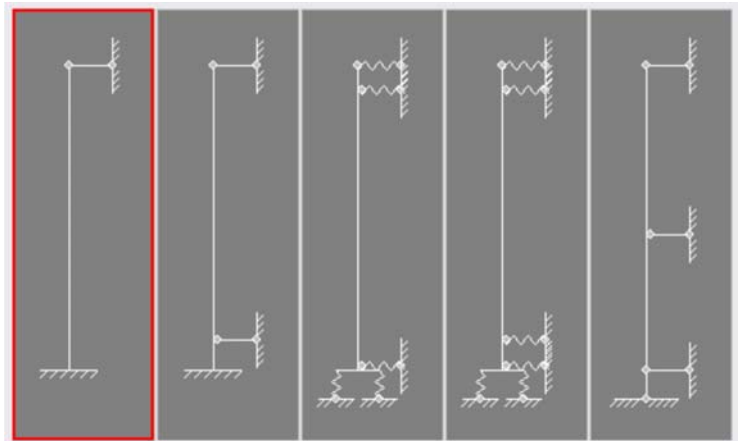


Программа "Uwall"

предназначена для выполнения расчета конструкций стен подвалов (блочный вариант) по ТКП 45-5.01-67-2007 "Фундаменты плитные", ТКП 45-5.01-237-2011 "Основания и фундаменты зданий и сооружений. ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ И КРЕПЛЕНИЯ КОТЛОВАНОВ" (П117-02 к СНБ 5.01.01-99 "Проектирование и устройство подпорных стен и креплений котлованов" *отменен*) и Справочному пособию к СНиП "Проектирование подпорных стен и стен подвалов". Под понятием конструкции стены подвала включены: грунтовое основание, плитная часть фундамента, конструкция стены как каменная кладка из крупных железобетонных блоков при неполной эпюре интенсивности горизонтального давления грунта по высоте стены подвального помещения с не смещаемым перекрытием. Исходя из этого производятся следующие расчеты: расчет основания по несущей способности и по деформациям, осадка основания фундамента, определение расчетных усилий в стеновых блоках и в случае не выполнения проверок на изгиб и срез производится проектирование железобетонной шпонки, выполняется проверка размеров ленточного фундамента под наружную стену (расчет тела плитной части фундамента) с подбором продольной и поперечной арматуры, расчет на продавливание (местный срез), расчет по раскрытию трещин.

В расчетных схемах 2 – 5 расчет усилий стен подвалов осуществляется Методом Конечных Элементов (применение метода перемещений с учетом продольных деформаций, схемы 3 и 4) с различной степенью податливости узлов. Пятая схема позволяет рассчитывать стену подвала для двухэтажного подвала.

Во всех расчетных схемах производится прочностной расчет стены подвала как кладки из крупных сплошных блоков из бетона, а также при необходимости - расчет и подбор железобетонной шпонки с одиночной (двойной) арматурой с созданием dxf-файла: схема шпонки, спецификация и ведомость расхода стали.



Расчетный модуль разработан на основании следующих нормативных документов:

- **Бетонные и железобетонные конструкции.** СНБ 5.03.01-02 Минстройархитектуры РБ, Минск 2003;
- **ТКП 45-5.01-67-2007** Фундаменты плитные. Правила проектирования. Минск, Минстройархитектуры РБ, 2008;
- **ТКП 45-5.01-237-2011** Основания и фундаменты зданий и сооружений. ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ И КРЕПЛЕНИЯ КОТЛОВАНОВ. Правила проектирования и устройства. Минстройархитектуры РБ, Минск 2011;
- **Справочное пособие к СНиП** "Проектирование подпорных стен и стен подвалов" М.: Стройиздат, 1990;
- **СНиП II-22-81.** Каменные и армокаменные конструкции/Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1983

Необходимые данные, характеристики бетона и арматуры,

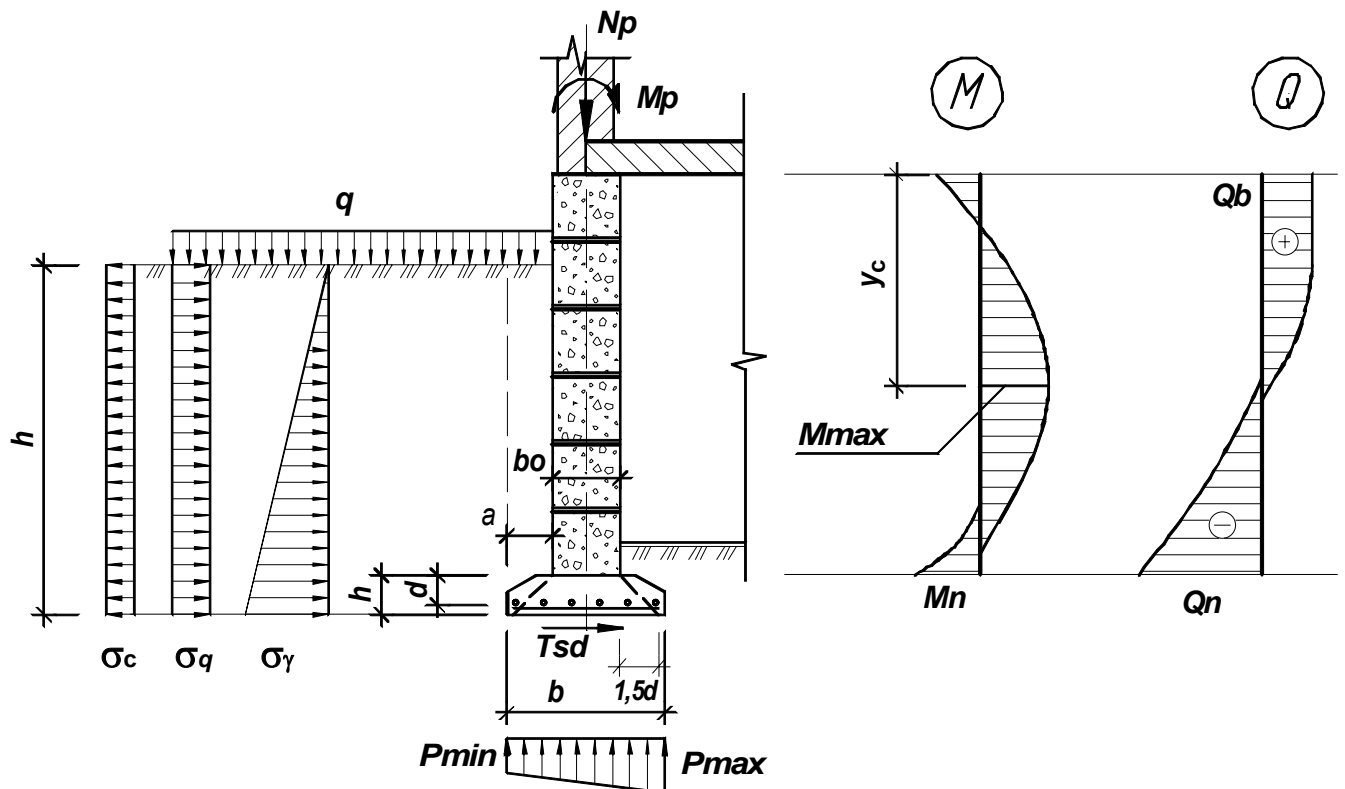
материалов стеновых блоков, фундаментной плиты и шпонки, используемые в расчетах, находятся в файлах:

- расчет по СНиП - "uwall_SNiP.txt";
- расчет по СНБ - "uwall_SNB.txt" и назначаются в закладке «Материалы».

- E_b бетона - см. таблицу 18 СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- E_b бетона - см. таблицу 6.2 СНБ 5.03.01-02 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- R кладки - см. таблицу 4 СНиП II-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции", *расчетные сопротивления R сжатию кладки берутся при марках раствора 50 и 75;*
- R_{tb} - см. таблицу 11 СНиП II-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции";
- R_{sq} - см. таблицу 10 СНиП II-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции" *по неперевязанному сечению (см. пункт 4.20, стр.19);*
- R_b, R_{bt} - см. таблицу 13 СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- f_{ck}, f_{ctk}, f_{ctm} - см. таблицу 6.1 СНБ 5.03.01-02 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- R_s, R_{sw}, R_{sc} - см. таблицу 22 СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- f_{yd}, f_{ywd} - см. таблицу 6.5 СНБ 5.03.01-02 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- $\gamma_{b2}, \gamma_{b3}, \gamma_{b9}$ - см. таблицу 15 СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- $\sigma_{sc,u}$ - см. стр.31 СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции", *предельное напряжение в арматуре сжатой зоны;*
- $\sigma_{sc,u}$ - см. стр.36 СНБ 5.03.01-02 "Бетонные и железобетонные конструкции"

| Материал стеновых блоков | | Класс бетона | |
|--------------------------------------|--|---|--|
| по СНиП | | по СНБ | |
| <input type="radio"/> B20 | | <input type="radio"/> C 25/30 (B30) | |
| <input type="radio"/> B15 | | <input type="radio"/> C 20/25 (B25) | |
| <input checked="" type="radio"/> B10 | | <input type="radio"/> C 16/20 (B20) | |
| <input type="radio"/> B7,5 | | <input type="radio"/> C 12/15 (B15) | |
| <input type="radio"/> B3,5 | | <input checked="" type="radio"/> C 8/10 (B10) | |
| Марка раствора | | | |
| <input checked="" type="radio"/> 50 | | <input type="radio"/> 75 | |

Расчетная схема №1 стены подвала



Давление связного грунта на стену подвала в случае горизонтальной поверхности земли, $K_\beta=1$, и с ее пригрузкой интенсивностью q при $\sigma_q > \sigma_c$ составляют:

$$\begin{aligned} & \text{- для активного состояния } \sigma_{ah}, \text{ кПа} & \sigma_{ah} = (\gamma h + q) K_a K_\beta - 2c\sqrt{K_a} \\ & \text{- для пассивного состояния } \sigma_{ph}, \text{ кПа} & \sigma_{ph} = (\gamma h + q) K_p K_\beta + 2c\sqrt{K_p} \\ & \text{- для состояния покоя } \sigma_{oh}, \text{ кПа} & \sigma_{oh} = (\gamma h + q) K_0 K_\beta + 2c\sqrt{K_0}, \text{ где} \\ & & K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right); \quad K_p = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right); \quad K_0 = 1 - \sin \varphi. \end{aligned}$$

При $\sigma_q < \sigma_c$ боковое давление за счет связности грунта засыпки будет отсутствовать на глубине h_c^* от поверхности и в связи с малым значением этого параметра для активного состояния, боковое давление по всей глубине грунтовой засыпки рассчитывается только от ее собственного веса — σ_γ . При $\sigma_q > \sigma_c$ в расчет передается интенсивность бокового давления на стену равная $(\sigma_q - \sigma_c)$, кПа.

Значения характеристик грунтов засыпки, уплотненных с коэффициентом уплотнения k_y , не менее 0,95 от их плотности в природном сложении, допускается устанавливать по свойствам этих же грунтов в природном залегании. Соотношения между характеристиками грунтов засыпки и природного сложения **приняты следующими**: $\gamma' = 0,95\gamma$; $\varphi' = 0,9\varphi$; $c_I' = 0,5c_I$, **но не более 7 МПа**. Для подвалов с глубиной заложения 3 м и менее предельное значение удельного сцепления грунта засыпки c_I' принято не более 5 кПа, а c_{II}' — не более 7 кПа. Для сооружений с глубиной заложения менее 1,5 м значение c_I' принято равным нулю, соответственно и c_{II}' равно нулю.

Значения характеристик грунтов засыпки и основания в расчет передаются в интервале:

E (5...75) МПа, φ (5...45) град., γ (10...50) кН/м³, c (0...50) кПа. У грунта основания значение удельного сцепления должно быть больше нуля.

Ввод геометрии сечения стены подвала, характеристик грунта основания и засыпки, величин нагрузки от вышележащих конструкций и равномерно распределенной нагрузки

Данный пункт является вводом исходных данных для расчета. При этом на экране вычерчивается схема стены подвала с окнами для ввода величин исходных данных с соответствующими пояснениями к ним (буквенное обозначение, размерность). Следует вводить все величины независимо от того, какой расчет будет произведен (по СНиП или СНБ).

При вводе данных нужно руководствоваться следующими правилами:

- отметка низа перекрытия не может быть меньше отметки уровня земли. Они могут лишь совпадать;
- отметка пола подвала должна быть больше отметки низа подошвы фундамента плюс толщина фундамента;
- для пятой схемы отметка промежуточной опоры должна быть ниже отметки уровня земли. **Для остальных схем отметка промежуточной опоры и величина нагрузки N игнорируются.**

Что касается остальных величин, то их тоже следует задавать, но обходя следующие ограничения:

- для характеристик грунта основания и грунта засыпки все величины должны быть больше нуля;
- толщины стен (по обрезу фундамента и на уровне низа перекрытия) должны быть больше (равно) 0.3 м;
- толщина фундамента должна быть больше (равно) нуля;

- ширина фундамента должна быть больше (равно) величины 0.3 м.

Длина расчетного участка по длине фундамента - это та часть стены подвала, на которую производится сбор нагрузки и которую проверяют по прочности и деформации (обычно принимают 1 м.п.).

Для первой схемы длина расчетного участка всегда равна 1 м.п.

Выбор расчетной схемы

В предлагаемой Вам программе предлагаются **пять схем**, по которым производится расчет стены подвала.

Первая схема предполагает расчет стены подвала по ТКП 45-5.01-237-2011 (П17-02 к СНБ 5.01.01-99 (Справочное пособие к СНиП «Проектирование подпорных стен и стен подвалов»)) с расчетом основания по несущей способности, по деформациям и определением расчетных усилий в стеновых блоках.

Вторая и пятая схема предполагают расчет стены подвала методом конечных элементов с абсолютно жесткими связями.

Величина эксцентриситета в горизонтальной связи на уровне пола подвала первого этажа принимается из следующего:

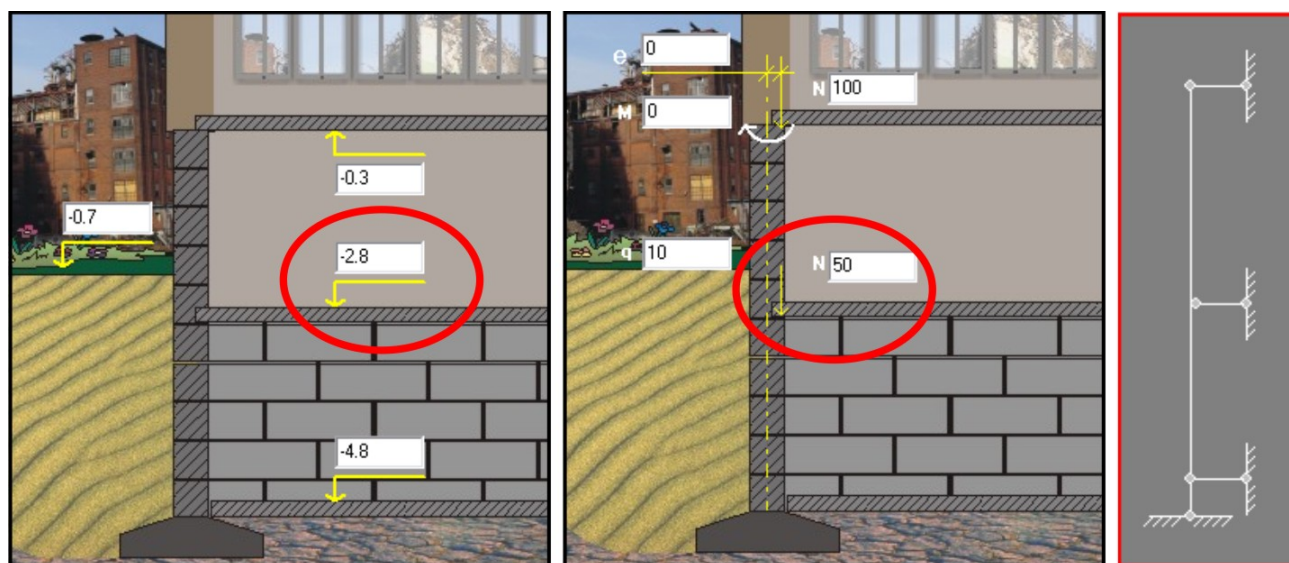
1. величина заделки принята 120 мм;
2. точка приложения сосредоточенной нагрузки от края стены равна $120/3=40$ мм;
3. величина момента M [кН*м] равна $M=N*(t/2-0.04)$, данная (величину момента можно менять изменяя величину N) нагрузка N нигде в расчете не учитывается и дана лишь для изменения величины M .

Третья и четвертая схема предполагает расчет стены подвала методом конечных элементов со связями, жесткость которых задается пользователем.

При задании жесткостей руководствуйтесь:

- величина 1E20 – связь абсолютно жесткая;
- величина 0 – связь отсутствует.
- при задании жесткостей не получилась мгновенно изменяемая система или механизм.

Значение высотной отметка промежуточной плиты подвала (двухэтажный подвал) и передаваемая от нее нагрузка на стену подвала учитывается в расчете только при выборе расчетной схемы №5. При выборе другой схемы эти данные в расчете не участвуют и редактирование их значений не требуется (редактирование стало не доступным).



Ввод упругих связей стены подвала при 3-й, 4-й схемах.
Вводите жесткость связи поочередно. Задаваемая связь будет "мигать".

Определение величин жесткостей связей

- моделирующих упругую работу основания:

$$C = \frac{\text{приращение нагрузки}}{\text{приращение деформаций}};$$

Расчет этих значений производится как расчет величин первого приближения и результаты предлагаются для анализа и утверждения или корректировки пользователем.

В уровнях пола подвала и перекрытия по формуле: $C = 4 \cdot E \cdot d$,

где: E - модуль упругости материала несущей конструкции пола подвала (перекрытия);

d - приведенная толщина несущей конструкции пола подвала (перекрытия).

Армирование фундамента принимается по расчету согласно 6.2.1, 6.2.2, 6.3.2 и указаниям раздела 11 СНБ 5.03.01 из стали класса S500. Расстояние между осями стержней продольной арматуры принимается равным 200 мм и диаметр не менее 10 мм.

Площадь сечения поперечной арматуры следует принимать по 11.2.5 СНБ 5.03.01. Как правило, арматура из стали класса S240. Шаг поперечной арматуры назначается по подразделу 7.2 СНБ 5.03.01, но не более 300 мм. Толщина защитного слоя бетона подошвы фундамента, работающего в неагрессивных средах, принята для сборных фундаментах — 45 мм.

Проверка ширины ленточного фундамента исходит из расчета его прочности на продавливание и расчета на изгиб. В этом случае размер консоли фундамента, "а", должен быть больше $1.5d$ и не выходить за расчетный критический периметр для рабочей высоты фундамента d . При " $a < 1.5d$ " проверка на продавливание не требуется. При расчете следует учитывать и задавать случайный эксцентриситет равный 2 см для ж/б элементов.

$\bar{\beta} = 1.15$ — коэффициент, учитывающий влияние внецентренного приложения нагрузки (в случае отсутствия эксцентриситета принимается $\bar{\beta} = 1,0$).

Коэффициент безопасности по бетону γ_c , принят равным для железобетонных конструкций — 1,5;

при расчете по предельным состояниям второй группы — 1,0.

Бетон конструкций фундамента принят тяжелый, а для стеновых блоков — тяжелый, подвергнутый тепловой обработке.

Для расчета задаются: нагрузка N — расчетная, характеристики грунтов — расчетные по первой группе предельных состояний. Для использования в расчетах нормативных величин данных, идет их деление на коэффициенты надежности по грунту:

- в расчетах основания по деформациям — 1;

- по несущей способности: на 1.5 (для удельного сцепления, c); 1.1 (для угла внутреннего трения песков) и 1.15 (глинистых грунтов); нагрузка N - 1.2.

Коэффициент надежности по нагрузке принят:

- для собственного веса конструкций — 1.1;

- для веса грунта в засыпке — 1.15;

- для веса грунта в природном залегании — 1.1;

- для равномерно распределенной нагрузки на территории — 1.1.

Весовая плотность бетонных конструкций (объемный вес) принята 23 кН/м³.

Расчет учитывает собственный вес конструкции и грунта на обресе фундамента.

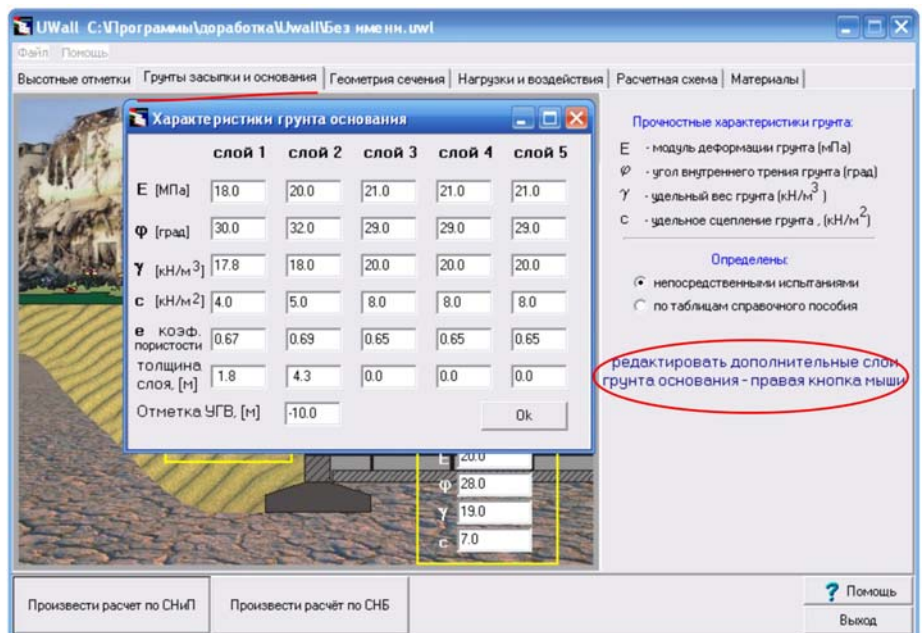
Шпонка рассчитывается и конструируется без учета совместной работы с блочной кладкой как свободно опертая балка. Опорой шпонки являются: перекрытие над подвалом и бетонный пол подвала. Производится подбор продольной и поперечной арматуры из условия прочности по нормальным и наклонным сечениям. Армирование шпонки принято унифицированным из двух сварных каркасов, объединяемых монтажными стержнями в пространственный каркас.

Продольная арматура фундаментной плиты (подушки) и шпонки при расчете по СНБ принята S500, поперечная S240; при расчете по СНиП – АIII и АI.

Расчет осадки

Для расчета осадки возможной в период строительства и эксплуатации сооружения применен метод послойного суммирования с использованием расчетной схемы линейно-деформируемого полупространства, ограниченного условной глубиной сжимаемой толщи H_c . Значения коэффициента α принимаются для ленточных фундаментов с соотношением сторон $\eta = l/b \geq 10$.

Дополнительные слои грунта засыпки можно описать в закладке «Грунты засыпки и основания» при нажатии по форме правой кнопкой мыши. В расчете будут учитываться только те слои, в которых толщина слоя не равна нулю и в последнем не «нулевом» слое его толщина рассматривается безграничной в низ. Отметка уровня подземных вод должна быть ниже отметки подошвы фундаментной плиты. Удельный вес грунтов, залегающих ниже уровня подземных вод, принимается с учетом взвешивающего действия воды согласно формуле: $\gamma_{sb} = (\gamma_s - \gamma_w)/(1+e)$.



Предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин $w_{lim}=0,4 (0,3)$ мм

$$w_k \leq w_{lim}, \text{ где}$$

w_k — расчетная ширина раскрытия трещин;
 w_{lim} — предельно допустимая ширина раскрытия трещин

$$w_k = \beta \cdot s_r \cdot \varepsilon_{sm}, \text{ где}$$

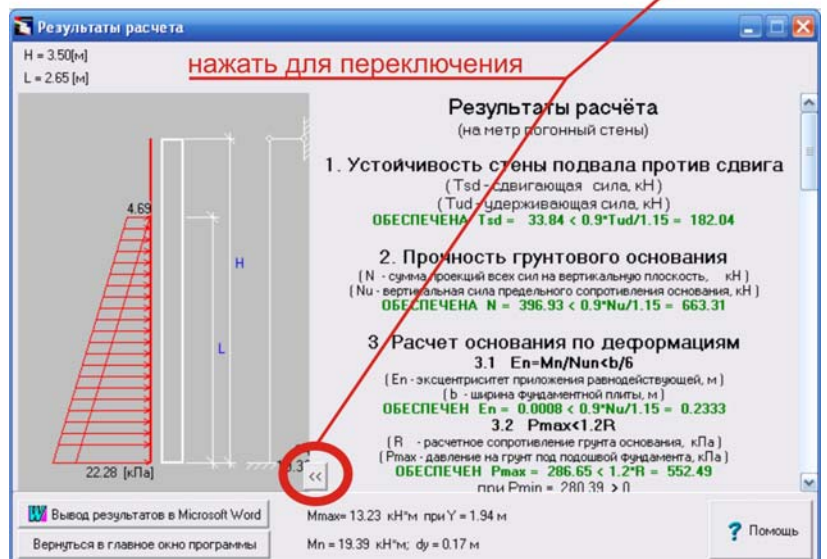
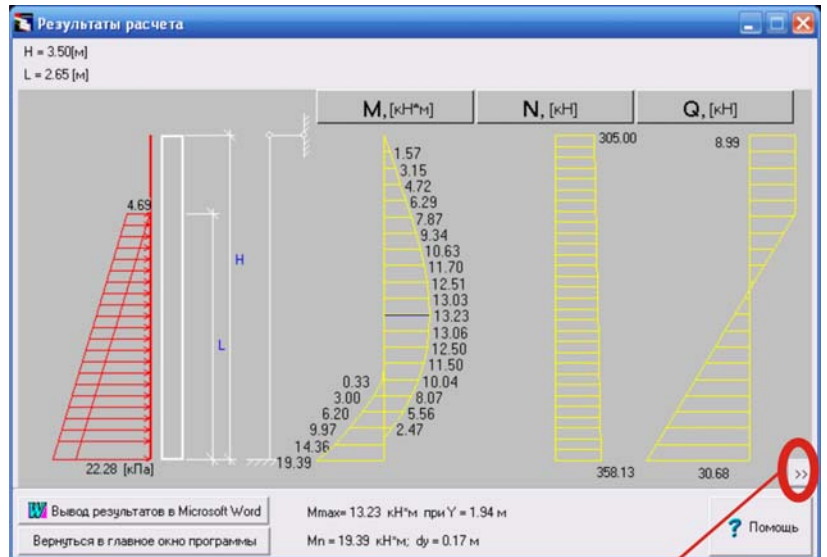
s_r — среднее расстояние между трещинами;
 ε_{sm} — средние относительные деформации арматуры, определяемые при соответствующей комбинации нагрузок;
 β — коэффициент, учитывающий отношение расчетной ширины раскрытия трещин к средней.

Вывод результата расчета на экран.

После «Произвести расчет по СНиП (СНБ)» и при необходимости по расчету «Описания шпонки» на экран выводятся результаты расчета. Для просмотра **второй страницы** нужно левой кнопкой мыши нажать по



Формирование отчета в Word и dxf-файла происходит в текущую директорию по нажатию «Вывод результатов в Microsoft Word».



Minsk Engineering Soft
тел.моб.: +375 29 650-68-81
e-mail: info@proektsoft.by
Максим Анатольевич Гришко