**П Р О Г Р А М М А  
  
О П О Р А \_ X  
  
--------------------------------**

**Сбор нагрузок и расчет опор автодорожных, железнодорожных и пешеходных мостов**

**Советы Автора по применению программы ОПОРА\_Х**

**(на основе часто задаваемых вопросов)**

Г. Новосибирск, 2018г

В этом документе приведены сведения о том, как с помощью ОПОРА\_Х рассчитать усилия в стойках многоярусных опор, некоторые нестандартные конструкции (опоры с раздельными свайными фундаментами, однопролётные распорные мосты, мосты с общим фундаментом). Также приведены советы по вводу данных, как уменьшить давление свай на грунт по боковой поверхности, и т.д..

Оглавление

[1. Как рассчитать усилия в стойках многоярусных опор. 3](#_Toc511588335)

[2. Как рассчитать опоры с раздельными фундаментами. 3](#_Toc511588336)

[3. Как уменьшить «Сигму Z» (σz) для устоев. 5](#_Toc511588337)

[3.1. Общие рекомендации. 5](#_Toc511588338)

[3.2. Предварительная отсыпка. 5](#_Toc511588339)

[3.3. Устои с армогрунтовой стенкой. 5](#_Toc511588340)

[3.4. Использование «распорной» схемы моста. 6](#_Toc511588341)

[4. Как рассчитать опору моста на «общем фундаменте». 7](#_Toc511588342)

[5. ПЕШЕХОДНЫЕ мосты. Учёт поперечных сходов. Ветер и Снег. 8](#_Toc511588343)

[6. Как рассчитать опоры под АРОЧНЫЕ пролётные строения. 9](#_Toc511588344)

[7. Как рассчитать подпорные стенки в программе ОПОРА\_Х. 9](#_Toc511588345)

[8. Расчёт «косых» путепроводов и мостов. Ориентация свай. 10](#_Toc511588346)

[9. Как в ОПОРА\_Х учесть просадочные грунты. 10](#_Toc511588347)

[10. Что делать, если нагрузки вычисляются «вручную». 11](#_Toc511588348)

[11. Рекомендации по вводу исходных данных в программе. 12](#_Toc511588349)

# 1. Как рассчитать усилия в стойках многоярусных опор.

Усилия в стойках многоярусных опор определяется с помощью программы ОПОРА\_Х, последовательно упрощая схему опоры (сразу после расчета фундамента опоры):

1. Сохраните исходные данные в файле с ДРУГИМ именем, добавив, например, постфикс  
 "\_стойки1" перед расширением .opd

2. Удалите нижележащие ступени опоры (последней ступенью оставить рассчитываемые стойки)  
 /на вкладке "Ригель (насадка)" уменьшите число ступеней на 2, или на 1 (при фундаменте на  
 естественном основании)/. Отметку низа ступени (на вкладке «Тело опоры») уменьшите  
 минимум на 0.5м, для обеспечения заделки "свай" в "скале".

3. На вкладке "Ригель (насадка)" назначьте **Уровни** поверхности грунта, равные уровню верха  
 ступени, куда заделаны нижние концы стоек.

4. На вкладке "Грунты" оставьте ОДИН слой - невыветрелую скалу с Roc, равным Rb бетона   
 ступени, куда заделаны нижние концы стоек, и с соответствующим модулем деформации Е.

5. ВНИМАНИЕ!!! Для того, чтобы программа вычислила усилия в стойках, как в забуренных в   
 скалу сваях, положение расчетного сечения ВСЕГДА должно быть "По подошве фундамента   
 (ростверка)", иначе будет выполнен только сбор нагрузок, приведенных к центру сечения   
 опоры на указанной отметке.

6. На вкладке "Сваи в грунте" выберите технологию "Буровые сваи...", и выберите КРУГЛОЕ   
 сечение свай в грунте (усилия "в грунте" всё равно - игнорируются...)

7. Сохраните файл с этими данными, и выполните расчёт опоры.

Программа вычислит усилия в стойках по схеме "Сваи, забуренные в скалу". Можно вывести в результаты эпюры усилий в сваях, но принимать во внимание следует ТОЛЬКО усилия в головах стоек (отрицательное значение глубины), и при глубине, равной 0.

Усилия в сваях (стойках) ниже поверхности грунта (в теле нижележащей ступени), а также ВСЕ проверки свайного фундамента - ИГНОРИРОВАТЬ !!!

8. Для расчёта армирования стоек выберите пункт Главного меню "Расчёт сечений опоры".   
 НО проверять армирования нужно ТОЛЬКО ДЛЯ СЕЧЕНИЙ СВАЙ НА СВОБОДНОЙ   
 ДЛИНЕ!

# 2. Как рассчитать опоры с раздельными фундаментами.

Расчёт возможен, если на КАЖДЫЙ из фундаментов нагрузка передаётся через ОТДЕЛЬНУЮ стойку. При более сложной "надфундаментной" части конструкции её надо "привести" к отдельной стойке (подобрать сечение стойки, чтобы её вес был равен весу реальной конструкции).

ЭТАП I. Вычисление нагрузок (Hx, Hy, N, Mx, My) на отдельные свайные фундаменты.

Задаётся РЕАЛЬНАЯ схема моста, описывается конструкция опоры ТОЛЬКО НАДФУНДА­МЕН­Т­НОЙ ЧАСТИ! (Последняя ступень опоры - СТОЙКИ, передающие нагрузку на раздельные фундаменты).

Назначается отметка поверхности грунта, равная отметке ПОДОШВЫ раздельных фундаментов.

Грунт - один слой "невыветрелая скала" с характеристиками бетона ростверка (Roc = Rb, E = Eb).

Стойки (сваи) заглубить в "скалу" не менее, чем на 0.5м, "Сваи в грунте"- буровые,

круглого сечения, чтобы программа рассчитала усилия в сваях, "забуренных в скалу".

ЗАПУСТИТЕ РАСЧЁТ.

В окне "Результаты расчёта свайного фундамента" вывести дополнительную информацию

"Усилия в уровне грунта" (начиная с версии 7.20.07, этот пункт добавляется при наличии свай, СРАЗУ забуриваемых в скалу /верхний слой грунта - скала/).

Появится поле ввода "Вес раздельного ростверка". Здесь надо ввести заранее вычисленный "вручную" НОРМАТИВНЫЙ вес плиты одного раздельного ростверка (с весом грунта на его уступах, если есть этот грунт).

Нажать кнопку "Добавить". При этом в файл результатов расчёта будут выведены "Сочетания нагрузок" для каждого из раздельных фундаментов, а также сформируется файл с расширением ".datR" и именем, совпадающим с именем файла исходных данных. Этот файл содержит данные для расчёта раздельных фундаментов на следующем этапе (в "двоичном" формате).

Доведите расчёт до конца, чтобы сохранился файл результатов расчёта .REZ (Усилия НИЖЕ поверхности грунта, и результаты проверок фундамента - ИГНОРИРОВАТЬ!).

ЭТАП II. Расчёт ОДНОГО из раздельных свайных фундаментов.

Сохраните исходные данные ЭТАПА I под другим именем (например, добавив "\_фунд\_1").

На вкладке "Ригель (насадка)" добавьте 2 ступени (ростверк и сваи), и назначьте РЕАЛЬНЫЙ

уровень поверхности грунта. Заполните таблицу "Грунты" РЕАЛЬНЫМИ данными.

На вкладке "Тело опоры" введите размеры ростверка (ступень +1), и координаты голов свай

ДЛЯ ОДНОГО РАЗДЕЛЬНОГО ФУНДАМЕНТА !!! (ступень +2). Центр координат - это центр сечения "сваи" из ЭТАПА I в уровне поверхности "условной скалы".

Предыдущую ступень ("сваи" из ЭТАПА I) надо заменить ОДНИМ элементом (простая ступень),

расположив её по оси Z опоры.

На вкладке "Сваи в грунте" также введите РЕАЛЬНЫЕ данные о сваях.

ЗАПУСТИТЕ РАСЧЁТ, и "прогоните" его до окна "СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК".

Если программа обнаружит в каталоге исходных данных файл с расширением ".datR", то

в окне появится панель "Загрузить сочетания для раздельных свайных фундаментов", где надо

указать номер раздельного фундамента (номер "сваи" из ЭТАПА I), и нажать "Загрузить".

Автоматически вычисленные сочетания нагрузок будут заменены сочетаниями, вычисленными для данного фундамента на ЭТАПЕ I.

Дойдите до конца расчёта, в пункте ГЛАВНОГО МЕНЮ "Расчёт опоры" "щелкните мышью" на

режиме пересчёта "Сочетания нагрузок" (будут убраны отметки у всех режимов пересчёта),

и СОХРАНИТЕ исходные данные.

Теперь после запуска расчёта будет сразу выводится окно "Сочетания нагрузок" с введёнными

ранее значениями, и можно будет загрузить нагрузки для другого раздельного фундамента...

--------------------------------------

Если все Ваши раздельные фундаменты - одинаковы, то можно ввести ВСЕ нагрузки, полученные на ЭТАПЕ I, но ПОМНИТЕ, что число сочетаний нагрузок по КАЖДОЙ категории не может быть больше 21. Поэтому надо будет самостоятельно выбрать критичные сочетания по каждой из категорий, и ВРУЧНУЮ ввести их таблицы сочетаний нагрузок...

# 3. Как уменьшить «Сигму Z» (σz) для устоев.

Для устоев с большой высотой насыпи, особенно для необсыпных устоев, и при использовании только вертикальных свай (без наклона в сторону пролета), становится "определяющим" расчет давления сваи на грунт по боковой поверхности (проверка по "σz").

Здесь очень сильно влияет ПОСТОЯННАЯ нагрузка "Боковое давление на опору от собственного веса грунта насыпи" (плюс уменьшение значения коэффициента "η2" в формуле вычисления предельной величины "σz"). Для решения этой проблемы есть несколько «подходов»:

## 3.1. Общие рекомендации.

1. При незначительном «перегрузе» можно, по рекомендации СНиП, уменьшить приведён­ный Коэффициент пропорциональности грунта (не надо изменять К в таблице «Грунты»! Изменяйте Кпр в процессе расчёта, в окне «Характеристики свайного фундамента»!). Сильно уменьшать Кпр не надо, так как при этом прилично увеличиваются изгибающие моменты в сваях (растёт расход арматуры), и увеличиваются горизонтальные перемеще­ния верха опоры.
2. При более «серьёзном» «перегрузе» можно использовать наклонные в сторону пролета ряды свай, чтобы часть горизонтальной нагрузки перевести в продольное усилие в свае.
3. Если и п.2 не помогает, то придётся увеличить площадь боковой поверхности свай, кото­рая воспринимает горизонтальную нагрузку (т.е увеличить число и/или диаметр свай)

## 3.2. Предварительная отсыпка.

Для безростверковых устоев можно воспользоваться положениями п.7.10 СНиП 2.05.03-84, и п.11.10 СП 35.13330.2011, "... Для устоев и береговых промежуточных опор со свайными фунда­мен­тами, ростверки которых расположены над грунтом, а сваи погружены сквозь отсыпанную или намытую часть насыпи, расчетную поверхность грунта допускается принимать с учетом заделки свай в этой части насыпи".

Для реализации этого надо изменить технологию (последовательность) производства работ:

Сначала, после срезки дерна, производится предварительная отсыпка части насыпи, с послойным уплотнением и увлажнением грунта отсыпки (отметка верха отсыпки определяется расчетом по программе ОПОРА\_Х). А погружение свай (забивка, или бурение) производится уже сквозь отсыпанную часть насыпи. При этом боковое давление грунта будет действовать только до верха отсыпки, то есть уменьшится.

Если есть промежуточный ростверк, то его подошва не должна быть ниже уровня верха отсыпки.

В программе ОПОРА\_Х добавляется первый (верхний) слой грунта с характеристиками грунта отсыпки [стоя на первом слое в таблице "Грунты", нажать правую клавишу мыши, и выбрать "Вставить новый слой грунта перед текущим"].   
Отметка подошвы этого слоя задается равной отметке естественной поверхности грунта (после срезки дерна), а на вкладке "Ригель (насадка)" вместо отметки РАСЧЕТНОЙ поверхности грунта задается отметка верха отсыпки, при этом ОБЯЗАТЕЛЬНО нужно ввести отметку ЕСТЕСТВЕННОЙ поверхности грунта, равную отметке верха грунта ДО ОТСЫПКИ.

Отметка верха отсыпки определяется подбором (назначили отметку, рассчитали опору, оценили результат проверки на "σz", изменили отметку, снова рассчитали, и так до тех пор, пока проверка не станет выполняться с минимальным запасом).

## 3.3. Устои с армогрунтовой стенкой.

В последнее время часто стала применяться конструкция **устоев** с укреплением насыпи армо­грунтовой стенкой (с георешёткой). Такая конструкция не передаёт на устой боковое давле­ние грунта насыпи от собственного веса (это давление воспринимается армогрунтовой стенкой).

В версии программы **7.22.06** (Апрель 2018г) появилась возможность учёта этого (на вкладке «Ригель (насадка)» добавлены поля для ввода новых данных:



1. «Применяется армирование насыпи?» - установите этот признак, если насыпь укреплена
2. «Остаточное давление грунта [%]». Обычно боковое давление грунта обнуляют, но я оставил возможность учесть в расчёте **часть** полного давления (**в процентах**).   
   При нулевом расстоянии м/у грунтом и опорой будет учтена такая же часть нагрузок «Давление грунта от временной нагрузки на призме обрушения», и «Добавка на сейсми­ческое давление грунта вдоль оси моста.
3. «Расстояние от задней грани насадки до армогрунтовой стенки [м]». Если армогрунтовая стенка не примыкает к телу опоры (устой с раздельными функциями), введите расстояние между стенкой и задней гранью насадки (ригеля). Это влияет на нагрузку «Вес грунта на уступах фундамента». При **ненулевом** расстоянии **не будут** вычисляться нагрузки, указанные в предыдущем пункте.

**!!ВАЖНО!!** Устои с раздельными функциями – **необсыпные**. Поэтому вводите «Уклон конуса насыпи», равный 0, и **НЕ ОБНУЛЯЙТЕ** объёмный вес грунта засыпки (1.8 т/м3), и угол внутрен­него трения грунта засыпки (по умолчанию, 35 градусов)!  
В процессе расчёта, в окне "Вычисленные постоянные нагрузки..." **НЕ ОБНУЛЯЙТЕ нагрузку № 18** (горизонтальное давление на сваи **ниже** поверхности грунта от веса насыпи)! Ведь ВЕС насыпи никуда не делся!

Для типа моста «Подпорные стены» это **пока** не реализовано…

## 3.4. Использование «распорной» схемы моста.

Если мост – **однопролётный**, небольшой длины, то часть бокового давления грунта можно пере­дать на другую опору (компенсировать) с помощью **распорок**.

При расположении распорки в уровне **ригеля** (или при передаче сжатия через пролётное строение), придётся использовать программы расчета стержневых систем (ЛИРА, МИДАС…).

Но если возможно расположить распорки в уровне низа фундамента /ростверка/ (при отсутствии водотока), то такую кон­ст­рукцию можно рассчитать и программой ОПОРА\_Х…

Тогда боковое давление от собственного веса грунта на левую опору будет компенсироваться

давлением грунта на правую опору, а торможение и временная нагрузка на призме обрушения будет распределяться на **два** фундамента...

Такая схема применима и для фундаментов на естественном основании (если не проходит проверка на сдвиг)…

В программе ОПОРА\_Х нужно сделать ТРИ расчёта одной и той же опоры:

I. Назначить уровень расчетного сечения по **верху ростверка**, и выполнить расчет.  
 Полученные сочетания нагрузок использовать для расчета армирования подпорной стенки (или  
 стоек) в месте ее примыкания к ростверку.

II. Назначить уровень расчетного сечения по подошве фундамента (ростверка), и выполнить  
 расчёт. Взять из вычисленных сочетаний нагрузок максимальную силу Hx, чтобы НА  
 УДВОЕННОЕ ее значение, деленное на число распорок, рассчитать армирование распорки  
 (входящие в Hx тормозная сила и нагрузка на призме обрушения пойдут в запас).  
 Результаты проверок фундамента – ИГНОРИРОВАТЬ!

III. Оставив уровень расчетного сечения по подошве фундамента (ростверка), запустить расчет.  
 В процессе расчета откорректировать таблицу ПОСТОЯННЫХ нагрузок, обнулив Hx и My в  
 строках № 13 и № 14 (Боковое давление грунта со стороны насыпи, и пролёта.   
 В таблице вычисленных ВРЕМЕННЫХ нагрузок также обнулить **все** нагрузки от торможе-  
 ния, и от временной нагрузки на призме обрушения…  
 Этот расчёт – **основной** (проверки фундамента, и расчёт армирования свай…)

Убрав таким образом основную горизонтальную нагрузку на устой, гарантированно получим выполнение проверки на "σz" (или проверки на сдвиг фундамента мелкого заложения).

# 4. Как рассчитать опору моста на «общем фундаменте».

Иногда обе опоры малых **однопролётных** путепроводов (не мостов через водотоки!) возводят на **общем фундаменте**. Как правило, эти путепроводы служат для пропуска пешеходов «по низу», а фундаменты – на **естественном** основании, и могут быть рассчитаны с помощью программы ОПОРА\_Х…

Такая конструкция похожа на "распорный" мост с распорками в уровне фундамента тем, что давление грунта с двух сторон компенсируется (воспринимается плитой фундамента), но на общий фундамент передаётся вертикальная нагрузка и с правого, и с левого устоев...

**Последовательность расчёта в программе ОПОРА\_Х:**

Опиш*и*те только левый необсыпной устой (опора N 1), задав размер плиты фундамента, равный **половине** размера "объединённого" фундамента (по оси Х).

РАСЧЁТ АРМИРОВАНИЯ ТЕЛА УСТОЯ:

Задайте положение расчётного сечения на отметке верха плиты фундамента. После расчёта нагрузок запустите расчёт сечения тела опоры, и подберите армирование.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ СБОР НАГРУЗОК НА ФУНДАМЕНТ:

Задайте положение расчётного сечения "По подошве фундамента (ростверка), и запустите расчёт.

В таблице "Вычисленные постоянные нагрузки" ОБНУЛИТЕ нагрузки №№ 13 и 14 (давление грунта), и моменты My от ВЕРТИКАЛЬНЫХ постоянных нагрузок!!!

"Щёлкните мышью" на ячейке таблицы "СУММАРНЫЕ постоянные нагрузки", и отредактируйте их, УВЕЛИЧИВ в 2 раза (на ОБЩИЙ фундамент будут действовать нагрузки РОВНО В ДВА РАЗА БОЛЬШЕ вычисленных!!!).

Продолжите расчёт до таблицы "ВРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ…", и отредактируйте эту таблицу:

Для ВЕРТИКАЛЬНЫХ нагрузок увеличьте в 2 раза P и Mx (если есть), My - ОБНУЛИТЬ (для а/д мостов "тележка" над второй опорой пойдёт "в запас"...).

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ нагрузки, кроме ветровой - НЕ РЕДАКТИРОВАТЬ!   
Ветровую нагрузку увеличить в 2 раза.

Продолжите расчёт. Результаты проверок фундамента - ИГНОРИРОВАТЬ!

Сохраните данные в файле .opd.

Сочетания нагрузок для расчёта ОБЩЕГО фундамента ГОТОВЫ!

РАСЧЁТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОБЩЕГО ФУНДАМЕНТА:

На вкладке «Тело опоры» задайте РЕАЛЬНЫЙ размер фундамента по оси Х.

В пункте Главного меню "щёлкните левой кнопкой мыши" на режиме пересчёта "Сочетания нагрузок" (при этом "уберутся отметки" у всех режимов пересчёта).

Ещё раз сохраните исходные данные под другим именем (например, добавив к имени "\_общ"),

Запустите расчёт (при этом нагрузки не пересчитываются, и СРАЗУ появится окно "Сочетания нагрузок" с вычисленными ранее сочетаниями).

Продолжите расчёт для проверок фундамента.

# 5. ПЕШЕХОДНЫЕ мосты. Учёт поперечных сходов. Ветер и Снег.

Пешеходные мосты с поперечными сходами программа ОПОРА\_Х рассчитывает, но часть нагрузок придется собрать вручную, и вводить их в процессе расчета, корректируя автоматичес­ки вычисленные значения некоторых нагрузок.

ПОПЕРЕЧНЫЕ СХОДЫ НА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОРАХ:

Надо будет вручную посчитать (не забыть про моменты Mx!) опорные реакции от веса лестничных сходов (эти значения вводятся в таблице вычисленных ПОСТОЯННЫХ нагрузок /нагрузка № 20/), а также опорную реакцию от толпы на лестничных сходах (400 кг/м2) /эти значения ПРИБАВЛЮТСЯ к времен­ным нагрузкам № 1 и № 2 (если есть), опять же со своими моментами Mx/. При вычислении временных нагрузок следует учитывать реальную ширину (габарит) сходов.

КРАЙНИЕ ОПОРЫ (НЕ ОБСЫПАЕМЫЕ ГРУНТОМ), СО СХОДАМИ:

Здесь подход несколько отличается от промежуточных опор:

В схему моста включаются фиктивные крайние пролеты с характеристиками поперечного (или продольного) лестничного схода (строительная высота, погонная нагрузка от веса схода). Длину таких крайних пролетов - сходов следует назнач*а*ть равной горизонтальной проекции схода между точками опирания схода на мосту, и первой промежуточной опорой схода.

Естественно, номер рассчитываемой опоры - не 1, а 2. Кроме того, на вкладке "Ригель (насадка)" появится поле ввода размера "Смещение опирания лестничного схода по оси Y".

Тогда программа сама рассчитает передаваемые на опору 2 (и N-1) постоянные и временные нагрузки от сходов, но следует учесть два момента:

а) программа будет считать, что суммарная ширина сходов равна ширине (габариту)   
 пешеходного моста;

б) если сход/ы/ поперечный/ые/, то прямоугольная площадка между сходом и пролетом  
 не загружается нагрузкой от толпы, т.е. требуется корректировка таблицы временных нагрузок.

УЧЕТ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА "КРЫТЫЕ" ПЕШЕХОДНЫЕ МОСТЫ.

В таблице "Данные о пролетных строениях моста", кроме графы "Строительная высота на опоре" (расстояние от низа балки в опорном сечении до верха проезжей части), есть и графа Наветрен­ная высота балки" - здесь вводится расстояние от низа балки до верха ограждающих конструкций (до верха перекрытия пешеходного моста). По этой высоте и вычисляется ветровая нагрузка...

УЧЕТ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ:

В "Мостовых" СНиП и СП нет деления временных нагрузок на длительные (к ним относится снеговая нагрузка), и кратковременные, как в нормах для ПГС.

Поэтому относить снеговые нагрузки надо к ПОСТОЯННЫМ нагрузкам, причем делать надо 2 расчета: с учетом снега, и без учета снега, и принимать наиболее неблагоприятные результаты проверок.

Я не знаю, какой коэффициент надежности применяется в ПГС для снеговой нагрузки, но предполагаю, что он - не менее 1.5

Поэтому предлагаю добавлять снеговую нагрузку к погонной нагрузке от веса ПОКРЫТИЯ проезжей части моста. При этом нормативную снеговую нагрузку из норм ПГС (скорее всего, она дана в кПа) надо перевести в т/м2, и умножить на ширину моста. Тогда мы получим погонную снеговую наг­рузку, на величину которой надо будет увеличить нагрузку от веса покрытия проезжей части моста.

# 6. Как рассчитать опоры под АРОЧНЫЕ пролётные строения.

Программа ОПОРА\_Х вычисляет только **вертикальные** опорные реакции, загружая Линию влияния разрезных, или неразрезных "линейных" пролётных строений...

Поэтому для опор под арки надо будет вручную вычислять величины распора от **веса** пролётного строения (а также от веса защитного слоя бетона с гидроизоляцией, и от веса покрытия проезжей части), и от **временных вертикальных** нагрузок, ориентируясь по **вертикальным** **составляю­щим**, автоматически вычисляемых программой ОПОРА\_Х (насколько я помню, между верти­каль­ной реакцией и **распором** – **линейная зависимость**...).

Для этого надо, запустив расчёт, **вручную** корректировать соответствующие строки в таблицах вычисленных постоянных и временных нагрузок.

Например, в строке 1 таблицы постоянных нагрузок:

По опорной реакции из графы "Вес P" определяете величину распора Hрасп, и момент Мрасп от уровня центра опорных частей, и до уровня расчётного сечения.

Вводите Hрасп в графу "Hx", а на величину Мрасп корректируете значение в графе "My".

Правило знаков: для **правого** пролёта, или для устоев Нрасп и Мрасп учитываются со знаком "минус", а для **левого** пролёта (на промежуточной опоре) - со знаком "плюс".

# 7. Как рассчитать подпорные стенки в программе ОПОРА\_Х.

Начиная с версии 7.22.00 (Ноябрь 2017г), в программе ОПОРА\_Х добавлен новый «Тип моста» с названием «Подпорная стенка». Это позволяет рассчитывать блоки подпорных стенок как с временной нагрузкой на призме обрушения, так и без неё.

Временная нагрузка может быть распределённой по поверхности грунта (1т/м2, или «зона тротуара»), и в виде полос, расположенных параллельно стенке - до двух полос нагрузок АК или СК, и одна полоса тяжёлой нагрузки из базы нагрузок программы ОПОРА\_Х (НК, АБ, и т.д.).

Более подробная информация – в документе «Расчёт подпорных стен в программе ОПОРА\_Х».

# 8. Расчёт «косых» путепроводов и мостов. Ориентация свай.

В программе ОПОРА\_Х наличие «косого пересечения» оценивается **по одному** параметру общих данных по мосту: «Угол между осью моста и опорой [градусы]». Для «обычных» мостов этот угол равен 90о, а для мостов с косым пересечением – от 10о до 170о, причем угол больше 90о соответствует повороту оси опоры по часовой стрелке при взгляде сверху (первая опора – слева).

**!! ВАЖНО!!** В программе ОПОРА\_Х **все размеры** ступеней опор вводятся именно в ОСЯХ ОПОРЫ !!! То, что в "косых" опорах реально получаются параллелограммы, а не прямоуголь­ники, - игнорировать, так как их площади (и объёмы частей опоры) - одинаковые.

Координаты голов свай (с углами наклона) вводятся ТОЖЕ В ОСЯХ ОПОРЫ, относительно ЦЕНТРА подошвы ростверка! То есть, если в "косых" опорах делать ряды свай, параллельные ОСИ МОСТА, то свайное поле не будет симметричным осям опоры, и координаты голов свай надо будет считать для КАЖДОЙ сваи...

Если в "косых" опорах делать наклон свай в плоскости x0z ОСИ МОСТА, то надо будет «разложить» тангенс угла наклона на оси ОПОРЫ, и вводить не только tgX, но и tgY.

При наличии косого пересечения программа **сама** будет «раскладывать на составляющие» вре­мен­ные горизонтальные нагрузки, действующие по ОСЯМ МОСТА (торможение, удары, трение в опорных частях, центробежная сила, ветровая нагрузка на пролётное строение).  
Но программа считает действующими по ОСЯМ ОПОРЫ следующие нагрузки:

* Боковое давление грунта от веса насыпи для устоев (действует перпендикулярно задней грани устоя /по нормам, силы трения грунта о стенку не учитываются/);
* Ледовые нагрузки и Навал судов (при "косом" пересечении водных потоков РУСЛОВЫЕ ОПОРЫ ориентируют по направлению течения);
* Сейсмические нагрузки (считаются в направлении главных моментов инерции сечений опоры /критические жёсткости сечений динамической расчётной схемы/).

Некоторые проектировщики спрашивают, как ориентировать ряды свай – по осям МОСТА, или по осям ОПОРЫ?

Здесь надо учитывать, какие горизонтальные нагрузки более критичны – действующие парал­лель­но осям **моста**, или осям **опоры.** И, как я отмечал выше, ввод координат голов свай при ориентации рядов параллельно ОСЯМ МОСТА – более трудоёмкий (но менее трудоёмка геодези­ческая «разбивка на местности»)…

Моё мнение – надо ориентировать ряды свай параллельно осям ОПОРЫ, но можете просчитать оба варианта, и сравнить результаты…

# 9. Как в ОПОРА\_Х учесть просадочные грунты.

Программа ОПОРА\_Х производит проверку свай на морозное пучение, если в пределах заданной глубины промерзания находятся слои пучинистых грунтов (силы морозного пучения - тоже отрицательные силы трения)…

А ПРОСАДОЧНЫЕ грунты программа НЕ УЧИТЫВАЕТ (по вводимым характеристикам грунта невозможно определить, просадочный этот грунт, или нет). Но программа позволяет ввести вручную вычисленную сумму сил трения по боковой поверхности всей сваи (в процессе расчета, в окне "РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРОК ФУНДАМЕНТА ПО ГРУНТУ", можно поставить "галочку" в поле "**Fbok вычислено вручную ?**", и ввести вручную вычисленную сумму сил трения в соответствующее поле)...

То есть, взяв за основу таблицу автоматически вычисленных программой "положительных" сил трения, можно подставить в слоях просадочных грунтов отрицательные значения, и вручную

вычислить **новую** сумму сил трения сваи о грунт по боковой поверхности...

Если после ввода **новой** величины в поле "Силы трения по боковой поверхности сваи [т]" нажать "кнопку" **"Без пересчета усилий в сваях"**, то проверка свай на вертикальные нагрузки будет пересчитана, исходя из введенной суммы сил трения...

Введенное значение сил трения с учетом просадочности грунтов сохраняется программой. Чтобы опять "заставить" программу автоматически пересчитать силы трения, уберите "галочку" в поле "Fbok вычислено вручную?", и нажмите кнопку "Без пересчета усилий".

# 10. Что делать, если нагрузки вычисляются «вручную».

Как писал Козьма Прутков, - «нельзя объять необъятное»… Что бы я ни делал с программой, но всех факторов мне не охватить. При сборе нагрузок Проектировщик может использовать свои, проверенные временем, или более точные, чем у меня, методики и другие программы…   
Что делать, если инженер не согласен с вычисленными программой ОПОРА\_Х нагрузками?

Программа ОПОРА\_Х **позволяет редактировать** автоматически вычисленные нагрузки (и некоторые их параметры) уже в процессе расчёта, **непосредственно** в выводимых на экран окнах с таблицами «Вычисленные постоянные нагрузки...», «Данные для вычисления ветровых наг­ру­зок», «Расчёт давления на заднюю грань устоя от временных нагрузок на призме обрушения», «Вычисленные временные нагрузки…», а также «Сочетания нагрузок…». Причём редактиро­вать можно данные во **всех** графах этих таблиц (и составляющие нагрузок Hx, Hy, P, Mx, My, и коэффициенты надёжности к нагрузкам, и прочие параметры)…

Кроме того, в окне «Вычисленные постоянные нагрузки...» есть кнопка «Веса ступеней», по которой предлагается отредактировать такие параметры **каждой** из ступеней опоры, как Вес, Плечи относительно центра расчётного сечения, и Отметку центра тяжести сечения (эти данные влияют на динамическую расчётную схему опоры /ветровая нагрузка и сейсмика/).

Ниже приводятся **рекомендации**, что делать, чтобы **каждый раз** при запуске расчёта, **снова** **не редактировать таблицы**, вводя вычисленные «вручную» данные.

Если Вы изменили автоматически вычисленные **постоянные нагрузки**, нужно:

1. После окончания расчёта сохранить исходные данные (при этом сохранятся и откорректи­рованные нагрузки).
2. Прочитав сохранённые данные, перед запуском расчёта, в пункте главного меню "щелчком мыши" УБРАТЬ отметку у "Режима пересчета" "**Все постоянные нагрузки**", и только после этого запустить расчёт...

Тогда постоянные нагрузки пересчитываться не будут, не будет выводится и окно «Вычисленные постоянные нагрузки...". **Но** если Вы после этого измените, например, размеры опоры, на пос­то­янных нагрузках это **не отразится**.

Для **временных** нагрузок таким же образом можно отключить пересчёт нагрузок «На призме обрушения», и/или «Сейсмические нагрузки».

А если убрать отметку у "Режима пересчета" «**Сочетания нагрузок**», тогда и постоянные, и временные наг­рузки, и их сочетания **пересчитываться не будут** (после запуска расчёта сразу будет выведено окно «СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК…»). В этом окне, кстати, доступно сохра­нение сочетаний нагрузок в файлах на диске **для каждого** из **видов** сочетаний (Основные, Ледовые, Навал судов /Столкновение ТС с опорой/, Сейсмические, Нормативные, или На выносливость).

То есть, можно рассчитать опору и на **свои** сочетания нагрузок (в т.ч., и на **строительные**).

# 11. Рекомендации по вводу исходных данных в программе.

Ввод и редактирование полей данных, и ячеек таблиц желательно завершать клавишей <Enter>. Тогда «фокус ввода» автоматически переместится на следующее поле, или на следующую ячейку таблицы (выход из таблиц, с переходом на следующее поле ввода - по комбинации клавиш

"Ctrl->PgDn"). При последовательном заполнении таблиц нажатие <Enter> позволяет обработать введённые ранее в этой строке данные.

Например, последовательно заполняя ПУСТУЮ таблицу данных о пролетных строениях, при нажатии <Enter> в последнем столбце будут автоматически заполнены данными из текущей строки все пустые строки для пролетных строений такой же длины...

При последовательном заполнении пустой строки таблицы «Грунты» программа сама подставит "табличные" значения "угла внутр.трения", "сцепления", "Ro", "коэфф.пропорц.", и "модуля деформации", и вычислит степень влажности грунта...

А при вводе координат голов свай, при нажатии <Enter> в графе «tg(y)» будет обрабатываться признак симметрии свайного поля, автоматически добавляя в таблицу строки с симметричными сваями (признак симметрии выбирается в "выпадающем списке" над таблицей).

ВВОД НОВЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ «С НУЛЯ».

При вводе НОВЫХ исходных данных "с нуля" нужно учитывать, что ПЕРЕД СОХРАНЕНИЕМ данных в файле, нужно ПОЛНОСТЬЮ ввести данные НА ВСЕХ вкладках, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬ­НО переходя от одной вкладки к другой...

Уже после заполнения ВСЕХ вкладок данными, или сразу после чтения данных из сохраненного ранее файла .OPD, можно "переключать" вкладки в произвольном порядке, корректировать данные, и "сохраняться" в любое время... А при "вводе с нуля" сохраниться можно ТОЛЬКО после ввода ВСЕХ данных (на вкладке "Грунты" надо ввести хотя бы один "фиктивный" слой грунта, заполнив одну строку таблицы, назначив число слоёв грунта, равное 1...).

Понимаю, что это не всегда удобно, поэтому рекомендую использовать в качестве шаблона сохранённый ранее файл .OPD с похожей опорой: Загрузить в программу "старый" файл, Сразу сохранить его с новым именем, и Редактировать "старые" данные, начиная с вкладки "Общие данные по мосту"...

Это связано со сложной структурой данных по опоре (сам вид "вкладки", и состав данных часто зависит от данных, введенных на предыдущей вкладке).

Состав исходных данных я предельно минимизировал, и перед сохранением данных в файле, программа вычисляет некоторые важные характеристики, проверяя непротиворечивость данных.

А если некоторые данные не заполнены (равны 0), то чаще всего происходит ошибка "Деление на 0" (Invalid floating point operation), или ошибка "Access violation...".