно 6,0 м и установить анкер, поэтому в расчете анкер учитывается начиная с Этапа 2.

Для задания типа связи необходимо мышкой нажать на поле Тип и из списка выбрать *Анкер* или *Распорка*.

По опытным данным жесткость анкера находится в пределах от 10 до 50 кН/мм. Жесткость анкера или распорки также можно вычислить, нажав в разделе *Анкеры и распорная система* кнопку *Расчет жесткости связей* . Соответственно, в таблицу задаются параметры необходимые для определения жесткости анкера или распорной системы. Вычисленная жесткость автоматически записывается в раздел *Анкеры и распорная система*.

Расчет жесткости связи

Распорки Анкеры


Расчет распорной системы из труб		Расчет железобетонной распорной системы	
Внешний диаметр, мм		Высота плиты, мм	
Толщина стенки, мм		Модуль упругости бетона, МПа	
Модуль упругости материала, МПа		Модуль упругости арматуры, МПа	
Длина распорки, м		Доля продольного армирования, %	
		Длина распорки, м	
<input type="button" value="Расчитать жесткость распорки"/>		<input type="button" value="Расчитать жесткость плиты"/>	
Жёсткость распорки, кН/мм		Жёсткость 1 м плиты, кН/мм	
<input type="button" value="Принять для"/>		<input type="button" value="Принять для"/>	

Расчет жесткости связи

Распорки Анкеры

Этап	Свободная длина тяги, м	Внеш. диаметр тяги, мм	Внутр. диаметр тяги, мм	Модуль упругости тяги, МПа	Жесткость, кН/мм
2	8,0	73	62	210000	30,6

В разделе *Этапы разработки котлована* задается глубина этапов разработки котлована.

Программа может автоматически заполнить глубины этапов в соответствии с расставленными анкерами или распорками. Для этого в поле *Расстояние от дна котлована до связи* необходимо указать глубину от устья скважины анкера до дна, минимально необходимую для устройства анкера буровой установкой (0,1-0,5 м), и нажать кнопку .

В полях *УВ слева*, *УВ справа* и *Уровень водоупора* вводятся данные по грунтовым водам. Значения вводятся без знака «минус».

Вкладка «Результаты»

На вкладке *Результаты расчета* выводятся результаты для каждого этапа устройства ограждения.

На вкладке расположены следующие кнопки:



Добавить исходные данные – добавляет в окно с результатами исходные данные по расчету.



Сохранить отчет – сохранение результатов расчета в файл в формате RTF, который можно открыть в текстовом редакторе Word.



Скопировать изображение – помещает изображение графического поля в буфер обмена.



Сохранить отчет – импортирование отчета в программу Microsoft Word для дальнейшего редактирования.



Результаты расчетов – выводит результаты расчетов в таблицу в формате Excel.

Для построения эпюр достаточно нажать одну из следующих кнопок на панели инструментов:



Пассивное горизонтальное давление на ограждение



Активное горизонтальное давление на ограждение



Активное горизонтальное давление со стороны котлована



Пассивное горизонтальное давление со стороны котлована



Расчетное давление на ограждение



Расчетное и предельное давление на ограждение



Горизонтальные перемещения

- Q Перерезывающая сила
- N Продольная сила
- M Изгибающий момент
- K_s Запас прочности в армирующем элементе
- K_b Запас прочности в бетоне

Геология
Ограждение
Нагрузки
Этапы
Результаты

Результаты расчета

Этап 1

Макс. изгибающий момент..... 51,01 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 1,10 см
 Макс. поперечная сила..... 29,24 кН/м
 Коэф. запаса прочности в металле K_s..... 8,50
 Коэф. запаса прочности в бетоне K_b..... 2,46

Этап 2

Макс. изгибающий момент..... 56,48 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 0,95 см
 Макс. поперечная сила..... 52,94 кН/м
 Коэф. запаса прочности в металле K_s..... 6,68
 Коэф. запаса прочности в бетоне K_b..... 1,70
 Расчетное продольное усилие в связях:
 1) Анкер..... 82,01 кН


Этап 3

Макс. изгибающий момент..... 85,04 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 1,57 см
 Макс. поперечная сила..... 84,12 кН/м
 Коэф. запаса прочности в металле K_s..... 4,39
 Коэф. запаса прочности в бетоне K_b..... 1,17
 Расчетное продольное усилие в связях:
 1) Анкер..... 92,39 кН
 2) Распорка..... -50,83 кН

Максимальные значения


Макс. изгибающий момент..... 85,04 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 1,57 см
 Мин. значение коэф. запаса в металле K_s..... 4,39
 Мин. значение коэф. запаса в бетоне K_b..... 1,17
 Макс. продольная сила в связях:
 1) Анкер..... 92,39 кН
 2) Распорка..... -50,83 кН

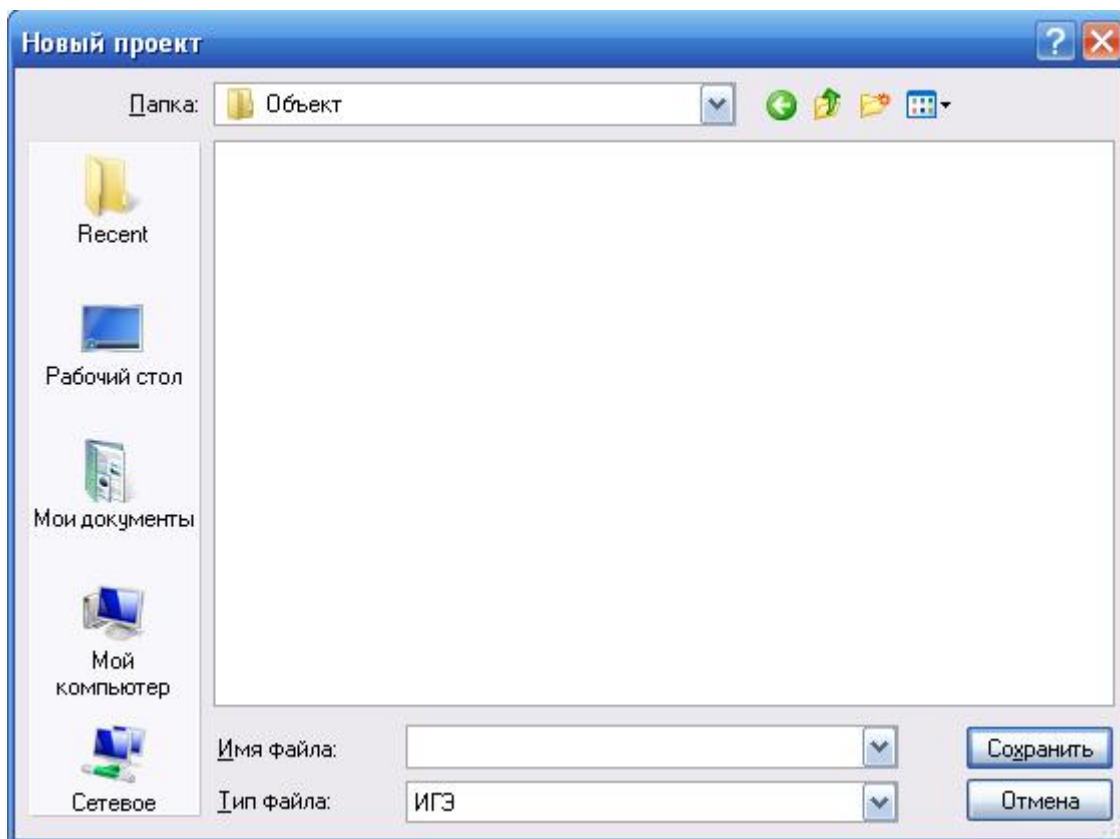
В меню Результаты имеется полный список эпюр, которые программа может отобразить.

Для выбора этапа, на котором необходимо построить эпюру, необходимо воспользоваться окном выбора этапа 


При отображении эпюр коэффициентов запаса, если значение коэффициента превышает в 4 раза минимальное значение, то на этом участке эпюра отображается прямой линией. На самом деле эпюра на этих участках должна выходить за пределы рисунка.

ПРИМЕР РАСЧЕТА И РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

Для начала работы необходимо создать проект, нажав на кнопку *Создать проект* , и указав файл для хранения данных проекта. Желательно каждый проект хранить в отдельной папке.



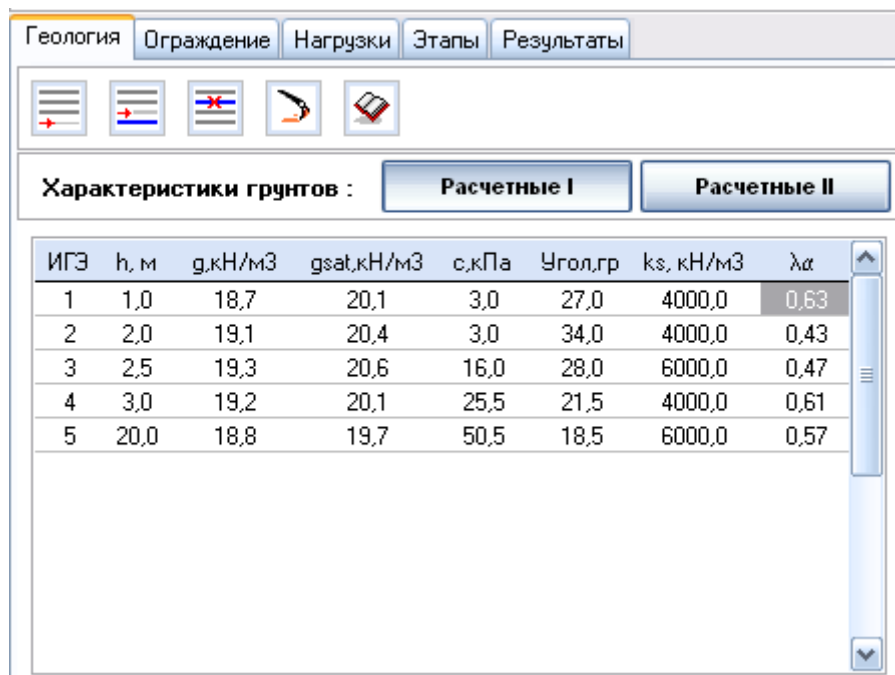
В принципе можно начать работу и не нажимая кнопку *Создать проект*. В этом случае программа сохраняет всю информацию во временный файл расположенный в каталоге, где установлена программа. По умолчанию это: C:\Prorgam files\GeoSoft\GeoWall\Temp\no name.*

Рекомендуется периодически сохранять проект нажатием кнопки *Сохранить проект* .

В связи с тем, что в программе используются базы данных, при работе с таблицами на вкладках *Геология*, *Нагрузки*, *Этапы*, *Анкера* данные сохраняются автоматически сразу после изменения значений в таблице.

При нажатии кнопки *Сохранить проект* сохраняются все значения введенные в полях ввода, такие как, например, глубина котлована.


Далее необходимо задать свойства грунтов и данные по уровню грунтовых вод на вкладке *Геология*.

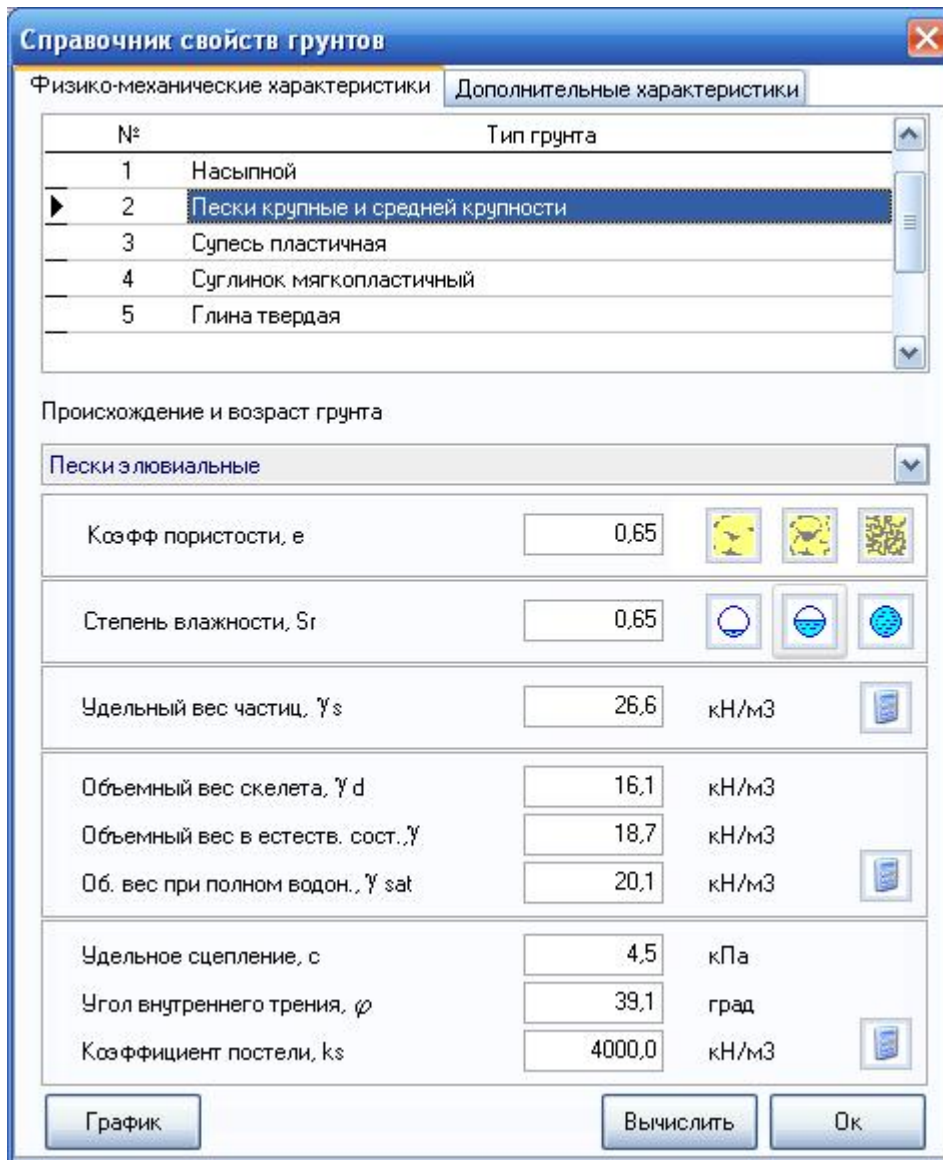


Геология Ограждение Нагрузки Этапы Результаты

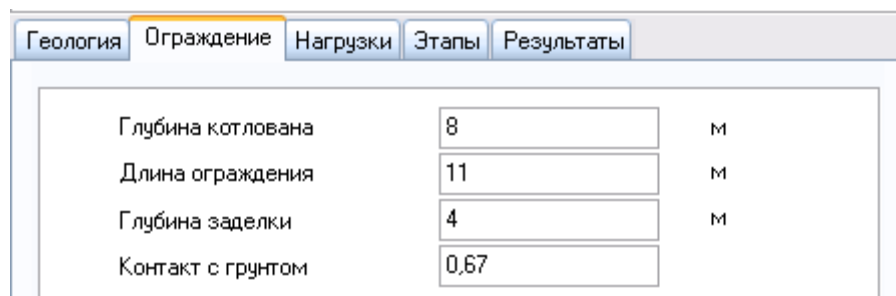
Характеристики грунтов : Расчетные I Расчетные II

ИГЭ	h, м	g, кН/м³	gsat, кН/м³	c, кПа	Угол, гр	ks, кН/м³	λ α
1	1,0	18,7	20,1	3,0	27,0	4000,0	0,63
2	2,0	19,1	20,4	3,0	34,0	4000,0	0,43
3	2,5	19,3	20,6	16,0	28,0	6000,0	0,47
4	3,0	19,2	20,1	25,5	21,5	4000,0	0,61
5	20,0	18,8	19,7	50,5	18,5	6000,0	0,57

Для удобства можно воспользоваться встроенным *Справочником грунтов* .



Далее на вкладке *Ограждение* заполняются параметры ограждения котлована: глубина котлована, длина свай.



После этого выбирается *Тип ограждения* и задаются параметры сечения путем нажатия на кнопку *Характеристики сечения*

Тип ограждения:	Буровые сваи	▼
Характеристики сечения	E, J, A	☰
Расчет ограждения на прочность		<input checked="" type="checkbox"/>

В окне необходимо ввести геометрические и прочностные параметры ограждения, такие как, например, для ограждения из буровых свай шаг свай, диаметр свай, тип армирующего элемента, прочность и модуль упругости бетона и металла.

Для заполнения геометрических и прочностных параметров армирующего элемента можно воспользоваться *Справочником*.

Буровые сваи
✕

Характеристики свай			Характеристики армирующего элемента		
Количество рядов	<input checked="" type="radio"/> 1 ряд <input type="radio"/> 2 ряда		Тип армирующего элемента	Армат. каркас	
Диаметр сваи	600	мм	Размер каркаса	440	мм
Шаг свай в ряду	500	мм	Количество стержней	8	мм
Расстояние между рядами		мм	Площадь сечения	20,358	см ²
Модуль упругости	30000	МПа	Момент инерции	258,591	см ⁴
Прочность на сжатие	20	МПа	Модуль упругости	210000	МПа
Прочность на растяжение	2	МПа	Прочность на растяжение	365	МПа
			Армирование (ряд №1)	50	%
			Армирование (ряд №2)		%

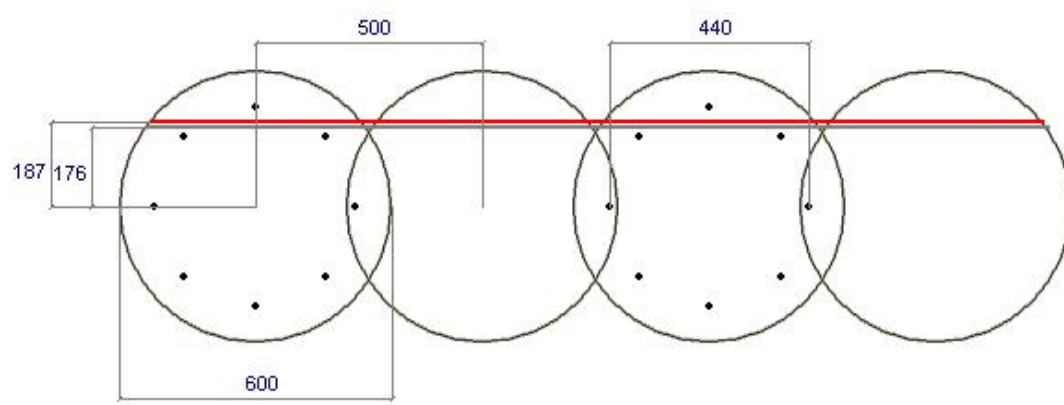
📖 Справочник

EJA Характеристики

✔ Ок

✕ Закрыть

Сжатие

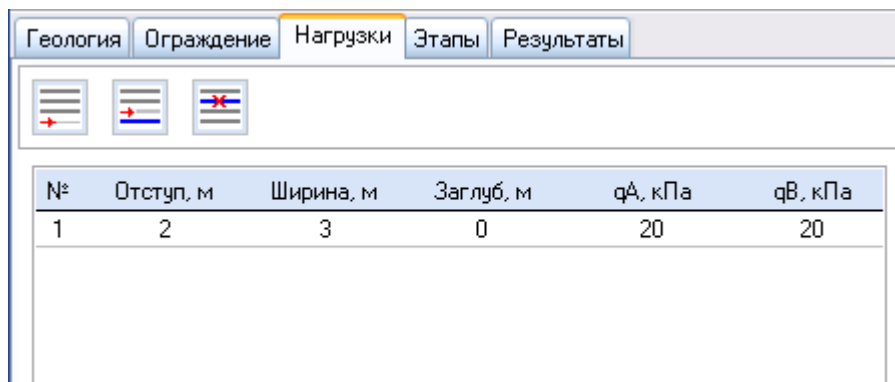


Растяжение

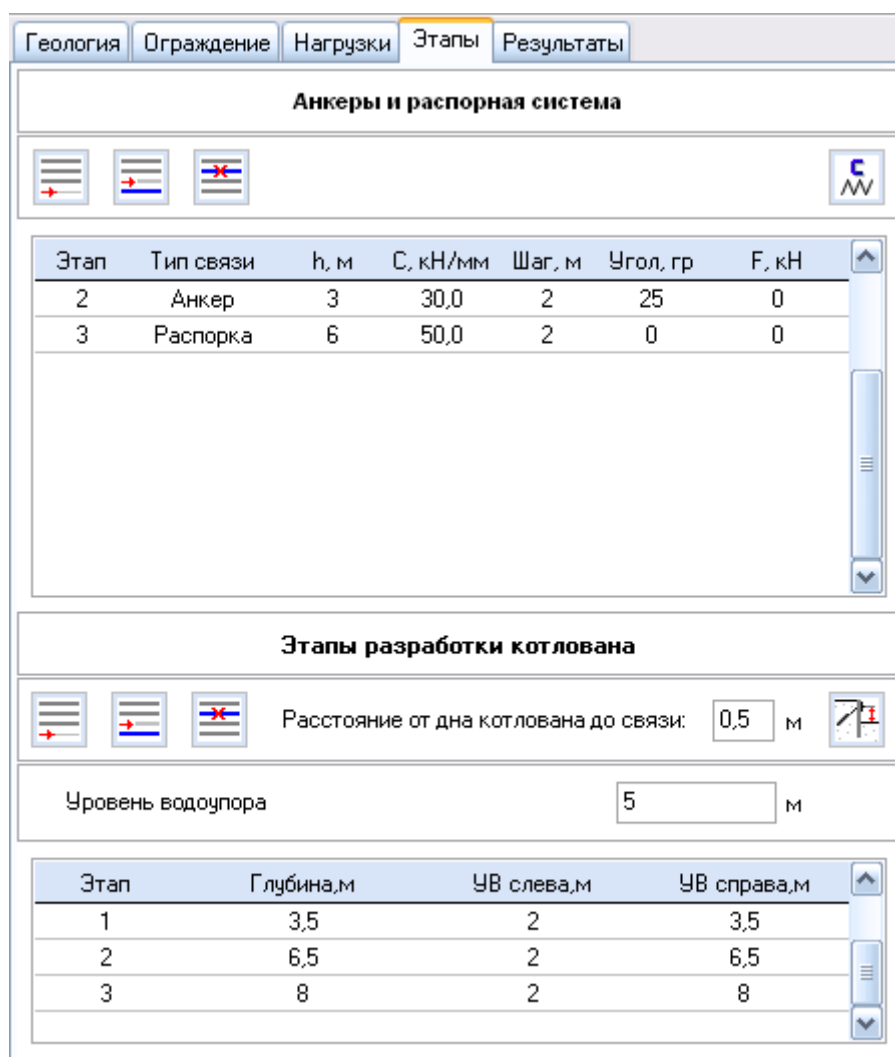
Параметры нагружения			Эффективные характеристики сечения		
Изгибающий момент, M	146	кНм/м	Координата границы разрушения	-176	мм
Продольная сила, N	107	кНм/м	Координата нейтральной линии	-187	мм
			Момент инерции, J	0,0022	м ⁴
			Площадь сечения, A	0,049	м ²
			Модуль упругости, E	30087	МПа
Максимальные действующие напряжения					
			В арматуре	486,4	МПа
			В бетоне	19,23	МПа
Коэффициенты запаса					
			По арматуре	0,7504	
			По бетону	1,04	


▶
Выполнить расчет

Если в проекте необходимо задать нагрузки, например, от близстоящего здания или от складированных материалов, необходимо перейти к вкладке *Нагрузки*, где нужно заполнить соответствующие поля.



На вкладке *Этапы* задаются анкерные или распорные системы.



После ввода всех данных необходимо нажать кнопку. *Выполнить расчет* .

Для выполнения расчета на прочность ограждения необходимо активировать опцию *Расчет на прочность* на вкладке *Ограждение*.

Результаты расчета для каждого этапа выработки котлована отображаются на вкладке *Результаты*, а также в виде эпюр в графическом поле.

Результаты расчета

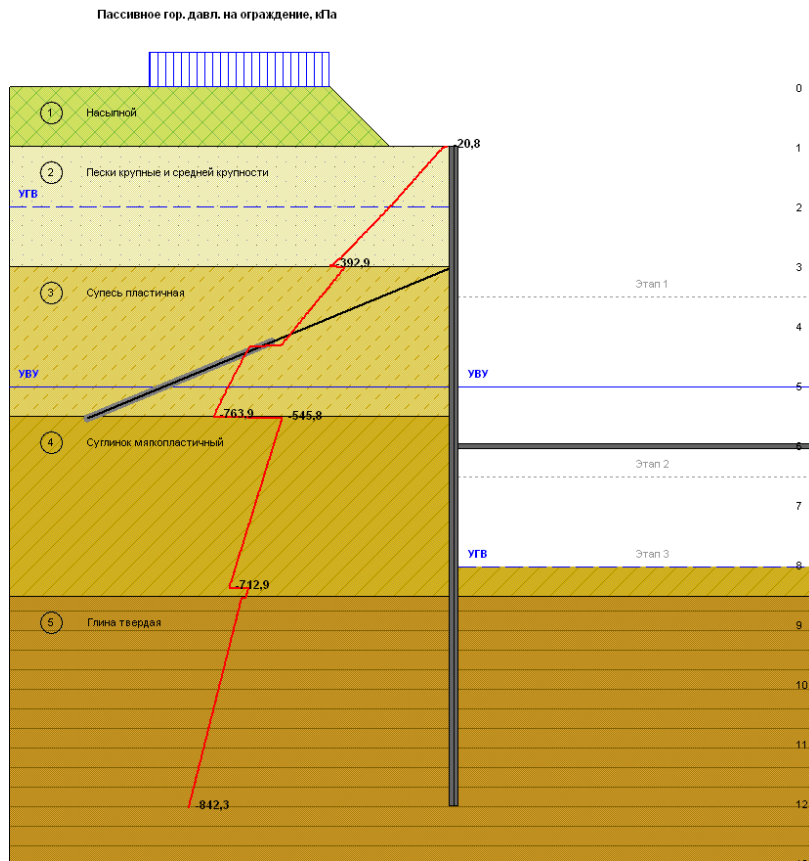
Этап 1
 Макс. изгибающий момент..... 25,94 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 0,16 см
 Макс. поперечная сила..... 23,79 кН/м
 Коэф. запаса прочности в металле K_s..... 155,00
 Коэф. запаса прочности в бетоне K_b..... 43,70

Этап 2
 Макс. изгибающий момент..... 45,54 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 0,43 см
 Макс. поперечная сила..... 28,18 кН/м
 Коэф. запаса прочности в металле K_s..... 82,90
 Коэф. запаса прочности в бетоне K_b..... 23,70
 Расчетное продольное усилие в связях:
 1) Анкер..... 62,19 кН

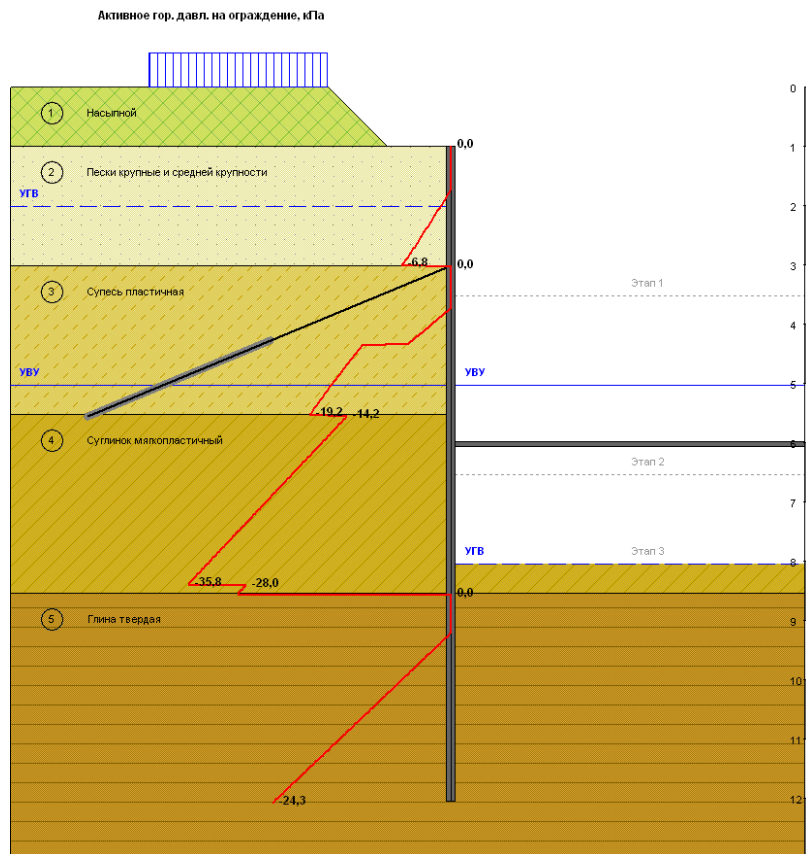
Этап 3
 Макс. изгибающий момент..... 62,12 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 0,47 см
 Макс. поперечная сила..... 40,96 кН/м
 Коэф. запаса прочности в металле K_s..... 61,00
 Коэф. запаса прочности в бетоне K_b..... 17,40
 Расчетное продольное усилие в связях:
 1) Анкер..... 70,72 кН
 2) Распорка..... -30,47 кН

Максимальные значения
 Макс. изгибающий момент..... 62,12 кНм/м
 Макс. горизонтальное перемещение..... 0,47 см
 Мин. значение коэф. запаса в металле K_s..... 60,96
 Мин. значение коэф. запаса в бетоне K_b..... 17,45
 Макс. продольная сила в связях:
 1) Анкер..... 70,72 кН
 2) Распорка..... -30,47 кН

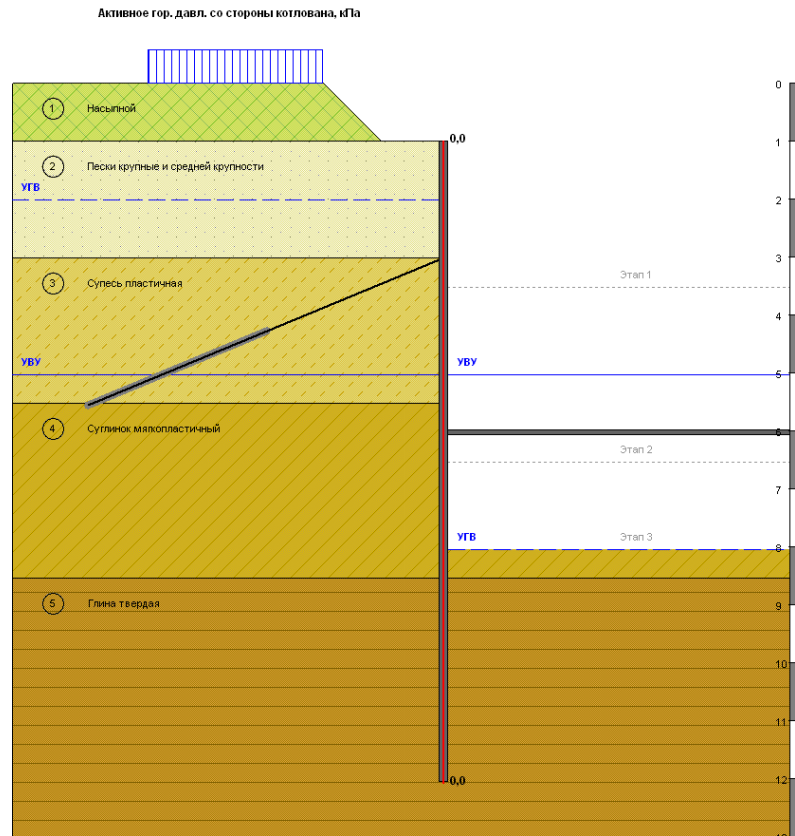
Результаты расчета в текстовом виде



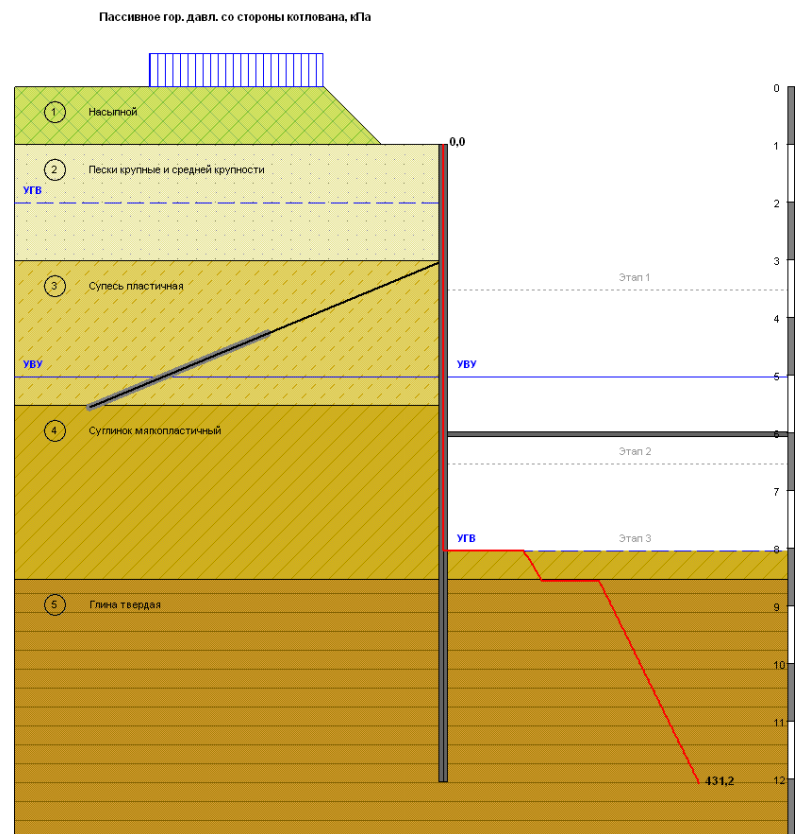
Пассивное горизонтальное давление на ограждение, кПа



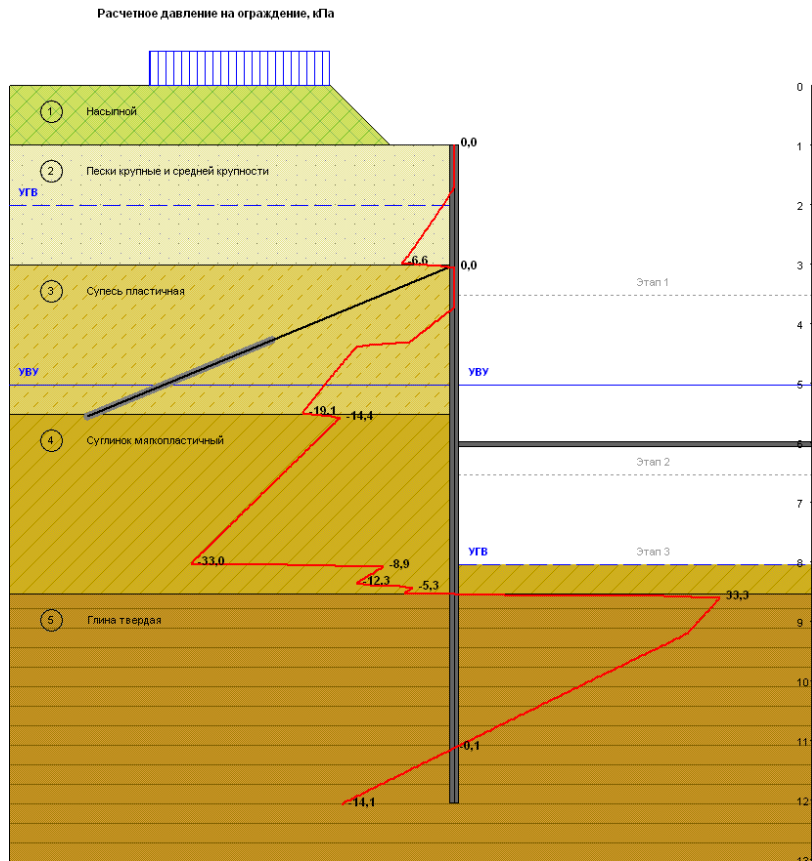
Активное горизонтальное давлнение на ограждение, кПа



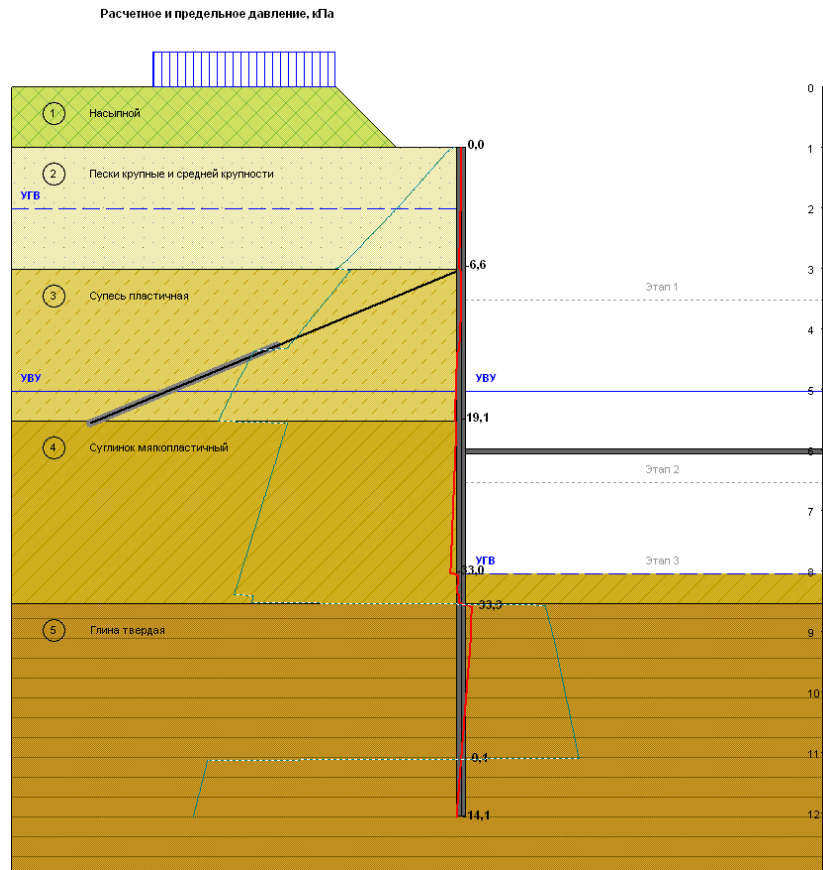
Активное горизонтальное давление со стороны котлована, кПа



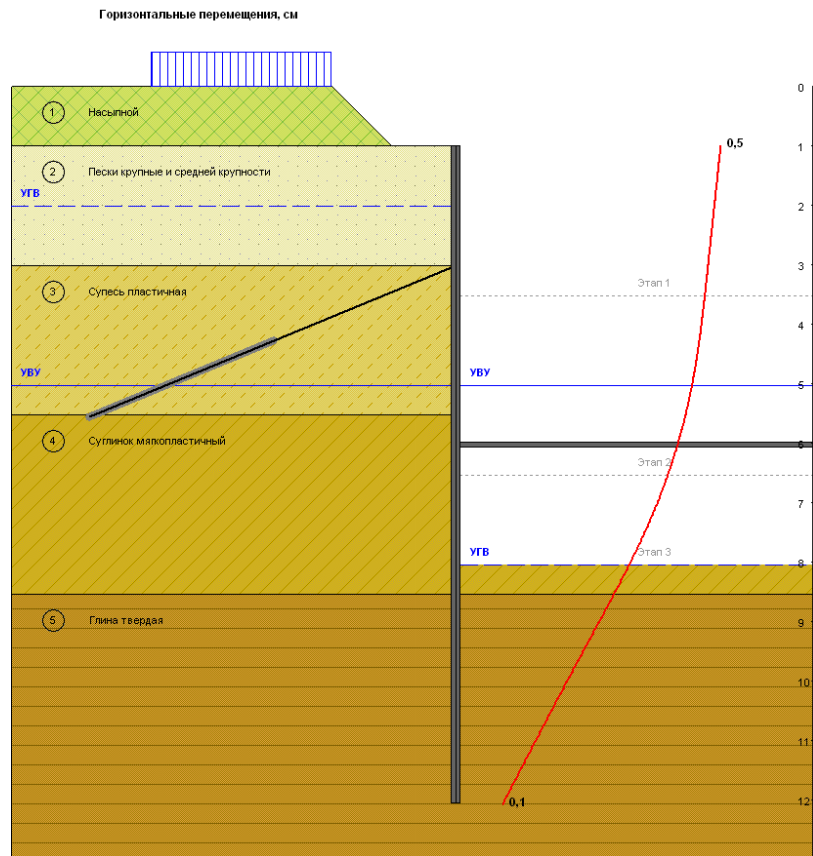
Пассивное горизонтальное давление со стороны котлована, кПа



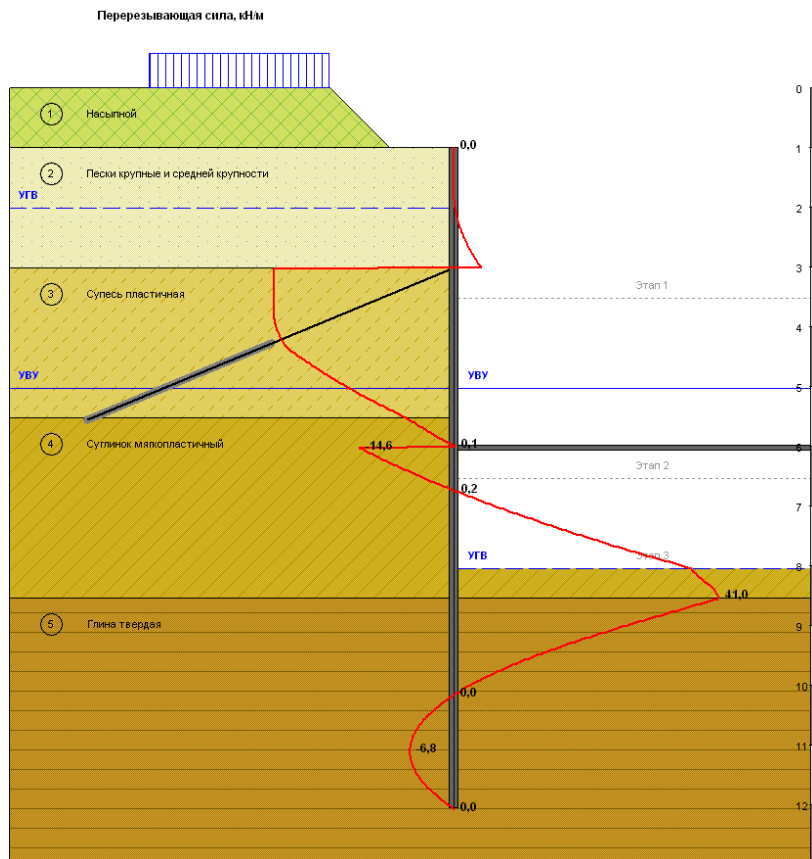
Расчетное давление, кПа



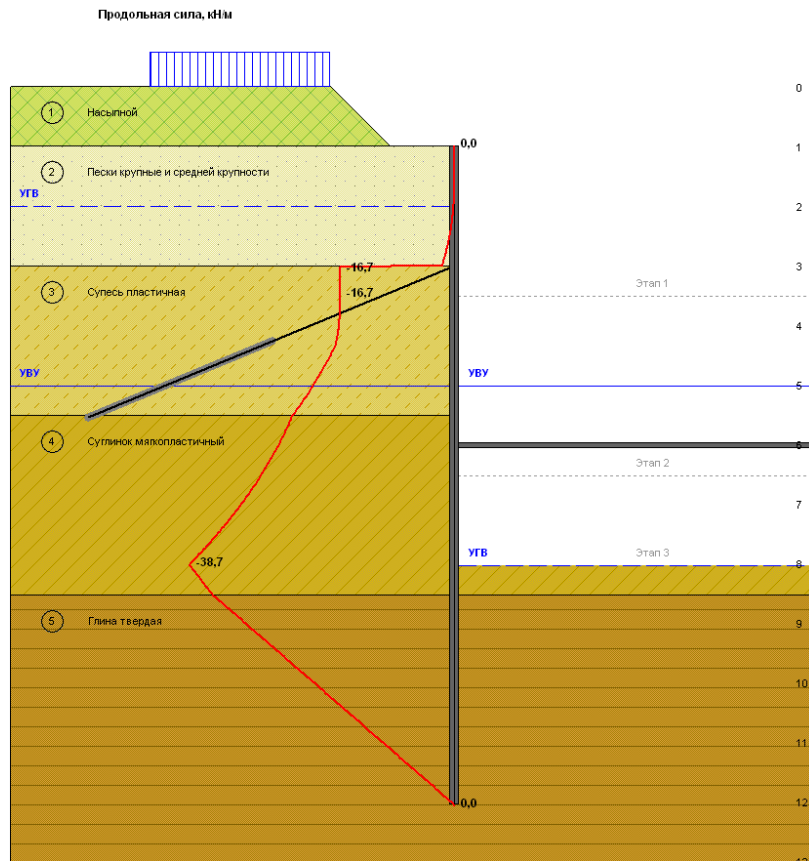
Расчетное и предельное давление, кПа



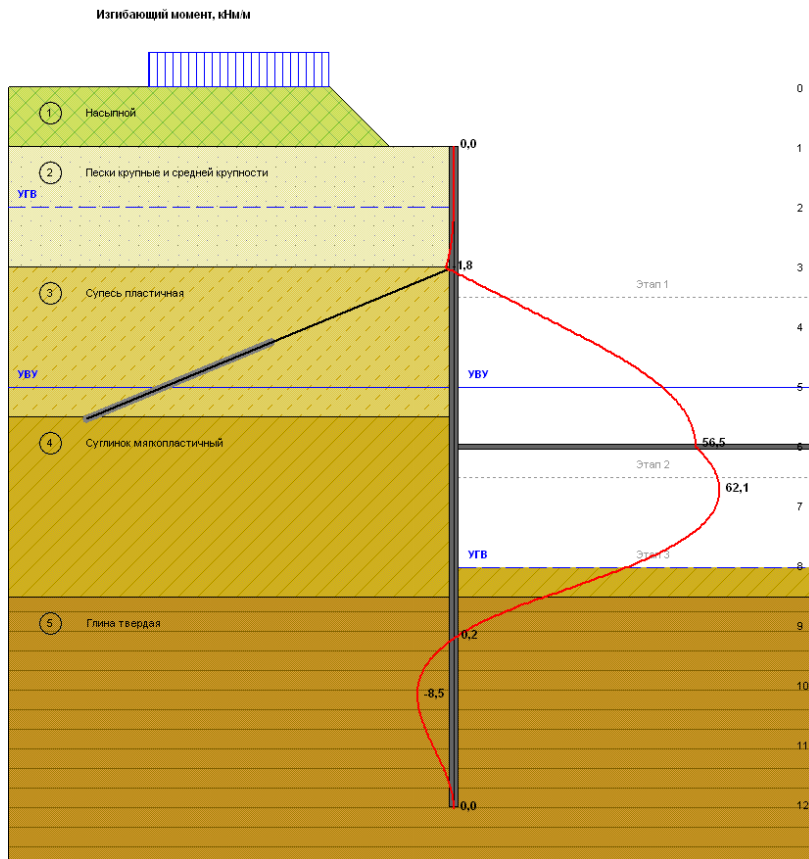
Горизонтальные перемещения, см



Перерезывающая сила, кН/м

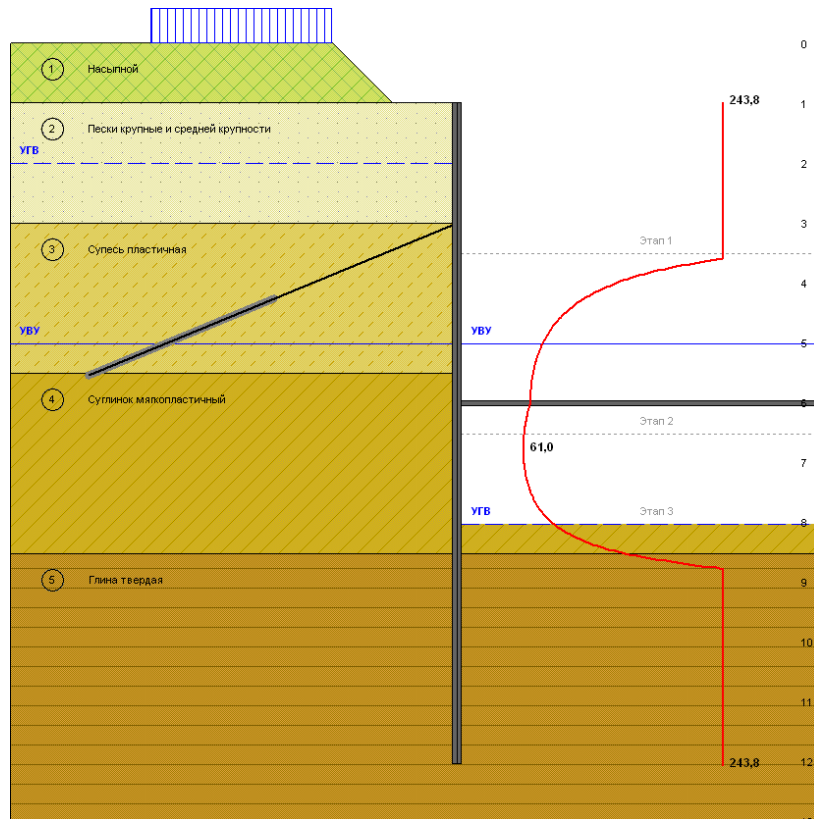


Продольная сила, кН/м



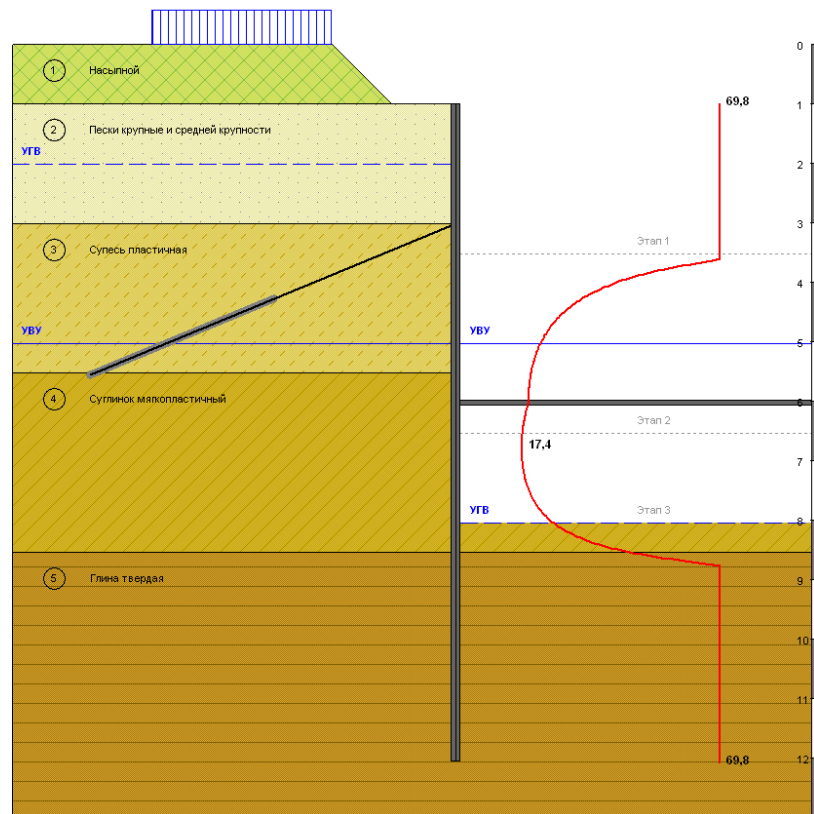
Изгибающий момент, кН/м

Запас прочности в армирующем элементе, Ks



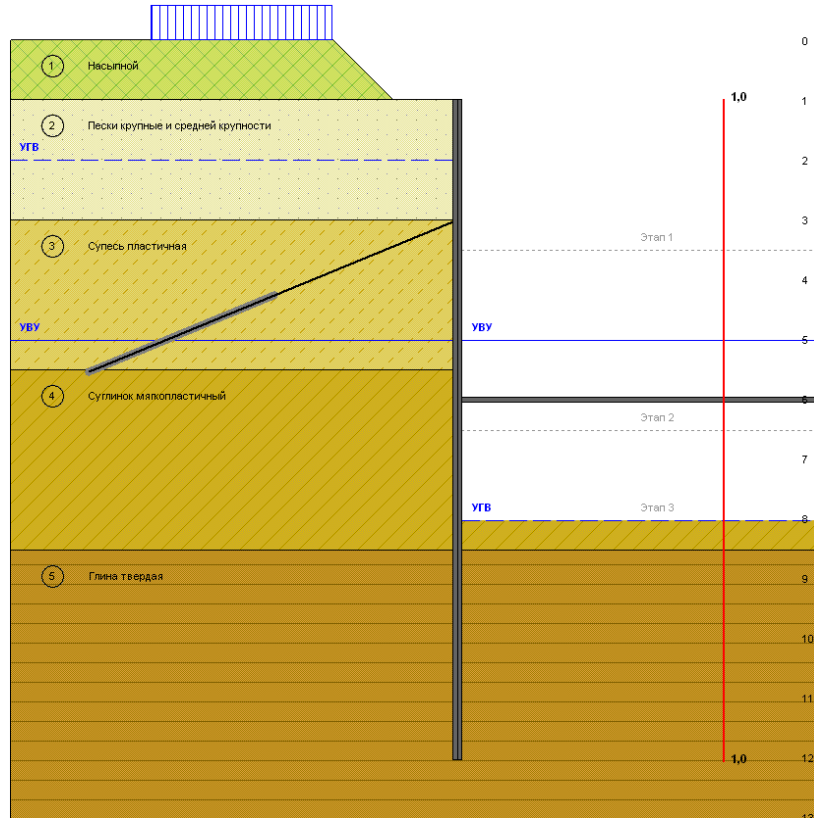
Коэффициент запаса прочности в армирующем элементе

Запас прочности в бетоне, Kb



Коэффициент запаса прочности в бетоне

Доля неразрушенной части сечения



Доля неразрушенной части сечения

ЛИТЕРАТУРА

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения (Справочник проектировщика). – М.: Стройиздат, 1985.
2. СНиП 2.06.07-87 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения».
3. СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений», 2005.
4. СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», 2003.
5. Малинин А.Г., Малинин П.А., Чернопазов С.А. Методика расчета ограждающих конструкций, устроенных с применением струйной геотехнологии // Пермские строительные ведомости.
6. Малинин А.Г. Струйная цементация грунтов, 2007.