

2025

# Расчет многоэтажного здания в СтаДиКон Формирование расчетной модели (позиционная модель)



Техсофт  
31.10.2024



## **Предисловие**

Пособие составлено сотрудниками ООО «Техсофт» - российским разработчиком программного обеспечения **Инж-РУ**, предназначенного для выполнения полного комплекса расчетов (статика, динамика, устойчивость, нормативные расчеты и т.п.) строительных конструкций. Данный документ описывает работу с версией 2025 года и иллюстрирует создание расчетной модели конструкции. Под расчетной моделью конструкции понимается позиционная модель. Мы будем рады видеть Вас и на обучении, которое организуем специально для Вас. Набор инструментов, в более ранних версиях, может отличаться от представленных. Пособие не является полной документацией и не описывает все возможности программных средств. Более подробную информацию Вы найдете в Online-документации на сайте [www.tech-soft.ru](http://www.tech-soft.ru).

## Содержание

<b>Содержание .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Описание исходных данных .....</b>	<b>5</b>
1.1 Описание задачи .....	5
1.2 Основные расчетные предпосылки .....	9
<b>2 Создание проекта в Менеджере проектов.....</b>	<b>11</b>
2.1 Работа с Менеджером проектов.....	11
2.2 Воздействия .....	13
<b>3 Создание POS-проекта.....</b>	<b>14</b>
<b>4 Работа с позиционным проектом в СтаДиКон .....</b>	<b>16</b>
4.1 Интерфейс .....	16
4.2 Создание прямоугольного растра .....	17
4.3 Ввод позиций .....	19
4.3.1 Ввод плиты .....	19
4.3.2 Ввод стен.....	25
4.3.3 Ввод колонн.....	26
4.3.4 Ввод отверстий.....	30
4.3.5 Ввод лестничных маршей .....	32
4.3.6 Ввод ребер жесткости плиты (подбалок) .....	34
4.4 Изменение свойств позиций.....	36
4.5 Изменение геометрии .....	38
4.6 Задание нагрузок и нагружений.....	40
4.6.1 Ввод линейных нагрузок .....	41
4.6.2 Ввод поверхностных нагрузок.....	43
4.7 Копирование этажа.....	44
4.8 Редактирование этажа.....	45
4.8.1 Установка опций сгущения сетки и элементов жесткости для колонн .....	45
4.8.2 Изменение геометрии стен.....	47
4.8.3 Перемещение дверных проемов .....	47
4.8.4 Изменение геометрии лестничного марша.....	49
4.8.5 Редактирование нагрузок и нагружений.....	51
4.8.6 Задание временной распределенной нагрузки на перекрытия жилых этажей в квартирах.....	52
4.9 Создание проемов.....	53
4.10 Создание балкона .....	55
4.10.1 Создание полярного растра.....	55

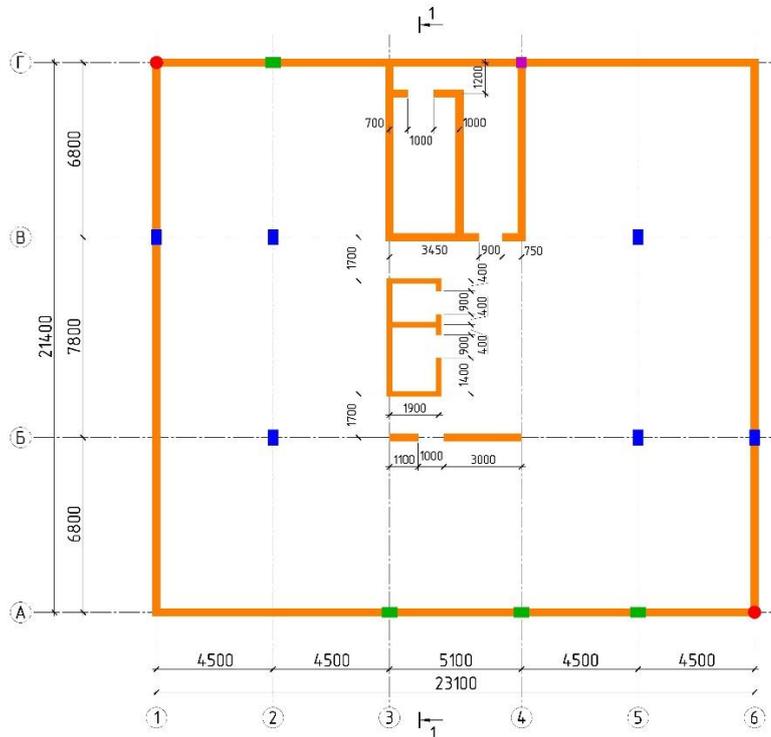
4.10.2	Ввод балконных плит .....	57
4.10.3	Задание нагрузки на балкон.....	57
4.11	Копирование жилого этажа.....	59
4.12	Редактирование нагрузки на покрытие.....	59
4.12.1	Удаление нагрузки 'Вес наружных стен' .....	59
4.12.2	Изменение нагрузок .....	60
4.12.3	Ввод нагрузки Вес парапетов .....	62
4.12.4	Задание временной распределенной нагрузки на кровле .....	62
4.13	Ввод нагрузки от технического этажа .....	64
4.14	Ввод 'Снеговой нагрузки' на покрытие.....	65
4.14.1	Подсчет значений нагрузки .....	65
4.14.2	Импорт слоя DXF .....	67
4.14.3	Ввод поверхностной трапециевидной нагрузки .....	70
4.14.4	Ввод снеговой нагрузки на покрытие балкона .....	72
4.15	Ввод фундаментной плиты .....	72
4.16	Ввод слоистого основания .....	73
4.17	Ввод ветровой нагрузки. Задание Модели нагрузки 'Оболочка здания' .....	78
4.18	Заключение к расчетной (позиционной) модели .....	90

# 1 Описание исходных данных

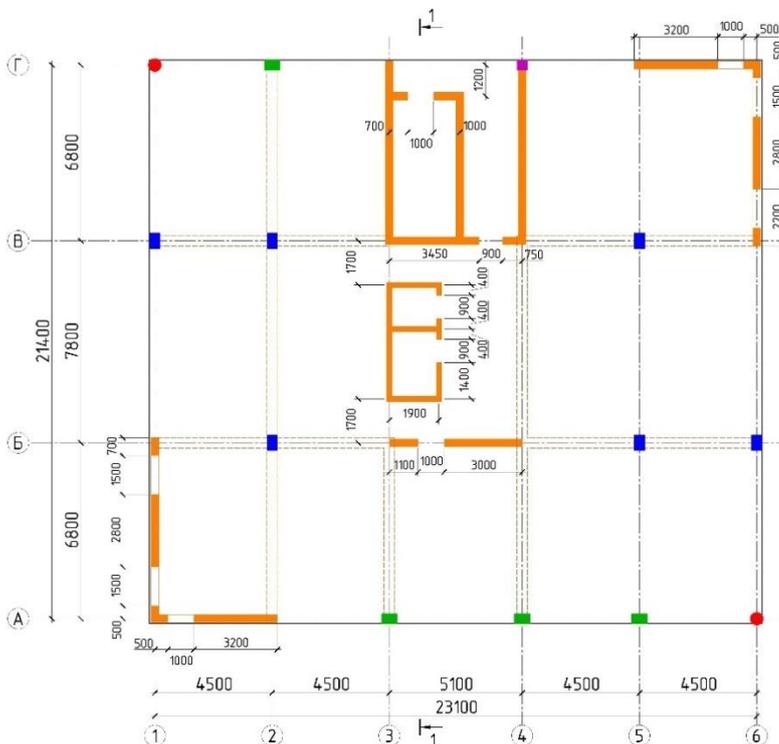
## 1.1 Описание задачи

Необходимо выполнить расчеты каркаса 11-этажного (13-ярусного с учетом подвального и технического этажей) жилого здания, выполненного в монолитном железобетоне. Исходные данные приведены ниже.

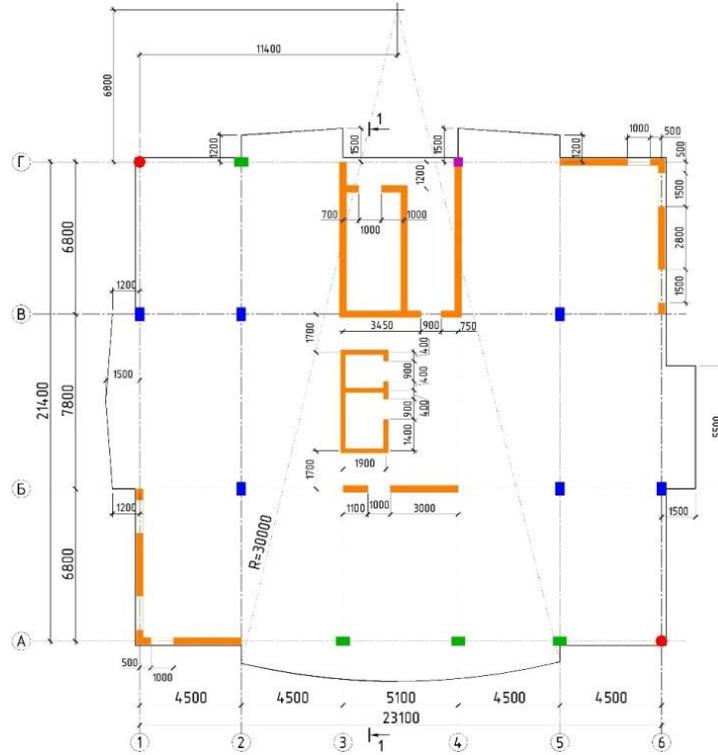
План подвального этажа



План первого этажа



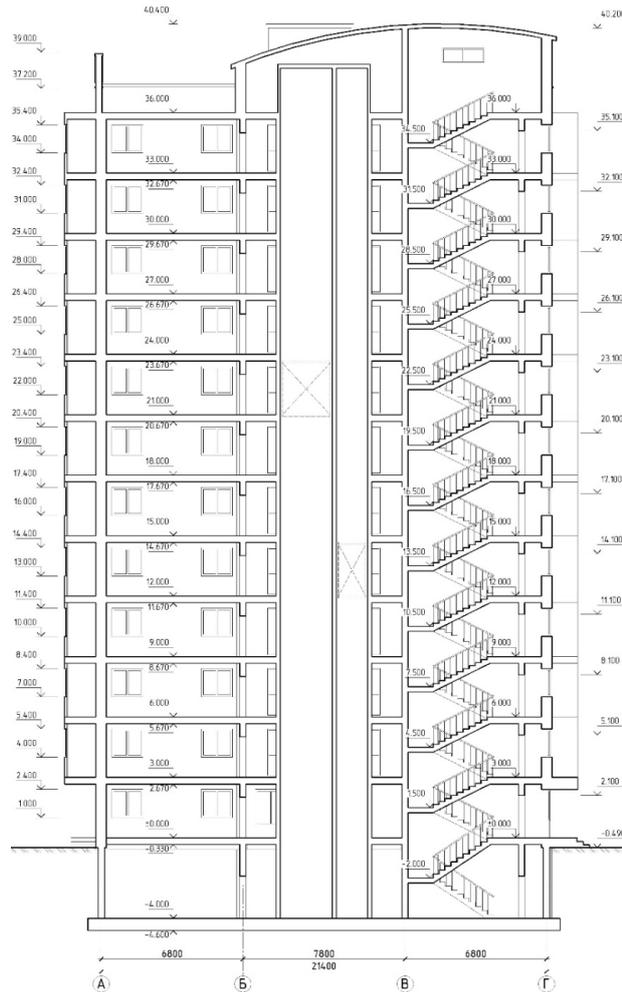
## План типового этажа



## Фасады в осях 1 – 6, Г – А



Разрез 1-1



Здание проектируется для возведения во II ветровом районе, типе местности В и в III снеговом районе, сейсмичность площадки 8 баллов, грунт основания относится к категории II согласно классификации СП 14.13330.2018.

Колонны каркаса имеют прямоугольное сечение 400x600 мм, квадратное сечение 400x400 мм и круглое сечение диаметром 500 мм. Толщина несущих стен, одновременно служащих вертикальными диафрагмами жесткости, составляет 300 мм. Толщина плоских дисков перекрытий 250 мм. Плита перекрытия над подвалом усилена перекрестной системой ребер жесткости размером 400x250 мм (под высотой ребра (250 мм) понимается высота выступающей под перекрытием части ребра, т.е. разница между полной высотой сечения балки и толщиной плиты перекрытия), расположенных снизу плиты. Стены лифтовых шахт - монолитные толщиной 200 мм. Каркас опирается на монолитную фундаментную плиту толщиной 600 мм.

Проектирование каркаса выполняется в соответствии с указаниями СП 20.13330.2016, СП 14.13330.2018, СП 63.13330.2018. Класс бетона всех несущих конструкций – В25, класс продольной арматуры – А400, класс поперечной арматуры – А240.

Информация о статических нагрузках, которые должны быть заданы пользователем, приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Статические нагрузки

Наименование нагрузки	Ед. изм.	Расч. значение	Коэф-т надежности $\gamma_f$ (Кн)	Длительная часть (Кд)	Номер нагружения, в котором задана нагрузка
Постоянные и длительные нагрузки					
Собственный вес несущих конструкций	кН/м <sup>3</sup>	27.5	1.1	1.0	1
Вес полов и перегородок (действует на все перекрытия)	кН/м <sup>2</sup>	3.0	1.2	1.0	3
Вес наружных стен	кН/м	12.0	1.2	1.0	3
Вес ограждений и балконов	кН/м	4.0	1.2	1.0	3
Вес парапетов	кН/м	10.0, 20.0	1.2	1.0	3
Вес конструкции кровли	кН/м <sup>2</sup>	1.95	1.2	1.0	3
Временные нагрузки на перекрытия					
На фундаментную плиту	кН/м <sup>2</sup>	2.4	1.2	0.35	2
На перекрытие подвала (1 этаж – офисные помещения)	кН/м <sup>2</sup>	2.4	1.2	0.35	2
На балконах	кН/м <sup>2</sup>	2.4	1.2	0.35	2
На перекрытия жилых этажей на общих коридорах и лестницах	кН/м <sup>2</sup>	3.6	1.2	0.33	2
На перекрытия жилых этажей в квартирах	кН/м <sup>2</sup>	1.95	1.3	0.22	4
На кровле	кН/м <sup>2</sup>	0.65	1.3	0	5
Снеговая нагрузка					
На покрытие (с учетом образования снеговых мешков)	кН/м <sup>2</sup>	1.8 - 5.4	1.4	0.5	6
Ветровая нагрузка (средняя составляющая)					
На наветренную сторону здания	кН/м <sup>2</sup>	0.17 - 0.35	1.4	0	7-10
На подветренную сторону здания	кН/м <sup>2</sup>	0.13 - 0.27	1.4	0	7-10

Требуется:

Выполнить расчет каркаса на действие вертикальных статических нагрузок, ветровых (средняя и пульсационная составляющие) и сейсмических нагрузок. Оценить общую жесткость и устойчивость каркаса.

Определить требуемое количество арматуры в колоннах каркаса, в балках перекрытия над подвалом, в плитах перекрытий и в фундаментной плите.

## 1.2 Основные расчетные предпосылки

В качестве расчетной модели каркаса здания будем использовать пространственную оболочечно-стержневую конечно-элементную модель. При ее разработке будем руководствоваться следующими положениями и предпосылками:

1. В расчетную модель каркаса вводим только несущие конструктивные элементы. Считаем, что поэтажно опертые наружные стены, а также перегородки не участвуют в работе каркаса, и лишь создают дополнительные нагрузки на плиты перекрытий.
2. Плоские плиты перекрытий и покрытия, фундаментную плиту, а также несущие стены моделируем элементами плоской оболочки, имеющими все шесть степеней свободы в узле, с учетом сдвиговых деформаций по толщине оболочки на основе теории Рейсснера-Миндлина.
3. Колонны представляем стержневыми конечными элементами общего вида, жестко сопряженными с элементами плит перекрытий, покрытия и фундаментной плитой.
4. Сопряжения стержневых элементов, представляющих колонны, с пластинчатыми элементами плит перекрытий и покрытия моделируем с использованием метода размазывания жесткости (создание групп CLPL). Такой подход позволяет получать более корректные результаты при определении усилий и армировании в надколонных зонах плит.
5. Ребра жесткости, усиливающие плиту перекрытия над подвалом, моделируем стержневыми конечными элементами прямоугольного сечения, сопряженными с плитой с эксцентриситетом относительно срединной плоскости плиты, которую они подкрепляют.
6. Верхнюю часть здания моделируем упрощенным способом. Машинное помещение для размещения и обслуживания лифтового оборудования учитываем только в виде дополнительной нагрузки.
7. При определении усилий в элементах каркаса здания, эффектами физической и геометрической нелинейности пренебрегаем.
8. Последовательность возведения здания в расчете его каркаса учитываем путем деления элементов всего каркаса на этапы возведения. Каждый этаж делится на два этапа: элементы плиты перекрытия; элементы между соседними плитами перекрытий (стены, колонны, лестничные марши).
9. Деформативность грунтового основания учитываем путем задания под фундаментной плитой слоистого основания из объемных элементов. Грунт имеет следующие характеристики: коэффициент Пуассона  $\mu = 0,33$ ; глубина сжимаемой толщи  $H_c = 7,2$  м; модуль деформаций на части площади основания под фундаментной плитой  $E_{sl,s} = 16 \cdot 10^3$  кПа; на остальной части -  $E_{sl,s} = 12 \cdot 10^3$  кПа.

10. Расчет на действие динамических ветровых и сейсмических нагрузок выполняем при абсолютно жестком закреплении в уровне фундаментной плиты.
11. Коэффициенты снижения временных нагрузок на перекрытия, согласно п.п. 3.8 и 3.9 СП 20.13330.2016, не учитываем.
12. Ветровую нагрузку прикладываем в виде линейной равномерно-распределенной по торцам плит перекрытий.

Кроме того, используем ряд расчетных предпосылок, принятых в нормативных документах, в соответствии с которыми должны быть запроектированы конструкции каркаса.

## 2 Создание проекта в Менеджере проектов

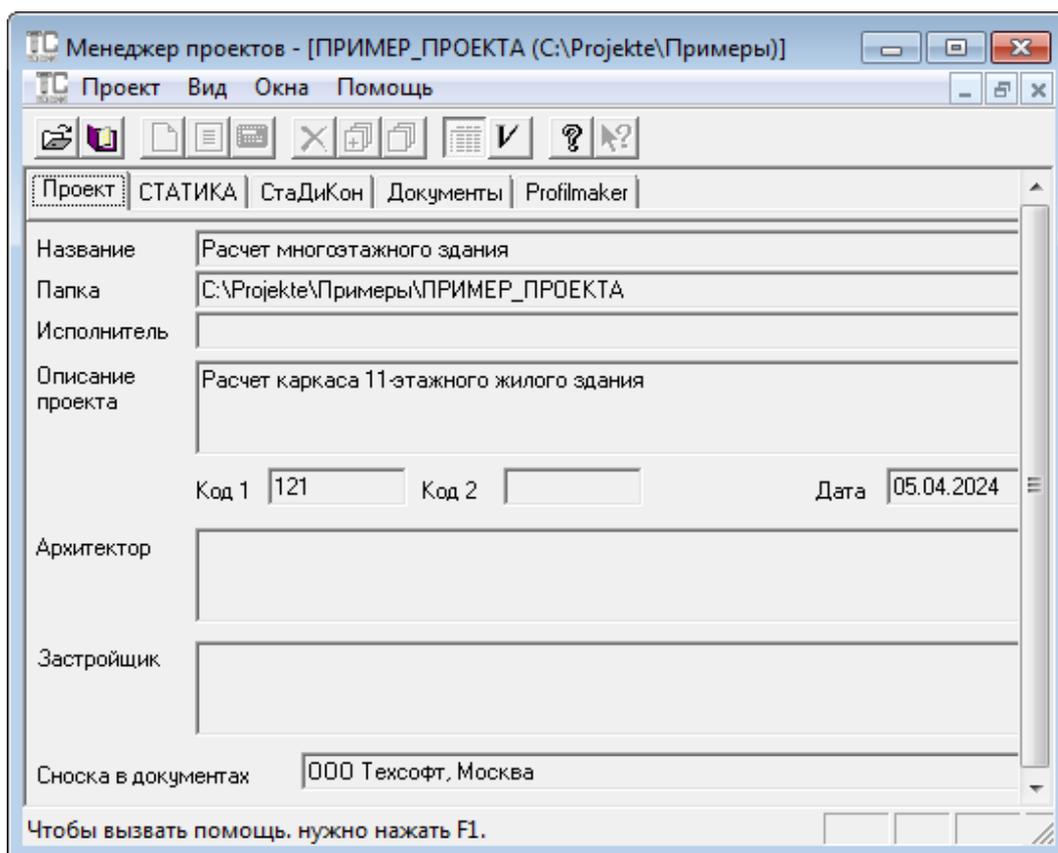
### 2.1 Работа с Менеджером проектов

При работе над проектом используется несколько приложений, при этом каждое приложение создает свои собственные данные. **Менеджер проектов** управляет этими данными. Копирование, удаление и перемещение данных для всех приложений происходит, благодаря **Менеджеру проектов**, единообразно.

**Менеджер проектов** можно устанавливать на любом компьютере без лицензии.

**Советы & рекомендации**

#### Главное окно Менеджера проектов



#### Строка заголовка

При отсутствии загруженных проектов, строка заголовка **главного окна программы** содержит имя программы. При наличии загруженного проекта, строка заголовка **окна программы** содержит имя проекта и путь.

#### Лента меню

Вид ленты меню зависит от выбранного приложения.

#### Панель инструментов

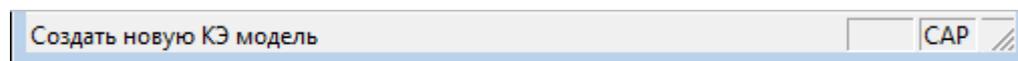
Панель инструментов содержит кнопки, обеспечивающие быстрый доступ к функциям **Менеджера проектов**.

Включать и отключать изображение панели инструментов на экране в

**Менеджере проектов** можно, используя пункт меню **Вид > Панель инструментов**.

### Строка состояния

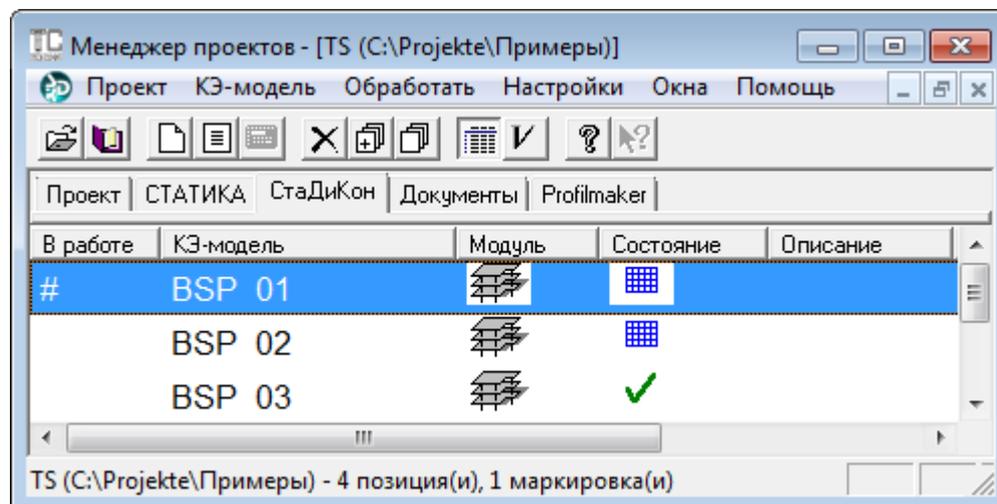
Строка состояния расположена в нижней части окна **Менеджера проектов**. Она содержит информацию о текущем состоянии процесса. Когда Вы указываете курсором какую-либо функцию *меню* или *панели инструментов*, в строке состояния появляется соответствующая подсказка. В правой части строки состояния содержится индикатор состояния клавиатуры. В приведенном ниже примере, присутствует подсказка к функции **КЭ-модель > Создать** и указано, что включена клавиша **Caps Lock**.



Включать и отключать изображение строки состояния на экране можно, используя пункт меню **Вид > Строка состояния**.

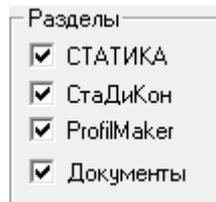
В окне **Менеджера проектов** для каждого приложения предусмотрена закладка.

Выбрав закладку щелчком клавишей мыши, Вы увидите позиции соответствующего приложения.



### Шаг за шагом

1. Вызов **Менеджера проектов** осуществляется из меню **Пуск > Все программы > Инж-РУ (год выпуска)** или с помощью соответствующего ярлыка на рабочем столе.
2. На экране появится главное окно **Менеджера проектов**.
3. Выберите в меню команду **Проект > Новый**. Откроется диалог **Новый проект**, предназначенный для ввода данных проекта.
4. Выпадающие списки **Проект** и **в папке** позволяют задать или выбрать обозначение проекта и папку, в которой должен сохраниться проект со своими данными. В остальных полях диалога можно указать название проекта и другую необходимую информацию.
5. В группе диалога **Разделы** представлены приложения, которые будут использоваться в проекте.



6. С помощью кнопки **Импорт описания**, вызывается диалог **Проект для переноса**, позволяющий передать информацию о проекте (обозначение, папку, название и т.п.), уже заданную для другого проекта.
7. Выберите проект, информацию из которого Вы хотите использовать. Закройте диалог с помощью кнопки **ОК**, и информация будет передана в создаваемый проект.
8. Сохраните данные нового проекта, нажав на кнопку **ОК**. Проект появится в окне проекта. Откроется окно проекта с приложениями. Вкладка **Проект** будет активна.

## 2.2 Воздействия

Воздействия используются при задании нагрузок и классификации нагружений. В **Инж-РУ** есть возможность управлять воздействиями при помощи **Менеджера проектов**. При обращении к пункту меню **Проект > Основные данные проекта**, при создании любого проекта, загружается **Редактор основных данных проекта**, содержащий характеристики строительных материалов, данные по стальным профилям, коэффициенты надежности и т.п.

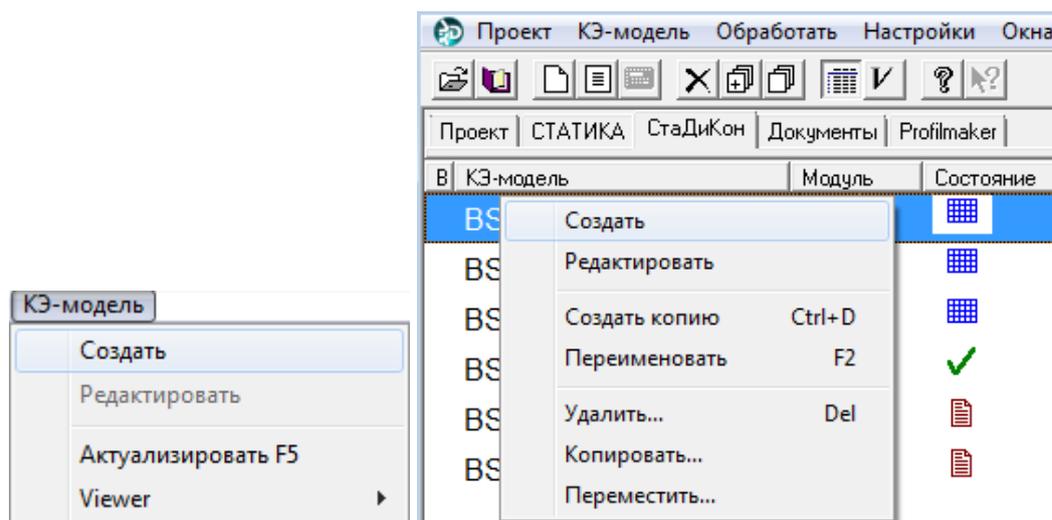
№	Тип	Обозначение	TooiTip	Длительность воздействия	Kd	Kda	Kn	Kna	Udi
1	постоянное	ж/б	Собственный вес ж/б конструкций	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
2	постоянное	-	Собственный вес металлических конструкций	постоянное	1	1	1.05	1.05	0
3	грунт	грунт	Грунты в природном залегании	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
4	грунт	грунтI	Грунты насыпные	постоянное	1	1	1.15	1.15	0
5	преднапряжение	Преднапряжение	Нагрузка от преднапряжения	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
6	гидростатическое	Давление	Гидростатическое давление	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
7	переменное	жилье	Равномерно распределенная нагрузка - жилье помещения	кратковременное	0.2	0.35	1.3	1.3	0
8	переменное	-	Вес временных перегородок	длительное	1	1	1.1	1.1	0
9	переменное	стационарное_оборудование	Вес стационарного оборудования	длительное	1	1	1.05	1.05	1
10	переменное	складируемые_материалы	Вес складируемых материалов и изделий	длительное	1	1	1.05	1.05	1
11	переменное	служебные	Равномерно распределенная нагрузка - служебные помещения	кратковременное	0.35	0.35	1.2	1.2	0
12	снег	Снег-S	Снеговая нагрузка 1 января меньше -5	кратковременное	0.5	0.5	1.43	1.4	0
13	снег	Снег	Снеговая нагрузка 1 января больше -5	кратковременное	0.5	0	1.43	1.4	0
14	ветер	ветер	Ветровая нагрузка	кратковременное	0	0	1.4	1.4	0
15	температурное	Температура	Температурное воздействие	кратковременное	0.5	0.5	1.1	1.1	0
16	монтажное	Монтажное	Монтажные нагрузки	кратковременное	0.0	0.0	1.1	1.1	0
17	крановое	Кран	Крановые нагрузки (группа кранов 4К-6К)	кратковременное	0.5	0.5	1.2	1.2	0
18	особое	-	Особое воздействие	особое	0	0	1	1	0
19	сейсмика	-	Сейсмическое воздействие	особое	0	0	1	1	0

1. Выберите пункт меню **Проект > Основные данные проекта**.
2. В открывшемся диалоге перейдите на вкладку **Коэффициенты**.
3. В **Воздействиях** укажите нормы **СП 20.13330.2016**.
4. Теперь Вы можете изменять коэффициенты у имеющихся воздействий (путем замены строки), добавлять к ним новые и удалять ненужные.

**Шаг за шагом**

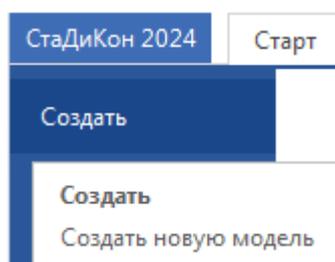
### 3 Создание POS-проекта

В окне проекта в **Менеджере проектов** активируйте вкладку **СтаДиКон**. Создайте новую **POS-модель**, выбрав функцию **Создать** в меню **КЭ-модель** или указав ее в контекстном меню (вызывается по правой клавише мыши):

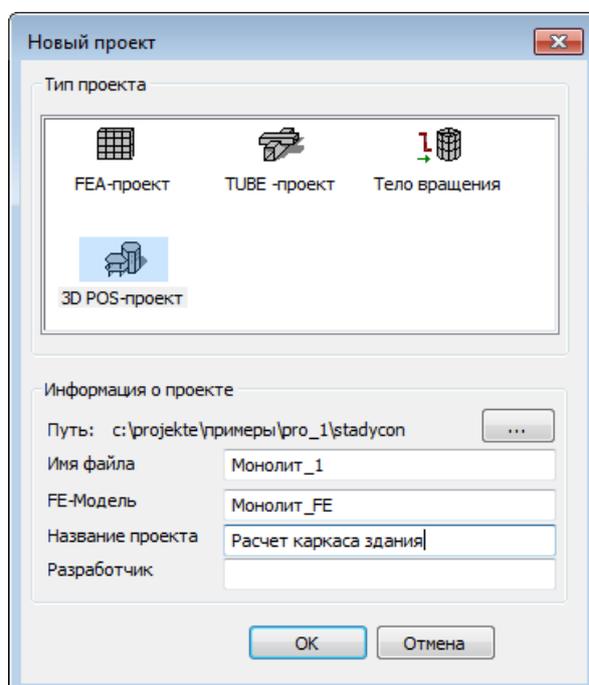


При обращении к этой функции, вызывается **ПК СтаДиКон**.

Системное меню **СтаДиКон** содержит команду **Создать**.



При выборе этой команды, на экране появляется диалог следующего вида:



Выберите тип проекта **3D POS-проект** и задайте **Имя файла** (эта информация является обязательной). Можно также указать информацию о проекте, разработчике и создаваемой модели (эта информация хранится в проекте, и может быть использована при выводе проекта в WORD/VIEWER или на принтер).

Подтвердите данные нажатием на кнопку **ОК**.

На экране появится диалог, в котором необходимо указать **Наименование этажа**, **Уровень этажа** (системной оси) и **Высоту этажа**.

Новый(е) этаж(и)

Наименование: План\_Подвал

Замечания

Высота этажа: 4.095 м

Уровень этажа: 0 м

Количество: 1

Скопировать ...

Этаж: [dropdown]

Всё  Ничего  Выбор

Наименование этажей

- Колонны
- Области толщин
- Отверстия
- Плиты
- Балки

Выбрать все Сброс

ОК Отмена Помощь

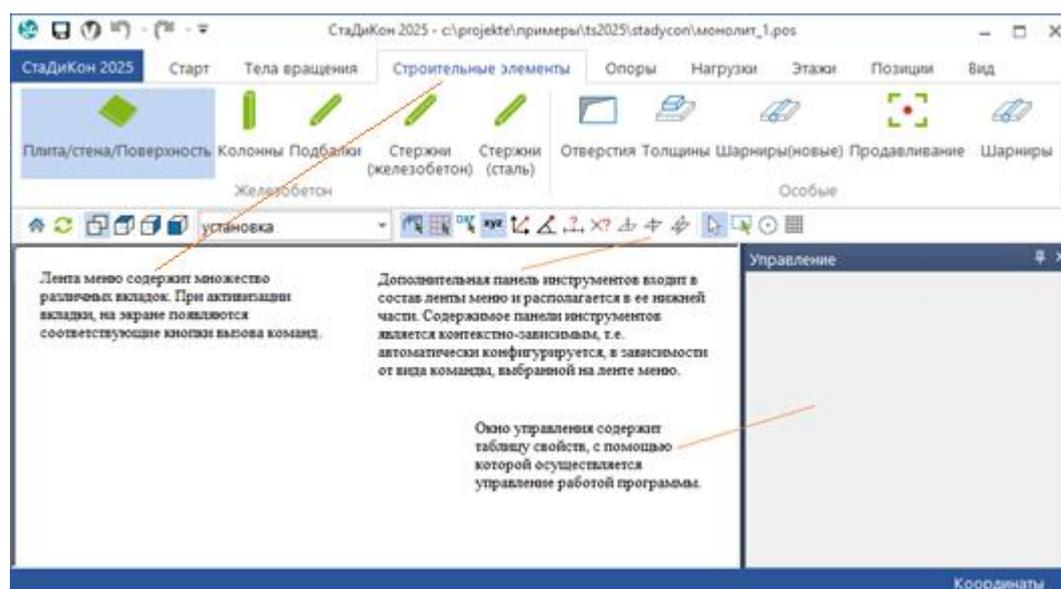
Наименование этажа в дальнейшем значительно облегчит поиск, и выбор элементов данного этажа, поскольку в маркировке элементов имеется обозначение этажа.

### 4 Работа с позиционным проектом в СтаДиКон

#### 4.1 Интерфейс

Интерфейс программы **СтаДиКон** обеспечивает интуитивно понятное управление всеми функциями и создает основу для более эффективной работы. Программа является графической интерактивной Windows-программой, построенной на принципах MDI-интерфейса (многооконности). Одновременно, в разных окнах, могут обрабатываться несколько проектов.

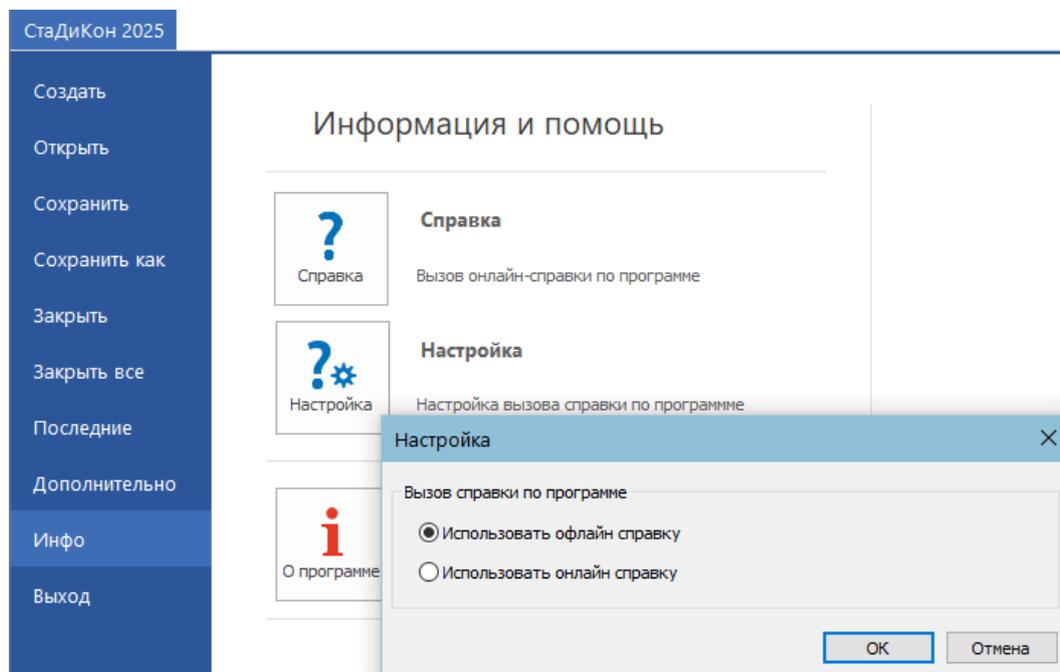
Доступ ко всем функциям **СтаДиКон** осуществляется с помощью ленты меню. Набор закладок ленты меню зависит от типа актуального проекта. Ниже приведен пример интерфейса для работы с позиционным проектом (**POS**-проектом).



#### Советы & рекомендации

- Окно **Управление** можно произвольно перемещать по экрану.
- Вызвав страницу помощи **Функциональные клавиши**, Вы можете ознакомиться с назначением всех функциональных клавиш программы.

Для получения контекстной помощи (в диалогах по кнопке **Помощь** или по клавише **F1**), рекомендуется использовать офлайн-справку. Для этого в системном меню **СтаДиКон**, в рубрике **Инфо** необходимо вызвать диалог **Настройка** и активировать в нем соответствующую опцию.



## 4.2 Создание прямоугольного растра

Как правило, при вводе позиций и нагрузок, в **СтаДиКон** используются классическое вспомогательное средство - **растр**. Кроме того, в качестве **подложки**, могут быть также использованы слои из файлов **dwg/dxf**.

При создании растра, можно использовать помощь к **СтаДиКон**. Ниже приведено краткое описание этой функции.

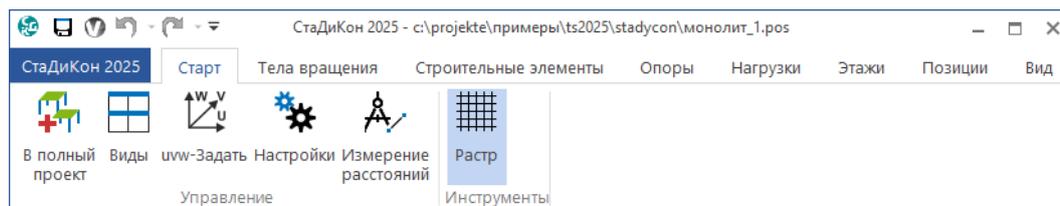
### Растр

В проектах зданий строительные элементы часто размещаются с помощью растра (сетки осей), узлы которого используются как точки улавливания для конструктивных элементов (например, колонн).

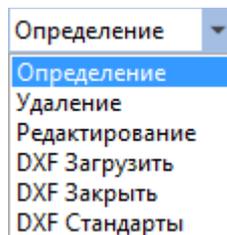
Для ввода сложных пространственных конструкций, прежде всего, многоэтажных зданий (или в терминах программы - **3D-позиций**), используются плоскости растров (так называемые опорные плоскости).

1. При активной вкладке **Старт**, нажмите на кнопку **Растр**.

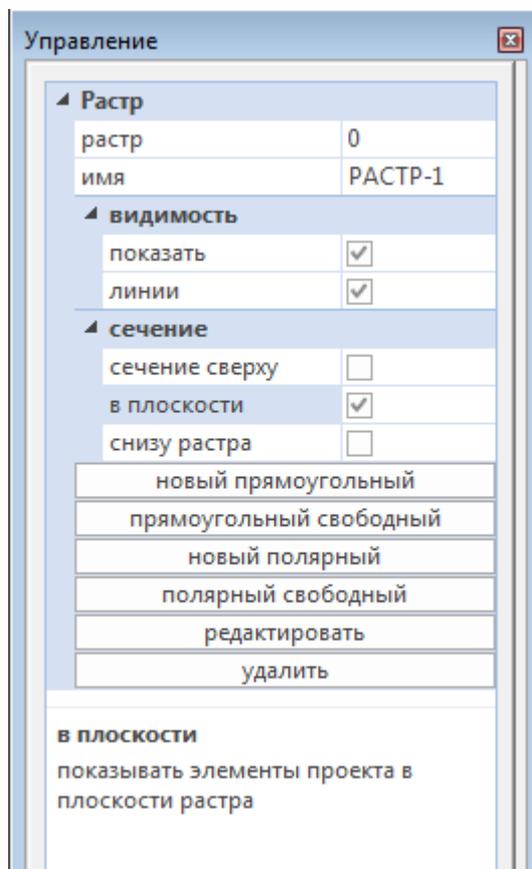
**Шаг за шагом**



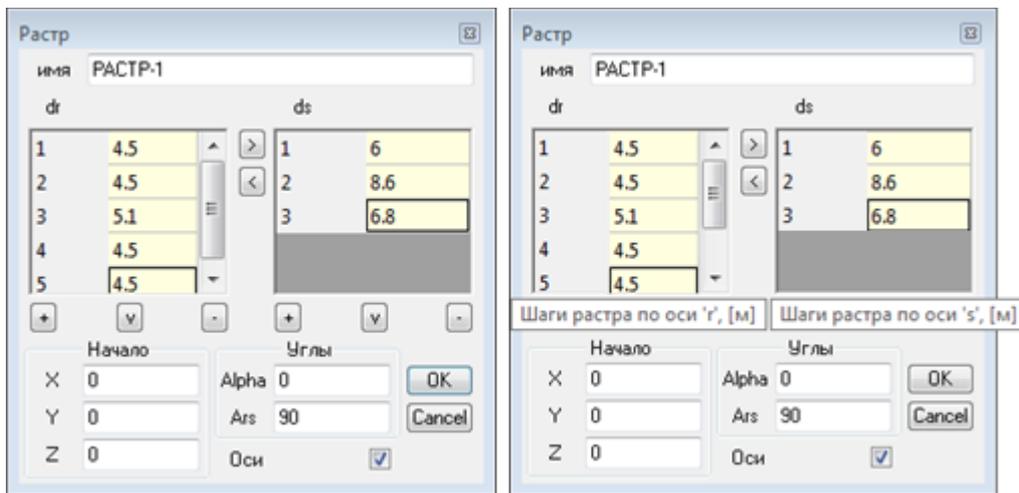
2. В выпадающем меню дополнительной панели инструментов выберите опцию **Определение**.



3. На экране появится диалог **Управление**:

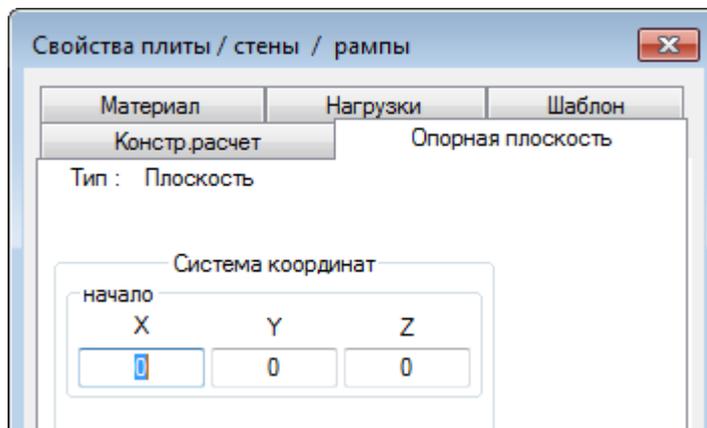


4. Выберите вариант **прямоугольный свободный** растр, который позволяет задать свободный ортогональный растр с переменным шагом сетки.
5. Область диалога **видимость** содержит опцию **показать**, с помощью которой можно включать и отключать изображение текущего растра. Опция **линии** этой же области позволяет изменять способ изображения растра на экране (в виде пунктирных линий, если опция активна, точками пересечения воображаемых линий, если опция не выбрана).
6. Активизируйте опцию **в плоскости**, чтобы изображались только те элементы проекта, которые пересекаются плоскостью растра.
7. После выбора типа растра, нужно задать три точки для определения плоскости растра. Первая точка - это начало координат растра, вторая - направление **r**-оси растра, третья точка завершает ввод **r-s**-плоскости, в которой будет располагаться растр.
8. В появившемся диалоге задайте необходимые значения. При наведении курсора на поле ввода, появляется всплывающая подсказка.



□ При активной вкладке **Строительные элементы** можно выбрать тип элемента, активизировать на дополнительной панели инструментов функцию **изменить свойства** и указать на чертеже уже установленный строительный элемент. На странице **Опорная плоскость** появляющегося диалога свойств можно поменять начало координат опорной плоскости относительно глобальной системы координат.

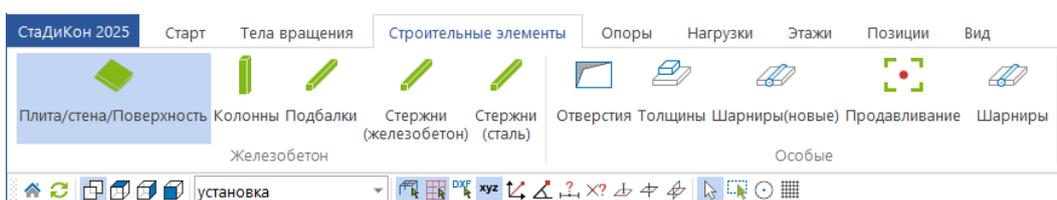
**Советы & рекомендации**



### 4.3 Ввод позиций

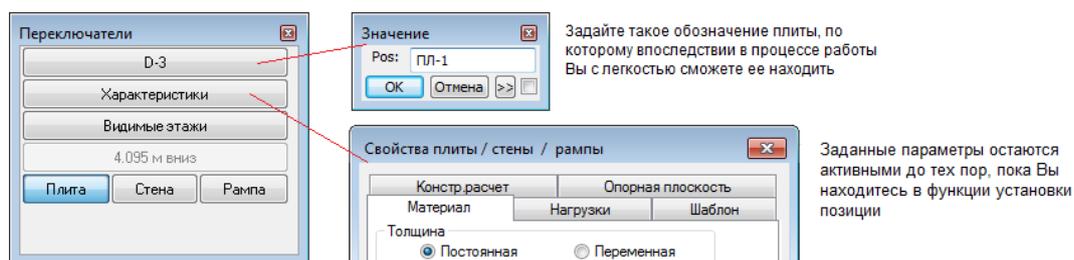
При вводе строительных конструкций методом позиций, пользователь отображает как геометрию конструкции, так и действующие на нее нагрузки.

#### 4.3.1 Ввод плиты



### Шаг за шагом

1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **установка** в выпадающем меню.
2. На экране появится диалог **Переключатели**. Нажмите на кнопку **Плита**.



3. Введите **Обозначение** для плиты.
4. Задайте данные на страницах диалога свойств: информацию о материале, нагрузках и параметрах генерации конечно-элементной сетки для вводимой позиции.
5. Закладка **Материал**. Здесь задаются жесткостные характеристики плиты и расчетное значение плотности.

Констр.расчет		Опорная плоскость		
Материал		Нагрузки		Шаблон
Толщина				
<input checked="" type="radio"/> Постоянная		<input type="radio"/> Переменная		
Толщина	0.2 м	X [m]	Y [m]	D [m]
		0	0	0.2
		0	0	0.2
		0	0	0.2
Характеристики				
<input checked="" type="radio"/> Изотропный		<input type="radio"/> Ортотропный		
Модуль упругости E	3e+07	кН/м <sup>2</sup>		
Кэффициент Пуассона	0.2			
Плотность плиты Rho	2.75	т/м <sup>3</sup>		
<input checked="" type="checkbox"/> Со сдвиговой деформацией				

6. Закладка **Нагрузки**. Собственный вес плиты **СтаДиКон** автоматически определяет из толщины и плотности и присваивает его нагружению № 1 (можно задать значение плотности равным нулю, в этом случае, собственный вес элемента не учитывается). С помощью ввода значения в поле **Постоянная**, можно учесть дополнительный вклад в собственный вес (например, добавить вес покрытия пола или штукатурки). Эти нагрузки также будут добавлены в нагружение № 1. Для удобства, все равномерно распределенные нагрузки, действующие на перекрытия и кровлю и отнесенные в **Таблице 1** к нагружению №3 (вес полов и перегородок и вес конструкции кровли), зададим в свойствах позиций плит как **Постоянные нагрузки**.

После генерации расчетной схемы, т.е. в **FEA**-проекте скопируем эти нагрузки в нагружение №3, так как у этих нагрузок другое значение коэффициента надежности по нагрузке. В нагружении №1 эти нагрузки, соответственно, удалим.

Временная (полезная) нагрузка может относиться к разным нагружениям. В свойствах позиций плит можно задать значения равномерно распределенной нагрузки, действующей по всей области плиты. Эта нагрузка, при генерации расчетной схемы (**FEA**-проекта), автоматически будет отнесена к нагружению №2. Поэтому для удобства будем задавать временные нагрузки на фундаментную плиту, на перекрытие подвала, на балконах, на перекрытия жилых этажей на общих коридорах и лестницах, на перекрытия жилых этажей в квартирах и на кровле в свойствах позиций плит. Для этого, при создании жилых этажей, плиту перекрытия представим в виде нескольких позиций плит – для общих коридоров и лестниц и для квартир. При этом учтем в **FEA**-проекте, что нагрузки на перекрытия жилых этажей в квартирах должны быть отнесены к нагружению №4.

Так как в программе положительные нагрузки действуют всегда вдоль положительных осей координат, то для постоянной и временной нагрузки нужно задавать отрицательные значения.

Констр.расчет		Опорная плоскость	
Материал	Нагрузки	Шаблон	
Нагрузки			
Постоянная	<input type="text" value="-3"/>	кН/м <sup>2</sup>	
Временная	<input type="text" value="-2.4"/>	кН/м <sup>2</sup>	

7. Закладка **Шаблон**. Вводятся параметры для генератора конечно-элементной сетки по методу шаблона в локальной системе координат позиции, плоскость **ROS** соответствует плоскости **XY** (**2D**-позиции) или опорной плоскости (**3D**-позиции), а ось **OT** параллельна оси **OZ** (**2D**-позиции) или перпендикулярна опорной плоскости (**3D**-позиции). Задается шаг сетки по каждому направлению и угол поворота шаблона.

Констр.расчет		Опорная плоскость	
Материал	Нагрузки	Шаблон	
Координата X начала	<input type="text" value="0"/>	м	
Координата Y начала	<input type="text" value="0"/>	м	
Шаг в направлении оси OR	<input type="text" value="0.5"/>	м	
Шаг в направлении оси OS	<input type="text" value="0.5"/>	м	
Угол поворота от-но оси OR	<input type="text" value="0"/>	°	

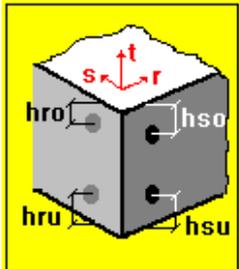
8. Закладка **Опорная плоскость (3D-позиции)**. При вводе элементов **3D**-позиций всегда существует понятие активной опорной плоскости. При наличии активного растра – это плоскость активного растра, при его отсутствии – это плоскость **ХОУ**, расположенная на уровне активного

этажа. Корректируя начало координат активной опорной плоскости по оси  $OZ$ , можно сместить плиту перекрытий или стену относительно уровня актуального этажа. Первоначально координата  $Z$  начала координат активной опорной плоскости соответствует уровню актуального этажа.

Материал	Нагрузки	Шаблон
Констр.расчет	Опорная плоскость	
Тип : Плоскость		
Система координат		
начало		
X	Y	Z
0	0	0

9. Закладка **Конструктивный расчет**. Здесь Вы можете указать исходные данные для конструктивного расчета элементов железобетонных конструкций: толщину защитных слоев, диаметры стержней арматуры, а также выбрать нормы, по которым будет проводиться расчет.

Свойства плиты / стены / рамы

Материал	Нагрузки	Шаблон
Констр.расчет	Опорная плоскость	
Толщина защитного слоя арматуры (см)		
	hso : 3	
	hsu : 3	
	hro : 2	
	hru : 2	
Диаметры стержней арматуры (мм)		
Верхняя по оси г:	16	▼
Нижняя по оси г:	16	▼
Верхняя по оси s:	16	▼
Нижняя по оси s:	16	▼
Поперечная :	8	▼
Нормы		
<input checked="" type="radio"/> СП 63.13330.2018	<input type="radio"/> СП 52-101-2003	
<input type="radio"/> СНБ 5.03.01-02	<input type="radio"/> Еврокод (EN1992)	
Материал ...		
<input type="checkbox"/> Пилон		
OK	Отменить	Помощь

По кнопке **Материал** вызывается диалог, позволяющий задать параметры бетона и арматуры.

Параметры материала для СП 63.13330.2018

**Бетон**  
 Класс: B 25 (тяжелый)  
 Коэффициент условий работы Gb (без учета Gb1): 1

**Арматура**  
 Продольная: A400  
 Поперечная: A240  
 Коэффициент условий работы Gs: 1

Расчет по прочности по предельным усилиям   
 Влажность: 40 - 75 %

Расчет на трещиностойкость  
 Из условия обеспечения сохранности арматуры  
 Из условия ограничения проницаемости конструкции

Учет сейсмики (коэффициенты условий работы)

Бетон (расчет нормальных сечений) Mkrb :	1.2
Арматура (расчет нормальных сечений) Mkrs :	1.2
Бетон (расчет наклонных сечений) Mkrbw	1
Арматура (расчет наклонных сечений) Mkrsw	1

Задавать предельную величину раскрытия трещин вручную  
 Для полного значения нагрузки: 0.4  
 Для длительного значения нагрузки: 0.3

С помощью выпадающих списков **Класс**, **Продольная** и **Поперечная** можно выбрать необходимый класс бетона и марку стали для продольной и поперечной арматуры.

**Бетон**  
 Класс: B 25 (тяжелый)

- B 10 (тяжелый)
- B 12,5 (тяжелый)
- B 15 (тяжелый)
- B 20 (тяжелый)
- B 25 (тяжелый)
- B 30 (тяжелый)
- B 35 (тяжелый)
- B 40 (тяжелый)
- B 45 (тяжелый)
- B 50 (тяжелый)
- B 55 (тяжелый)
- B 60 (тяжелый)
- B 70 (тяжелый)
- B 80 (тяжелый)
- B 90 (тяжелый)
- B 100 (тяжелый)

**Арматура**  
 Продольная: A500

- A240
- A400
- A500
- A600
- A800
- A1000
- B500
- Bp500
- A500C марки
- A600C марки
- A500C марки
- B500C марки

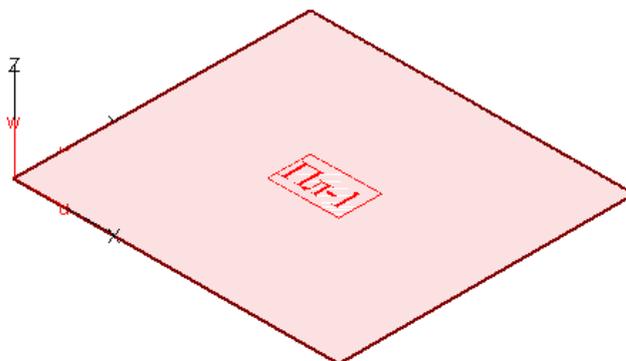
Все исходные данные по конструктивному расчету впоследствии можно откорректировать при назначении конструктивных элементов в конечно-элементной расчетной схеме. Подтвердите введенные данные нажатием на кнопку **ОК**.

- Кнопка **Видимые этажи** диалога **Переключатели** позволяет, при вводе **3D**-позиций, автоматически скопировать все последующие вводимые

позиции на все видимые этажи.

**Примечание:** По умолчанию, кнопка **Видимые этажи** активна.

11. Переключатель "... м вниз" используется только при вводе стен, с его помощью можно изменить высоту стены.
12. Убедитесь, что активна функция **Строительные элементы > Плита/Стена/Поверхность > установка**, установите курсор в первую точку контура позиции и щелкните левой клавишей мыши. Возле курсора появится метка в виде квадрата. Это та точка, в которой будет размещена точка плиты.
13. **Задание позиции по точкам.** Плита может задаваться замкнутой ломаной линией с помощью мыши в рабочем окне, или вводом координат вершин плиты в окне редактора ввода. Координаты задаются в плоскости **ХОУ** глобальной системы координат. Конец ввода области позиции задаётся повторным выбором первой точки плиты с помощью левой клавиши мыши.
14. **Задание позиции Вох'ом.** Плита задается в виде прямоугольной области. При наличии активного растра, стороны **ВОХ'а** ориентируются по осям **г**- и **с**- этого растра.
15. В рабочем окне отобразится построенная Вами плита.



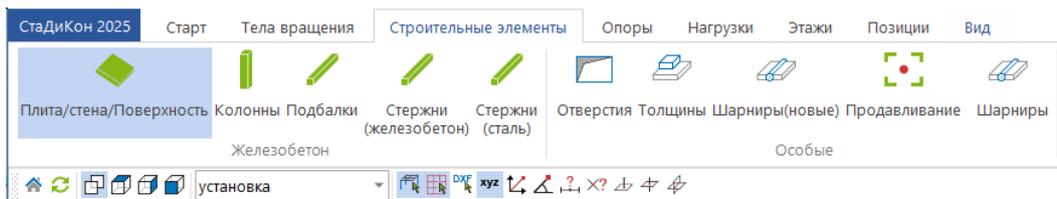
16. Завершите ввод плиты нажатием на кнопку **Домой**



### Советы & рекомендации

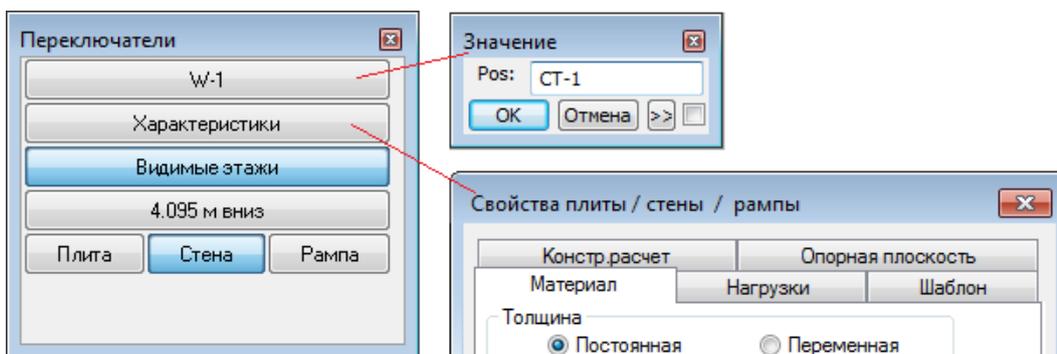
- Размеры плиты задаются по фактическим архитектурным размерам, поэтому границы плиты выступают за границы растра, обозначающего координатные оси, на величину наиболее выступающего элемента (в рассматриваемом примере это радиус колонны).

### 4.3.2 Ввод стен

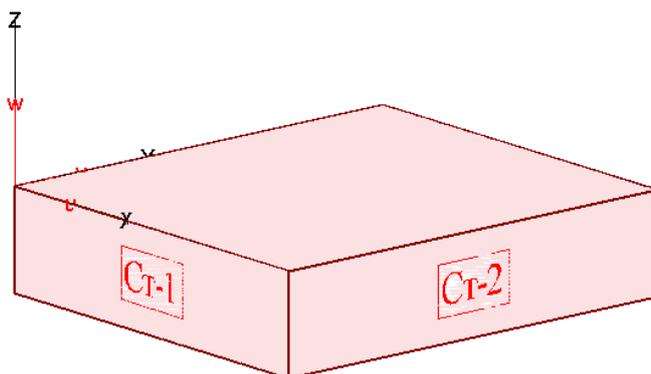


1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **установка** в выпадающем меню.
2. На экране появится диалог **Переключатели**. Нажмите на кнопку **Стена**.

Шаг за шагом



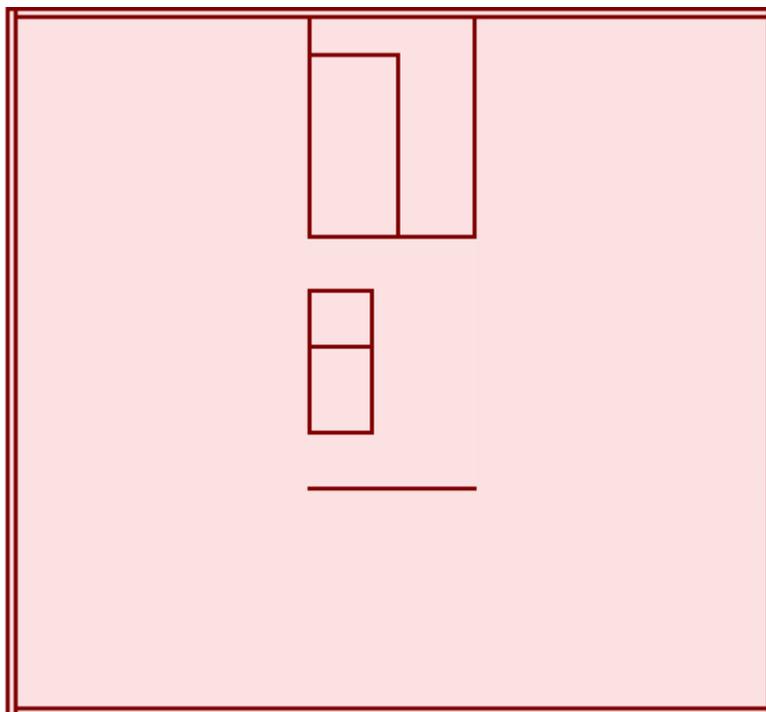
3. Задайте **Обозначение** стены.
4. Введите данные на страницах диалога **Материал**, **Нагрузки** и **Констр.расчет** (см. раздел 4.3.1).
5. В нашем примере, при создании **POS**-проекта, высота этажа была задана равной **4.095 м**. Кнопка **4.095 м вниз** диалога **Переключатели** позволяет изменить высоту стены.
6. Устанавливать стены можно как на *виде в плане* (**XY-проекция**), так и в **3D-виде**.
7. При активной функции **улавливать геометрию** , используя геометрию плиты, установите стены. Конец ввода стены задаётся повторным выбором конечной точки стены с помощью левой клавиши мыши.
8. Завершите ввод стен нажатием на кнопку **Домой**.



- Для остальных стен этажа, повторите процедуру ввода позиций, согласно пунктам, описанным выше. При этом можно использовать функцию **запрос смещения в декартовой с.к.**



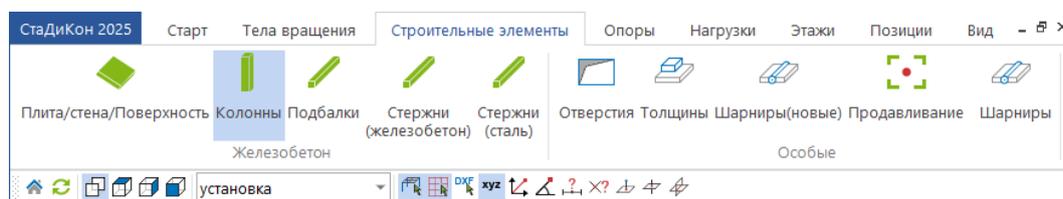
запрос смещения в декартовой с.к.



### Советы & рекомендации

- Продолжение срединных плоскостей стен до наружных граней примыкающих стен осуществляется с целью корректной обработки зоны сопряжения стен и плит.

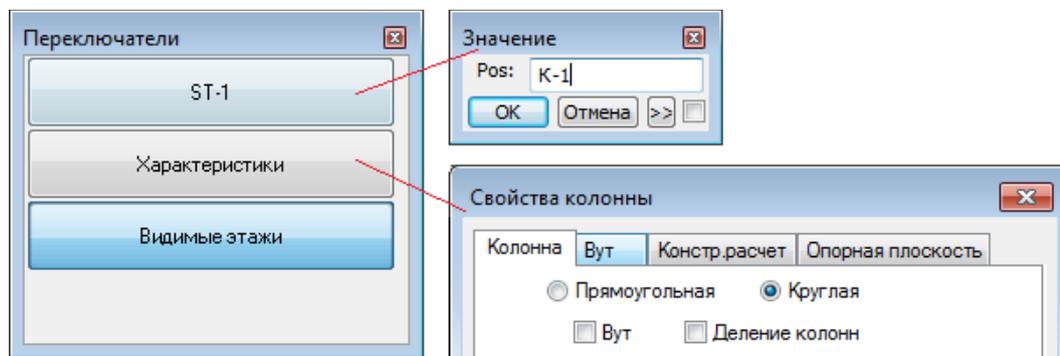
### 4.3.3 Ввод колонн



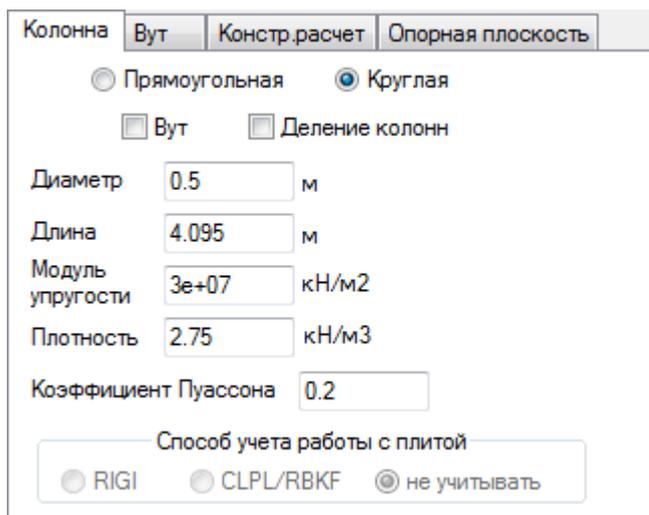
### Шаг за шагом

- При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Колонны** и опцию **установка** в выпадающем меню.
- На экране появится диалог **Переключатели**.
- Кнопка **Видимые этажи** диалога **Переключатели** позволяет, при вводе **3D-позиций**, автоматически скопировать все последующие вводимые позиции на все видимые этажи.

**Примечание:** По умолчанию, кнопка **Видимые этажи** активна.



4. Задайте **Обозначение** колонны.
5. Введите данные на странице диалога **Колонна**.



Диалог позволяет создавать **круглые** и **прямоугольные** колонны. В зависимости от выбранного типа сечения, запрашиваются те или иные геометрические характеристики.

**Деление колонн.** При задании этого параметра, при генерации конечно-элементной сетки, область вокруг колонн будет разбита на конечные элементы, в противном случае, - колонна рассматривается как отдельный конечно-элементный узел.

**Способ учета работы с плитой.** Данные опции доступны только для колонн, для которых задана опция **Деление колонн**. При генерации сетки для таких колонн можно задать разные способы учета совместной работы плиты и колонны:

**RIGI** - при генерации сетки, автоматически генерируются кинематические гипотезы (узлы, расположенные в области колонны, перемещаются как абсолютно твердые тела);

**CLPL/RBKF** - при генерации сетки, в области колонн автоматически генерируются группы CLPL (пространственный случай) или RBKF (плоский случай);

**не учитывать** - совместная работа плиты и колонны не учитывается.

6. Колонны всегда располагаются перпендикулярно плоскостям, параллельным плоскости **ХОУ**.

7. Используя страницу диалога **Констр.расчет**, введите исходные данные для конструктивного расчета.

В случае прямоугольного сечения колонны, Вам будет предложено две схемы армирования: когда арматура располагается в виде отдельных стержней (сосредоточенная) или в виде слоев (распределенная). При этом на значения площадей арматуры может быть наложено одно из предлагаемых ограничений:

$$As1 = As2 = As3 = As4$$

$$As1 = As3, As2 = As4$$

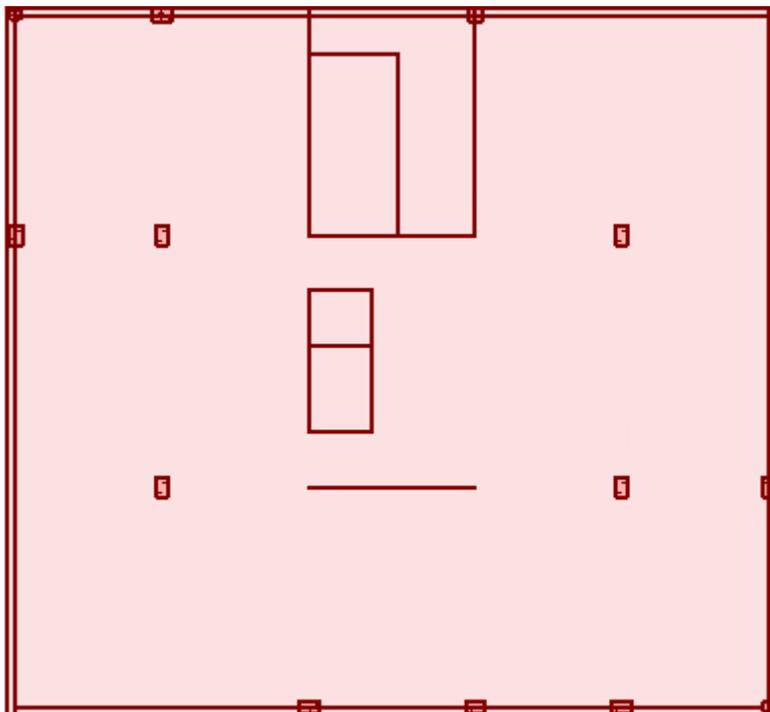
8. По кнопке **Материал** вызывается диалог, позволяющий задать параметры бетона и арматуры.

Параметры материала для СП 63.13330.2018

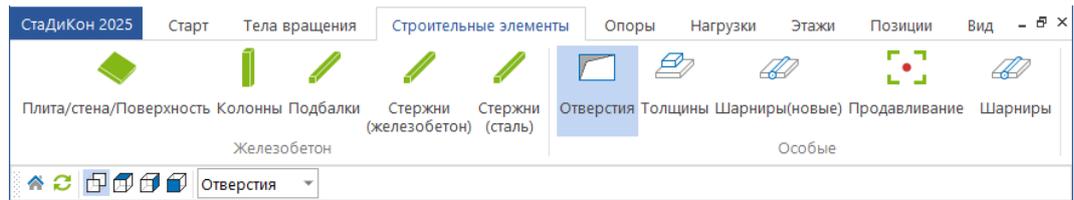
<p><b>Бетон</b></p> <p>Класс: В 25 (тяжелый)</p> <p>Коэффициент условий работы Gb (без учета Gb1): 1</p> <p>Расчет по прочности по предельным усилиям: <input type="checkbox"/></p> <p>Влажность: 40 - 75 %</p>	<p><b>Арматура</b></p> <p>Продольная: A400</p> <p>Поперечная: A240</p> <p>Коэффициент условий работы Gs: 1</p> <p><b>Расчет на трещиностойкость</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> Из условия обеспечения сохранности арматуры</p> <p><input type="radio"/> Из условия ограничения проницаемости конструкции</p>	<p>OK</p> <p>Отменить</p> <p>Помощь</p>
<p><b>Учет сейсмики (коэффициенты условий работы)</b></p> <p>Бетон (расчет нормальных сечений) Mkrb: 1.2</p> <p>Арматура (расчет нормальных сечений) Mkrs: 1.2</p> <p>Бетон (расчет наклонных сечений) Mkrbw: 1</p> <p>Арматура (расчет наклонных сечений) Mkrsw: 1</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Задавать предельную величину раскрытия трещин вручную</p> <p>Для полного значения нагрузки: 0.4</p> <p>Для длительного значения нагрузки: 0.3</p>		

9. Установите колонны согласно архитектурному плану. Прямоугольные колонны задаются аналогично круглым. Размеры сечения установите в соответствии с планом.

10. Устанавливаем колонны по заданию.



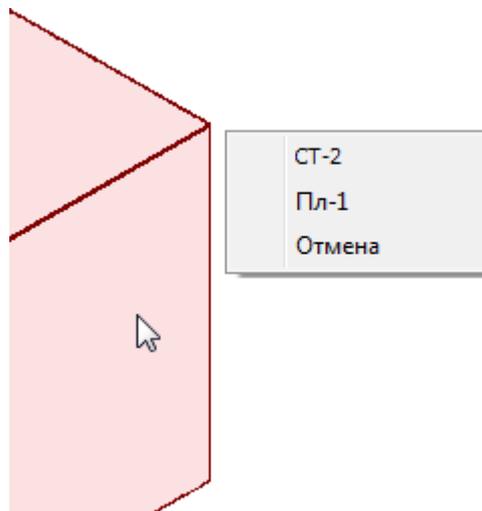
## 4.3.4 Ввод отверстий



Используя отверстия, можно моделировать проёмы внутри плиты, стены, рампы или балки-стенки. При генерации конечно-элементной сетки, конечные элементы в области отверстий не генерируются.

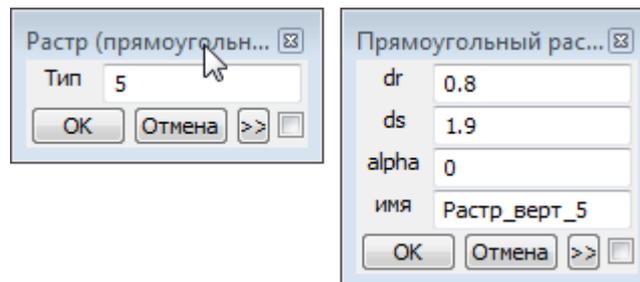
При активной вкладке **Строительные элементы** выберите кнопку **Отверстия** и одноименную опцию в выпадающем меню.

Для выбора рабочей плоскости, установите курсор вблизи нужной стены и используйте комбинацию клавиш **Shift + F4**. На экране появится список наименований позиций, расположенных в окрестности положения курсора.

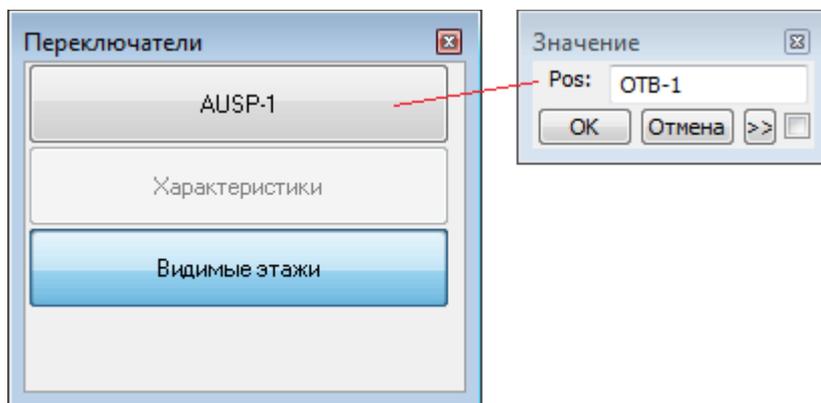


### Шаг за шагом

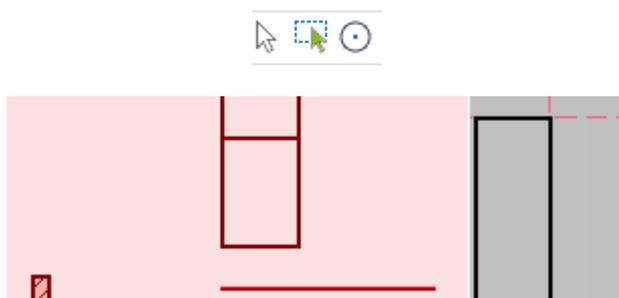
1. В нашем примере мы выбираем стену **СТ-2**.
2. В появляющихся диалогах определите вертикальный растр.



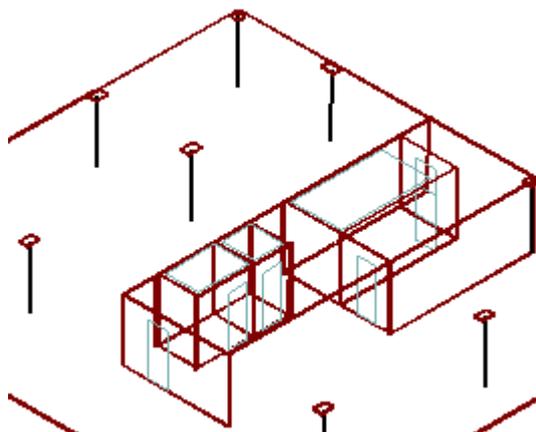
3. Из выпадающем меню дополнительной панели инструментов выберите функцию **установка** и активизируйте функцию **улавливать растр**.
4. На экране появится диалог **Переключатели**.



5. Задайте **Обозначение** отверстия.
6. Выберите способ создания отверстия и установите его.

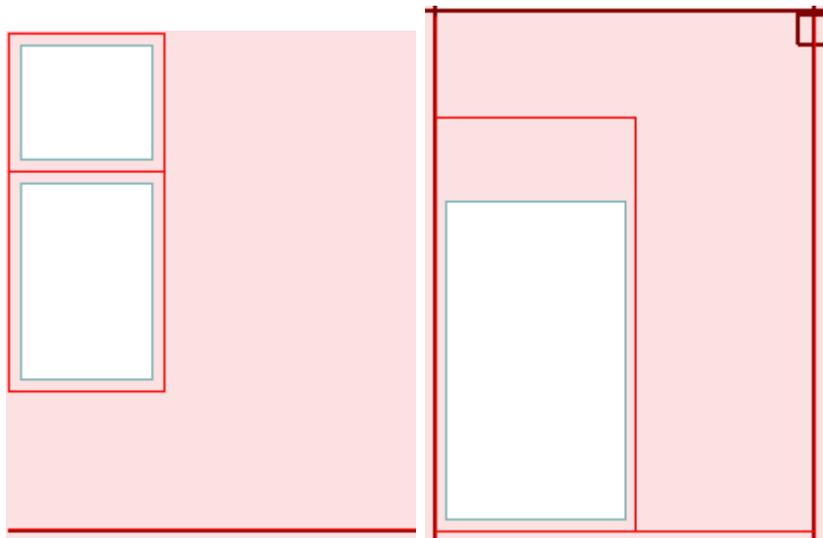


7. Аналогичным образом постройте проемы в остальных стенах и в плите.



- Обратите внимание на то, что проемы в перекрытии строятся по граням стен, с целью отражения действительной работы конструкции в месте примыкания плита – стена.

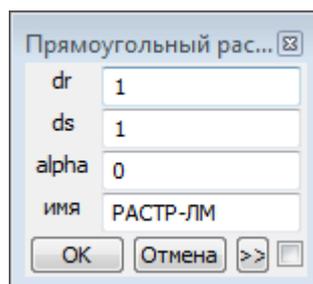
**Советы & рекомендации**



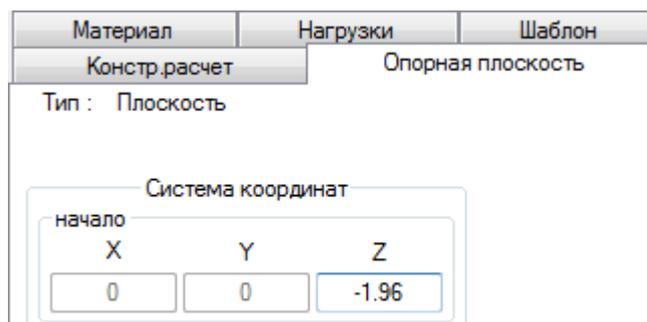
### 4.3.5 Ввод лестничных маршей

#### Шаг за шагом

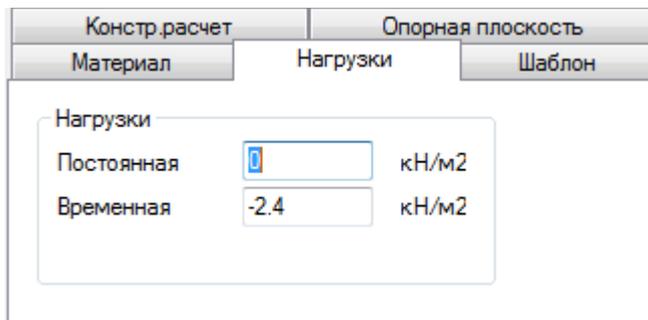
1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **установка** в выпадающем меню.
2. Установите рабочую плоскость на перекрытие подвала, указав его курсором и нажав на клавишу **F4**.
3. В появляющихся диалогах определите растр.



4. На странице **Опорная плоскость** диалога **Свойства плиты/стены/рампы** укажите положение плоскости лестничной площадки относительно плоскости перекрытия подвала ( $Z = -1.96$ ).

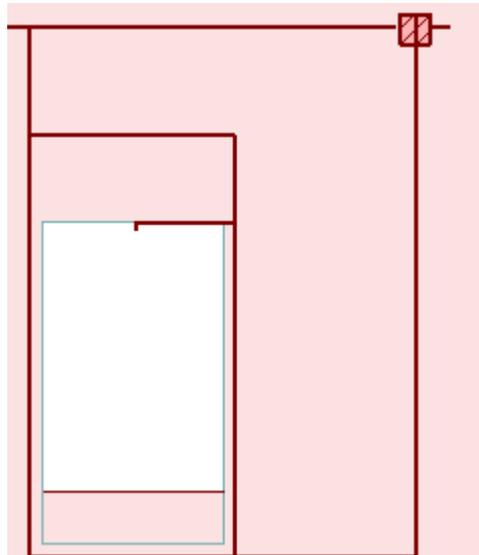


5. Перейдите во вкладку **Нагрузка** и укажите необходимые значения.

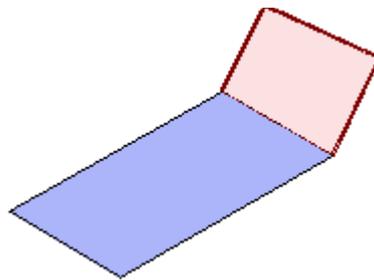


**Постоянная** нагрузка автоматически добавляется в **нагружение 1**, а **временная** (полезная) - в **нагружение 2**.

6. Установите для модели *вид сверху* **XY-проекция**.
7. Выберите необходимый вариант установки , активизируйте функцию **улавливать растр**  и постройте плиту размером 1м x 3м в месте расположения лестничной площадки. Ввод завершите нажатием на кнопку **Домой**.

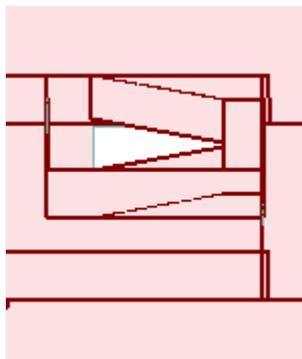


8. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **установка** в выпадающем меню.
9. В появившемся диалоге **Переключатели** нажмите на кнопку **Рампа** и в диалоге **Свойства плиты/стены/рампы** задайте все необходимые значения.
10. Активизируйте функцию **улавливать геометрию** .
11. Постройте плоскость лестничного марша, используя привязку к уже имеющимся узловым точкам позиций.
12. Для завершения построения полигона, укажите первую точку. Завершите ввод, нажав на кнопку **Домой**.



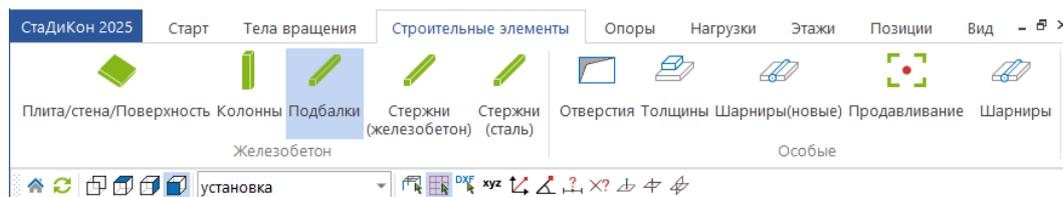
13. Аналогичным образом постройте второй лестничный марш.

На рисунке приведен:



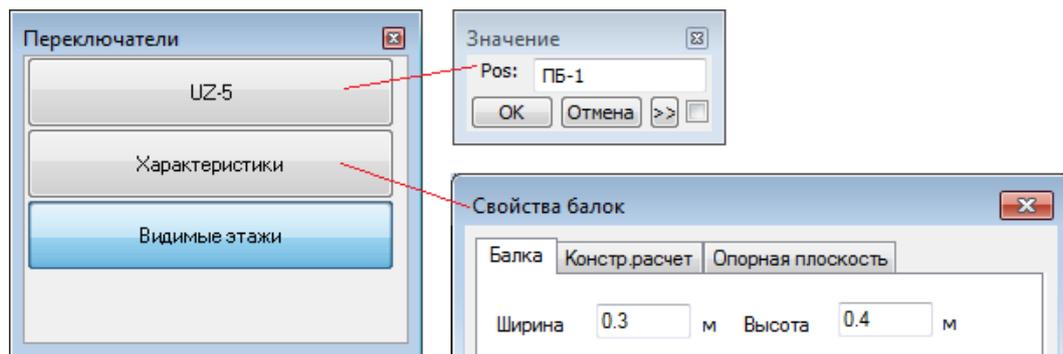
14. После завершения ввода, вернитесь на рабочую плоскость плиты перекрытия подвала (используя клавишу **F4**).

### 4.3.6 Ввод ребер жесткости плиты (подбалок)



Шаг за  
шагом

1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Подбалки** и опцию **установка** в выпадающем меню.
2. На экране появится диалог **Переключатели**.



3. Задайте **Обозначение** подбалки.

4. Введите данные на страницах диалога **Балка** и **Констр.расчет**.

Свойства балок

Балка | Констр.расчет | Опорная плоскость

Ширина  м Высота  м

Эксцентриситет

Подбалка  
 Надбалка  
 Вручную

Материал

E - Модуль  кН/м2  
Rho  т/м3  
Т - Фактор   
G - Модуль  кН/м2

Балка с переменными размерами по длине

ОК Отменить Помощь

5. Последовательно установите подбалки так, чтобы ось балки была доведена до оси (срединной плоскости) стены.

**Примечание.** В рабочем окне на чертеже отображается срединная плоскость стены.



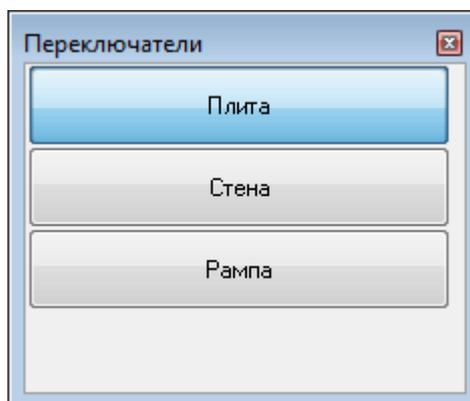
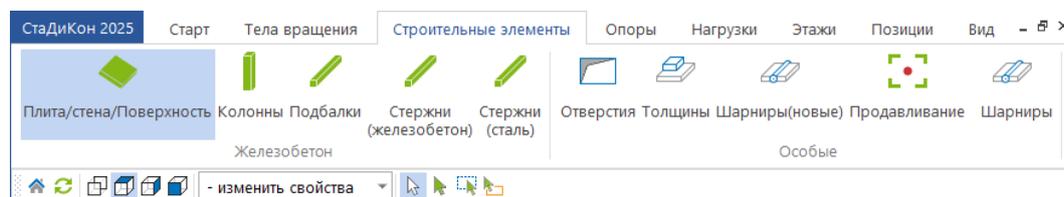
6. Завершите ввод подбалок нажатием на кнопку **Домой**.

## 4.4 Изменение свойств позиций

При необходимости, можно изменить свойства уже установленной позиции, например, толщину плиты или ширину колонны.

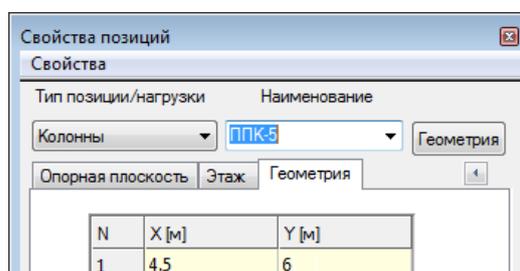
Вы можете одновременно изменить свойства нескольких позиций одного типа, например, плит.

Для этого выберите тип позиций **Плита/Стена/Поверхность**, активизируйте функцию **изменить свойства** и в появившемся диалоге **Переключатели** укажите **Плита**. Для редактирования нескольких плит, нажмите на кнопку **выбор группы объектов** на дополнительной панели инструментов.

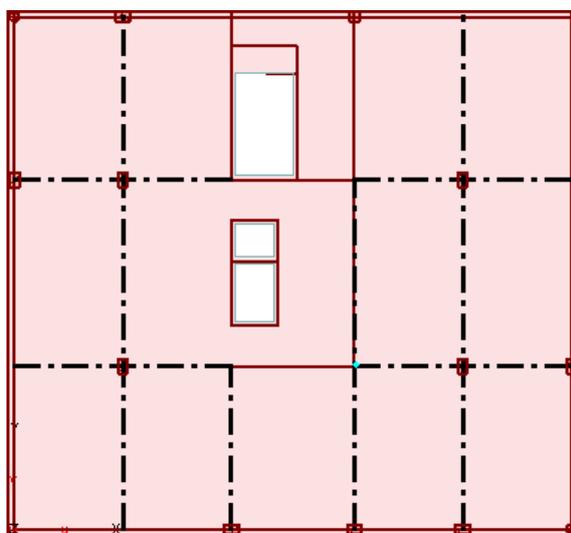
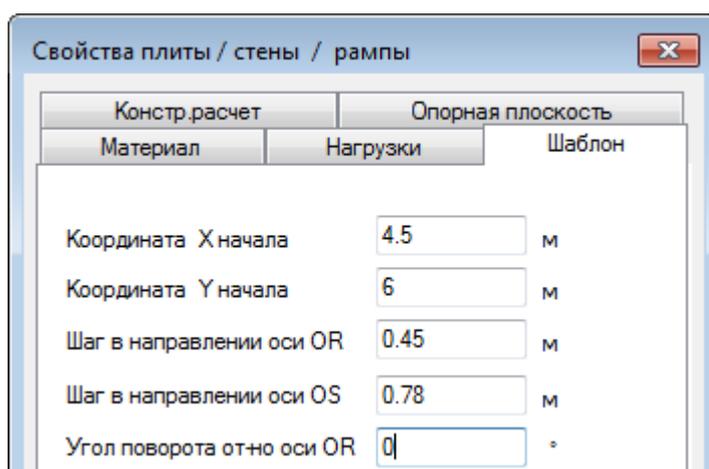


### Шаг за шагом

1. В нашем примере мы изменим параметры генерации конечно-элементной сетки для плиты перекрытия.
2. Перенесем начальную точку генерации сетки в точку, где расположена средняя колонна и изменим размеры ячейки конечно-элементной сетки.
3. Для определения координат средней колонны, при активной вкладке **Строительные элементы** щелкните правой клавишей мыши в пустом поле чертежа, и на экране появится диалог **Свойства позиций**. Выберите тип позиции **Колонны**, укажите название средней колонны и перейдите на страницу диалога **Геометрия**. В таблице отобразятся координаты колонны.



4. На ленте меню выберите тип позиций **Плита/Стена/Поверхность**, активизируйте функцию **изменить свойства** и в появившемся диалоге **Переключатели** укажите **Плита**.
5. Для редактирования отдельной плиты, нажмите на кнопку **выбор одного объекта**.
6. Щелчком левой клавишей мыши выберите на чертеже плиту перекрытия. Плита выделится цветом, и на экране появится диалог ее свойств.
7. На вкладке **Шаблон** можно задать новое положение начальной точки генерации сетки и размеры ячейки. Например, перенесем начальную точку генерации сетки (начало шаблона) в точку, где расположена ось средней колонна и изменим размеры ячейки конечно-элементной сетки.



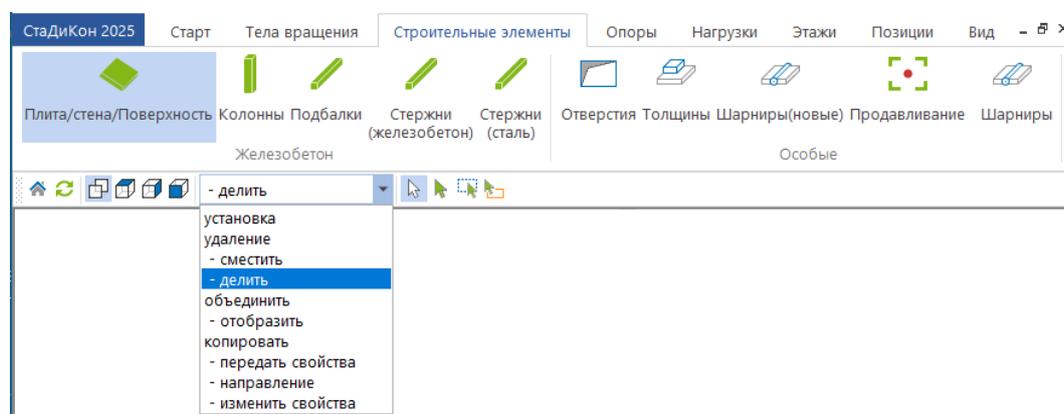
8. Для лестничных площадок установите размер ячейки 0,45x0,78 м, а для лестничных маршей – 0,45x0,5 м.

Чтобы перейти к изменению свойств других позиций, выберите в окне свойств соответствующий тип позиций.

**Советы & рекомендации**

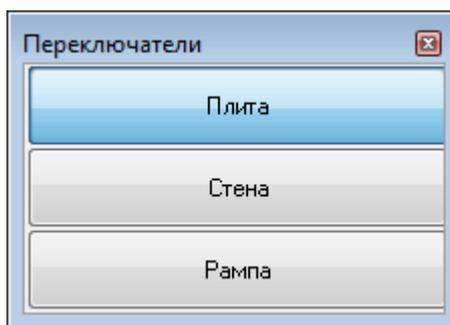
### 4.5 Изменение геометрии

При конструировании модели, впоследствии может потребоваться изменение геометрии или положения позиций (например: переместить/копировать или разделить/объединить позиции). Для этого Вы можете воспользоваться выпадающим меню на дополнительной панели инструментов после выбора необходимого элемента.

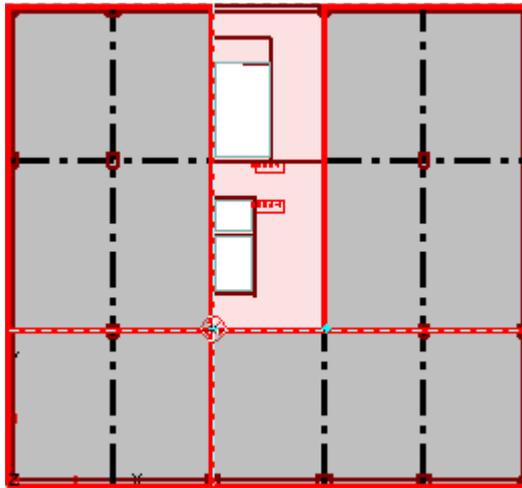


#### Шаг за шагом

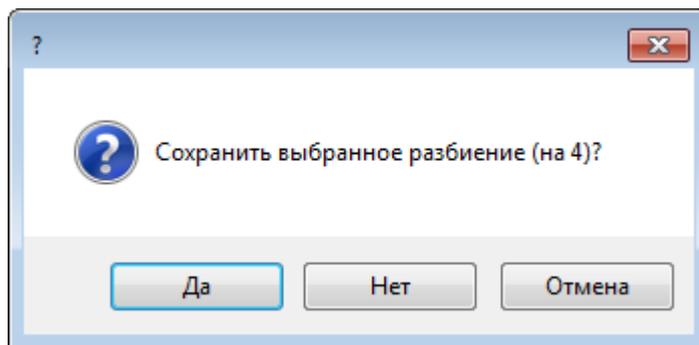
1. В нашем примере мы разделим плиту перекрытия подвала, с целью задания различных значений полезной нагрузки в служебных помещениях и в общих коридорах и лестницах. Из выпадающего меню дополнительной панели инструментов выберите функцию **разделить** и укажите на чертеже плиту перекрытия.
2. Появляющийся диалог **Переключатели** позволяет определить тип позиции для деления (выбрать можно только один тип позиции).



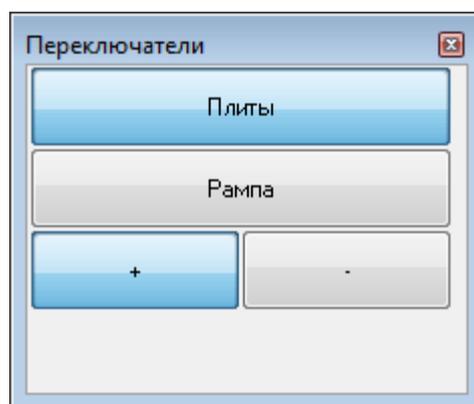
3. Выбранная для деления позиция подсвечивается.
4. При наличии активного раstra, линии деления ориентированы параллельно **r**- или **s**-направлениям активного раstra, при его отсутствии – параллельно оси **r**- или **s**- опорной плоскости, в которой задана позиция. В данном случае линии деления расположены в плоскости выбранной позиции и проходят через точку, определяемую курсором.
5. Укажите точку деления таким образом, чтобы вырезать участок плиты, отведенный под общие коридоры и лестничную клетку.



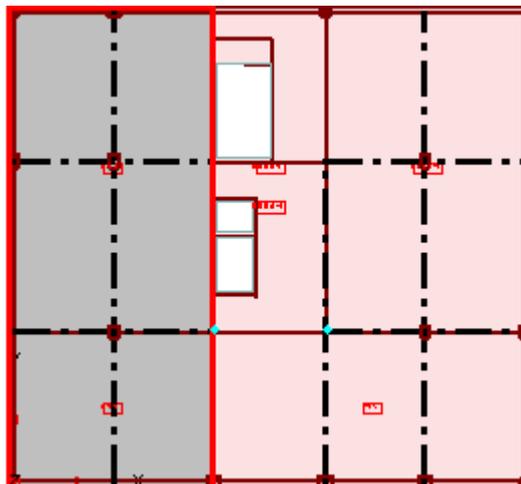
6. После задания линии деления, на экране появляется запрос на подтверждение:



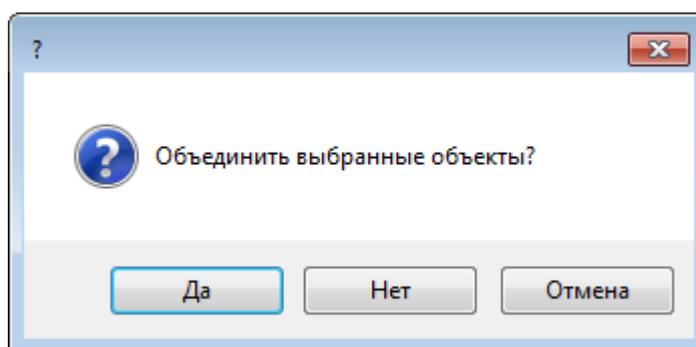
7. При утвердительном ответе пользователя, выбранная для деления позиция удаляется и заменяется новыми, полученными при делении, которые изображаются на экране. При этом новые позиции наследуют все свойства исходной позиции.
8. Из выпадающего списка дополнительной панели инструментов выберите функцию **объединить**.
9. На экране появится диалог **Переключатели**:



10. Выберите первый участок плитки. Он будет выделен.
11. Выберите второй участок для объединения аналогичным образом.



12. На экране появится запрос на подтверждение.



13. Пользователь может разрешить или запретить операцию объединения.

14. Новая позиция, полученная таким образом, наследует имя, а также все свойства материалов и нагрузок первой позиции.

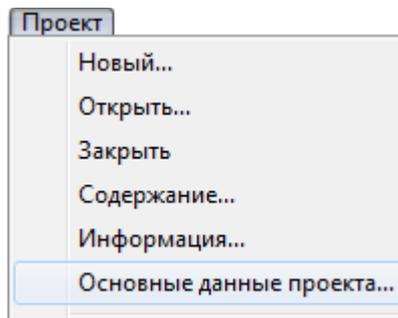
15. Аналогичным образом создайте второй участок плиты.

16. Завершите операцию объединения, нажав на кнопку **Домой**.

17. Если требуется, задайте поверхностную нагрузку способом, описанным в п. 4.6.2, указав номер нагружения для полезной нагрузки.

### 4.6 Задание нагрузок и нагружений

После того как задана несущая конструкция, можно приступить к явному определению нагрузок. Перед определением собственно нагрузок, можно уточнить параметры **Воздействий**, к которым будут относиться нагружения, применяемые в модели. Параметры воздействий для проекта задаются в диалоге **Основные данные проекта**. Открыть окно **Основных данных проекта** можно в **Менеджере проектов**, используя пункт меню **Проект > Основные данные проекта**.



В окне основных данных выберите вкладку **Коэффициенты**, раздел **Воздействия** и строку **СП 20.13330.2016**.

№	Тип	Обозначение	TooiTip	Длительность воздействия	Kd	Kda	Kn	Kna	Udi
1	постоянное	ж/б	Собственный вес ж/б конструкций	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
2	постоянное	-	Собственный вес металлических конструкций	постоянное	1	1	1.05	1.05	0
3	грунт	грунт	Грунты в природном залегании	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
4	грунт	грунт	Грунты насыпные	постоянное	1	1	1.15	1.15	0
5	преднапряжение	Преднапряжение	Нагрузка от преднапряжения	постоянное	1	1	1.1	1.1	0
6	гидростатическое	Давление	Гидростатическое давление	постоянное	1	1	1	1	0
7	переменное	жилиые	Равномерно распределенная нагрузка - жилые помещения	кратковременное	0.2	0.35	1.3	1.3	0
8	переменное	-	Вес временных перегородок	длительное	1	1	1.1	1.1	0
9	переменное	стационарное_оборудование	Вес стационарного оборудования	длительное	1	1	1.05	1.05	1
10	переменное	складируемые_материалы	Вес складируемых материалов и изделий	длительное	1	1	1.05	1.05	1
11	переменное	служебные	Равномерно распределенная нагрузка - служебные помещения	кратковременное	0.35	0.35	1.2	1.2	0
12	снег	Снег-S	Снеговая нагрузка t января меньше -5	кратковременное	0.5	0.5	1.43	1.4	0
13	снег	Снег	Снеговая нагрузка t января Больше -5	кратковременное	0.5	0	1.43	1.4	0
14	ветер	Ветер	Ветровая нагрузка	кратковременное	0	0	1.4	1.4	0
15	температурное	Температура	Температурное воздействие	кратковременное	0.5	0.5	1.1	1.1	0
16	монтажное	Монтажное	Монтажные нагрузки	кратковременное	0.0	0.0	1.1	1.1	0
17	крановое	Кран	Крановые нагрузки (группа кранов 4К-6К)	кратковременное	0.5	0.5	1.2	1.2	0
18	особое	-	Особое воздействие	особое	0	0	1	1	0
19	сейсмика	-	Сейсмическое воздействие	особое	0	0	1	1	0

В таблице приведены предустановленные воздействия. С помощью кнопки **Вставить строку** можно вставить свое воздействие. Стандартные воздействия не удаляются.

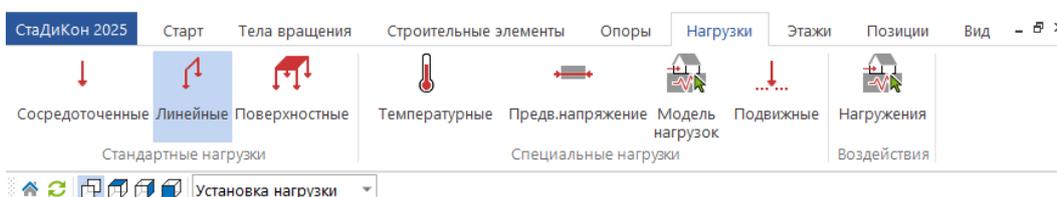
В данном окне также можно добавить новые виды бетона и арматуры в закладке **Материал**.

**Советы & рекомендации**

В модели различают нагрузки, заданные через **нагрузки плит, стен/рамп** и явным образом заданные **позиции нагрузок**. В **СтаДиКон**, наряду с обычными сосредоточенными, линейными, поверхностными и температурными нагрузками, нагрузками считаются нагрузки, возникающие в результате предварительного напряжения, а также деформационные нагрузки в форме перемещений по линии и перемещений в точке. Деформационные нагрузки в версии **СтаДиКон 2025** можно задать непосредственно в конечно-элементной расчетной схеме (**FEA-проекты**).

## 4.6.1 Ввод линейных нагрузок

На данной стадии готовности модели, в виде линейных равномерно распределенных нагрузок, задайте вес наружных стен. По мере ввода элементов модели, в виде линейных распределенных нагрузок, также задайте вес ограждений балконов и вес парапетов.

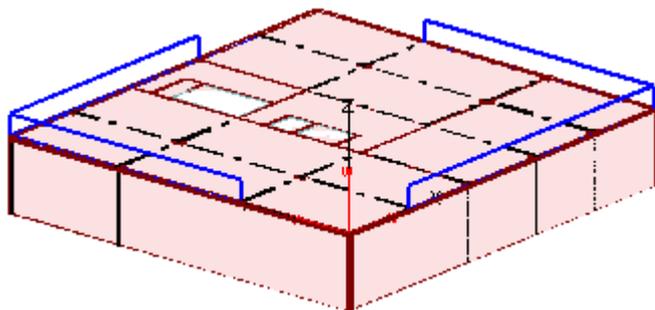


### Шаг за шагом

1. При активной вкладке **Нагрузки**, выберите кнопку **Линейные** и опцию **Установка нагрузки** в выпадающем меню. На экране появится диалог **Управление**.

Параметры	
Обозначение	ЛН-1
Нагружение	(3) Новое нагружение 3
Новое нагружение	
Принадлежит этажу	План_Подвал
Направление нагрузки	Pz
начало	-12
конец	<input type="checkbox"/>
Система координат	Глобальная
Подгонка сетки	Нет
Зона распределения	
Площадь Нагрузки	<input type="checkbox"/>
Распределение нагрузки до линии[градусы]	<input type="checkbox"/>

2. Нажмите на кнопку **Новое нагружение** и укажите номер нагружения **3**, обозначение и направление нагрузки.
3. Задайте нагрузку в глобальной системе координат, так как направление ее распределения совпадает с направлением осей системы.
4. Линейная нагрузка на поверхностные строительные элементы внутри программы моделируется как равномерно распределенная поверхностная нагрузка при наличии площади распространения нагрузки.  
Площадь распространения нагрузки можно определить через **Площадь нагрузки** и/или через **Распределение нагрузки до линии**.  
При линейных нагрузках вводится ширина  $s$  перпендикулярно направлению  $r$  линейной нагрузки.  
**Распределение нагрузки** по половине толщины нагрузки до линии системы происходит, при определенных обстоятельствах, с учетом площади нагрузки, - по заданному углу.
5. После задания всех параметров нагрузки, можно приступить к вводу.
6. Нагрузку необходимо задать на плиту в тех местах, где проектом предусмотрено наличие наружных самонесущих стен.
7. Допустим, что вес наружных стен воспринимается плитой перекрытия, а значит, равномерно распределенную нагрузку Вы зададите на плиту.
8. В рабочем окне укажите отрезки, на которых должна быть данная нагрузка.
9. Завершите ввод линейной нагрузки нажатием на кнопку **Домой**.

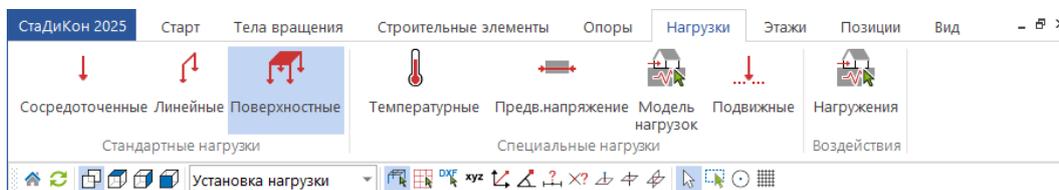


❑ Ввод нагрузок аналогичен вводу позиций стен.

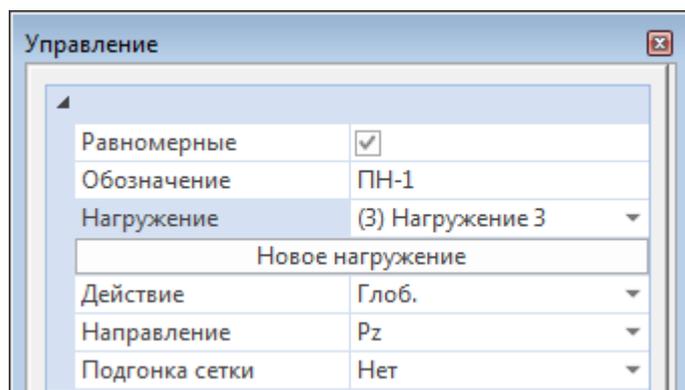
Советы & рекомендации

## 4.6.2 Ввод поверхностных нагрузок

В виде поверхностных нагрузок, на данном этапе создания модели, можно было бы задать нагрузку от веса полов и перегородок. Однако эту нагрузку мы уже задали ранее в свойствах позиции плиты перекрытия. Поэтому ниже просто описываем последовательность задания такой нагрузки. Напомним, что этой нагрузке соответствует нагружение №3.



1. При активной вкладке **Нагрузки**, выберите кнопку **Поверхностные** и опцию **Установка нагрузки** в выпадающем меню. На экране появится диалог **Управление**.



2. Поверхностная нагрузка задается в виде плоского полигона, значения нагрузки задаются в **3-х** первых точках этого полигона. Если значения нагрузки совпадают во всех **3-х** точках, то имеем *равномерную поверхностную нагрузку*, в противном случае, имеем *трапецидальную (или неравномерную) поверхностную нагрузку*.
3. После задания всех параметров нагрузки, можно приступить к вводу.
4. Ввод параметров нагрузки аналогичен вводу параметров линейной нагрузки п.4.6.1.

- Обратите внимание на *опции ввода* на дополнительной панели инструментов, позволяющие заметно упростить задачу определения нагрузок.

### 4.7 Копирование этажа

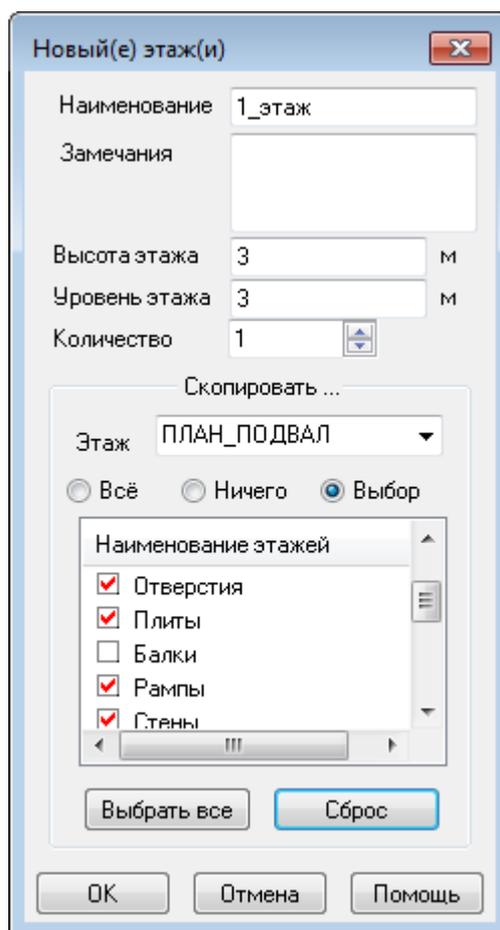


Этажом считается перекрытие и расположенные ниже стены и опоры. При создании новых этажей, можно скопировать информацию из уже созданных этажей. Это заметно ускорит ввод данных, так как Вам не придется заново вводить параметры элементов и задавать их положение в пространстве.

Для создания 1-го этажа здания воспользуйтесь функцией копирования.

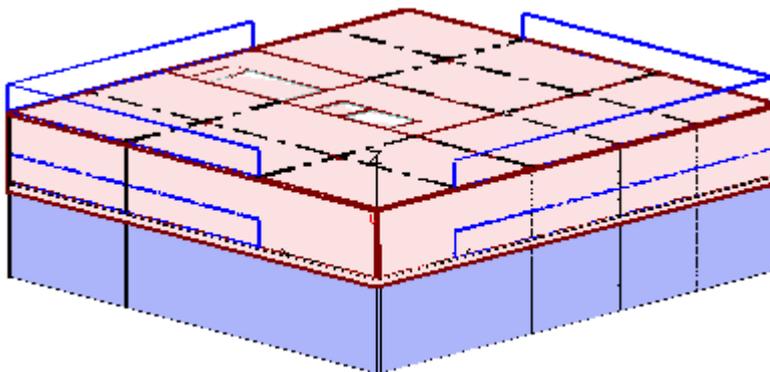
#### Шаг за шагом

- При активной вкладке **Этажи**, выберите кнопку **Новый этаж** и на экране появится одноименный диалог.



- Задайте в этом диалоге обозначение, высоту и уровень создаваемого этажа (высоту расположения срединной поверхности перекрытия этажа).
- В области диалога **Скопировать** выберите из уже имеющихся этажей этаж-источник (по наименованию). С помощью опций **Всё**, **Ничего** и **Выбор**, определите, какие элементы необходимо скопировать в создаваемый этаж.

- Используя опцию **Выбор**, скопируйте все созданные конструкции со всеми нагрузками, кроме подбалок (элемент **Балки**).
- Завершите копирование этажа нажатием на кнопку **Домой**.



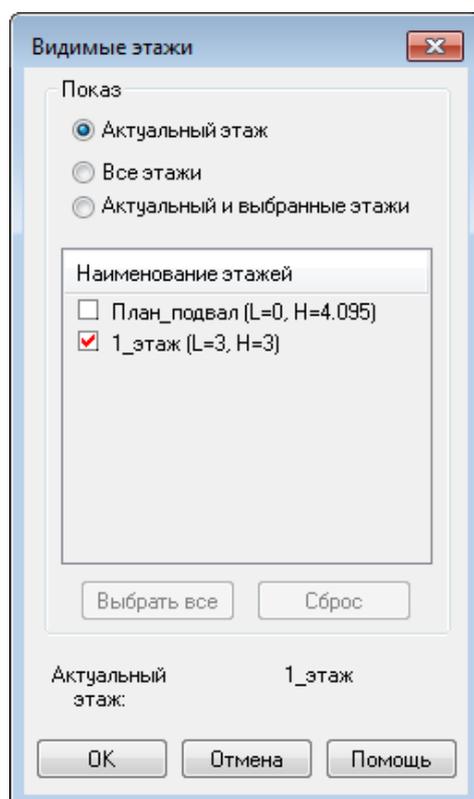
## 4.8 Редактирование этажа

### 4.8.1 Установка опций сгущения сетки и элементов жесткости для колонн

После операции копирования, необходимо внести изменения в геометрию некоторых элементов: дверных проемов, лестничных маршей, стен, а также добавить оконные проемы.

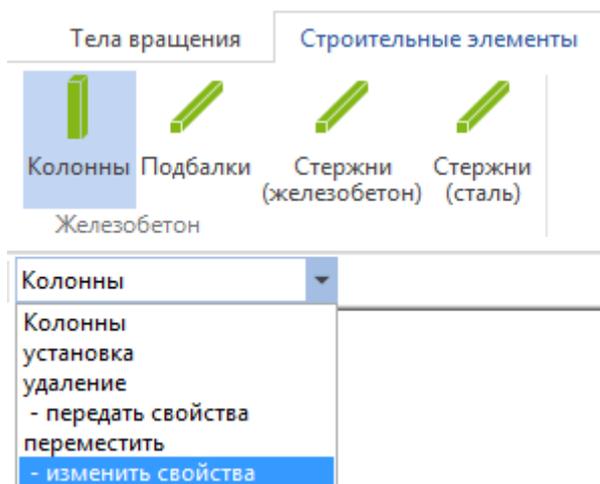
- Для удобства выполнения операций, отключите видимость подвального этажа. Выберите кнопку **Этажи > Видимые этажи** и в появившемся диалоге уберите соответствующую 'галочку'.

**Шаг за шагом**

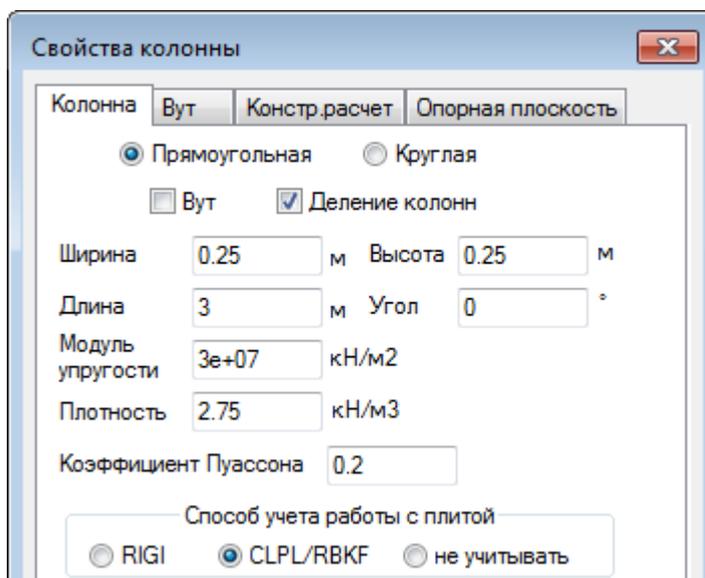


Так же, из списка **Показ**, Вы можете выбрать объем отображаемой информации. Подтвердите выбор, нажав на кнопку **ОК**.

2. Так как из копирования были исключены подбалки, то, для корректного моделирования связи плиты с колонной, необходимо установить дополнительные опции.
3. При активной вкладке **Строительные элементы** нажмите на кнопку **Колонны** и из выпадающего списка дополнительной панели инструментов выберите опцию **изменить свойства**.



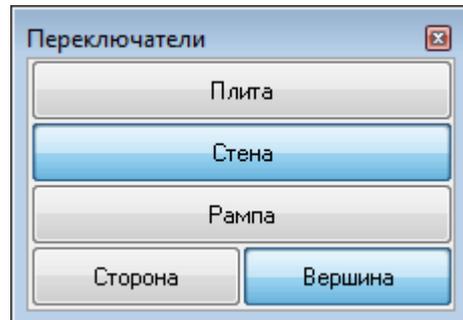
4. Используя функцию **выбор группы объектов** дополнительной панели инструментов, последовательно выделите все элементы **Колонны** актуального этажа, кроме установленных в пересечении стен.
5. В появляющихся диалогах **Свойства колонны**, на странице **Колонна**, указывайте опцию **Деление колонн** и способ учета работы колонны с плитой **CLPL/RBKF**.



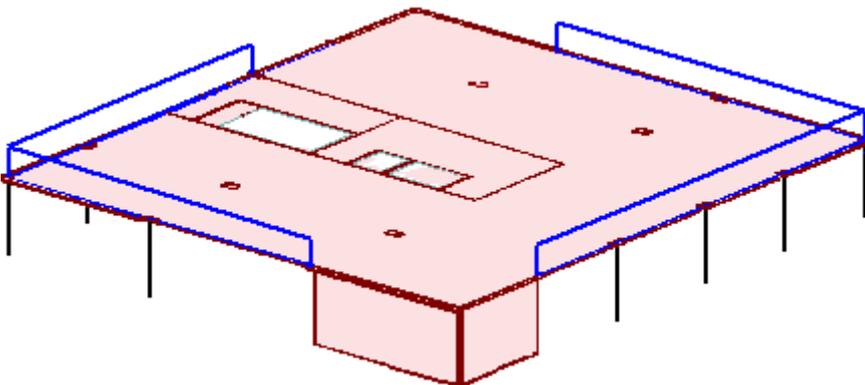
## 4.8.2 Изменение геометрии стен

1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **сместить** в выпадающем меню.
2. На экране появится диалог **Переключатели**.

Шаг за шагом



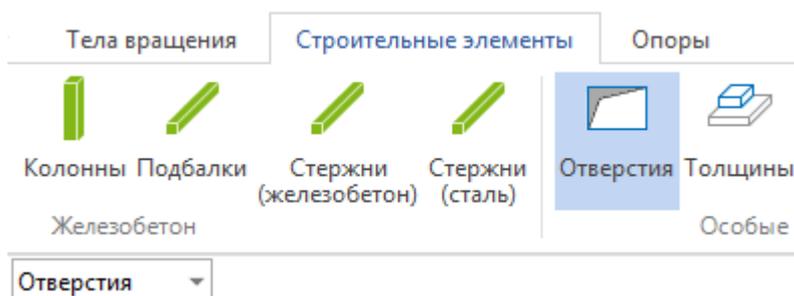
3. Нажмите на кнопки **Стена** и **Вершина**.
4. Выберите вершину стены, которую нужно сместить.
5. Для задания конечной точки перемещения стены, согласно архитектурному плану первого этажа, используйте функцию **запрос смещения в декартовой системе координат** дополнительной панели инструментов или линии растра.



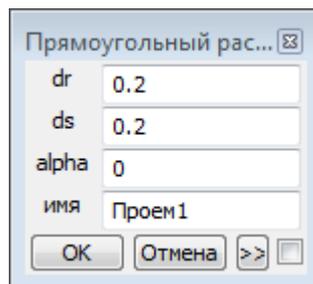
## 4.8.3 Перемещение дверных проемов

1. При активной вкладке **Строительные элементы** нажмите на кнопку **Отверстия** и из выпадающего списка дополнительной панели инструментов выберите опцию **Отверстия**.

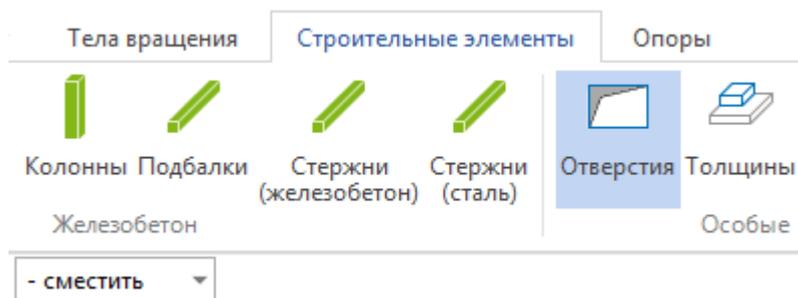
Шаг за шагом



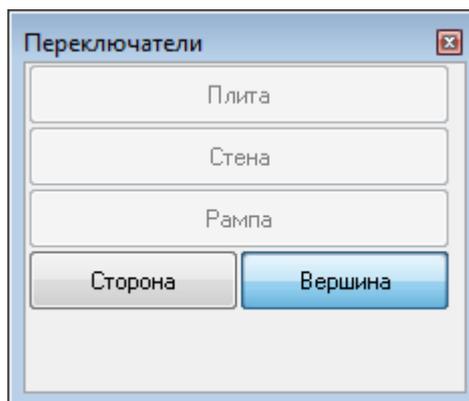
- Установите рабочую плоскость на одну из стен, в которой есть дверной проем.
- С помощью появляющихся диалогов определите прямоугольный растр.



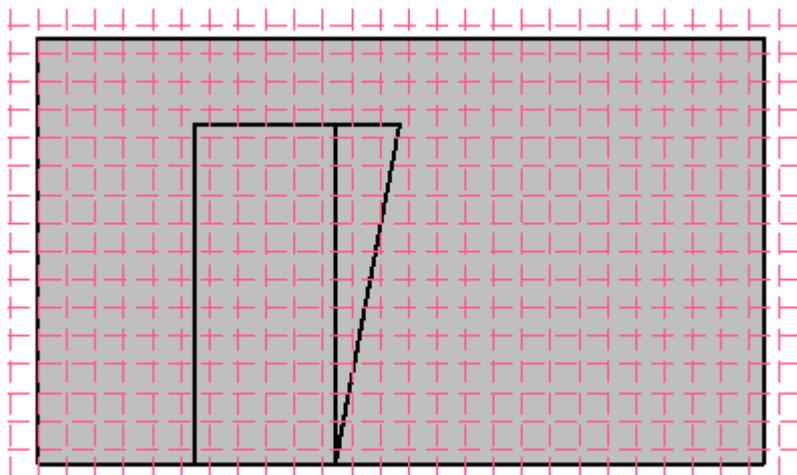
- Активизируйте функцию **сместить**.



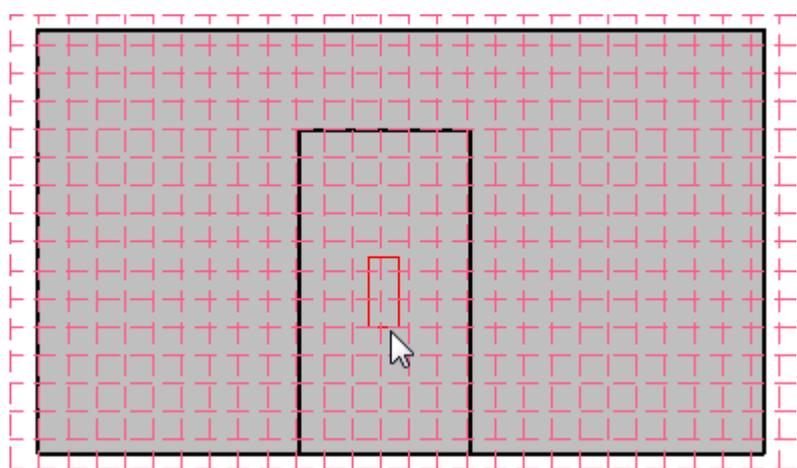
- В появившемся диалоге **Переключатели** нажмите на кнопку **Вершина** (функция **Сторона** в данном случае не подходит, т.к. при смещении стороны отверстия, между двумя вершинами этой стороны вводится новая вершина).



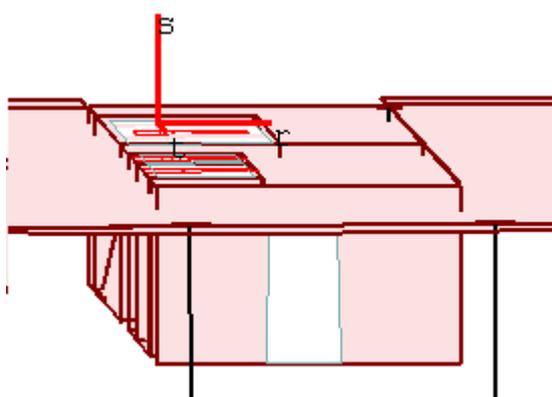
- Укажите первую точку, щелкнув левой клавишей мыши в соответствующей вершине проема на выбранной стене. Затем укажите вторую точку – новое положение вершины.



7. Для перемещения вершин проема, можно также использовать значок проема (указан на рисунке стрелкой).



8. Аналогичным образом переместите другие вершины проема.
9. Установите для модели вид **3D**.

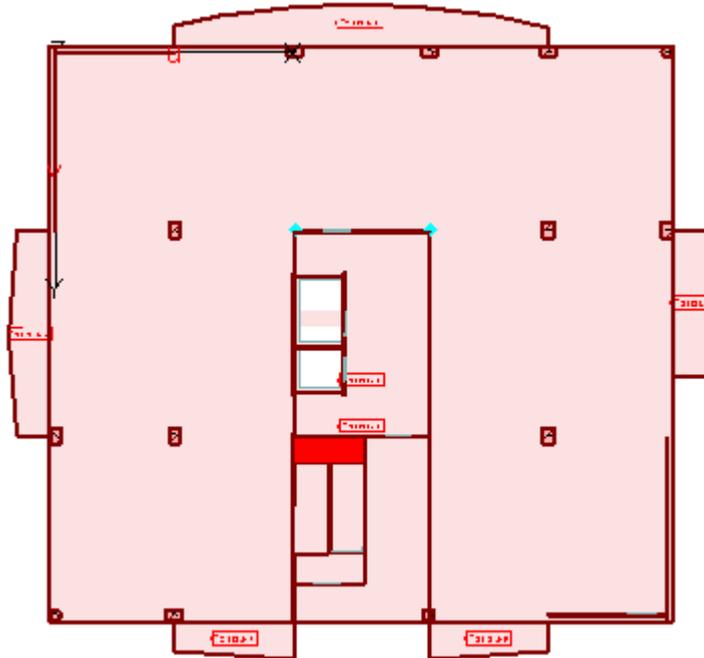


#### 4.8.4 Изменение геометрии лестничного марша

Так как высота этажа равна 3 м, то срединная поверхность площадки находится на средней отметке этажа 1,5 м.

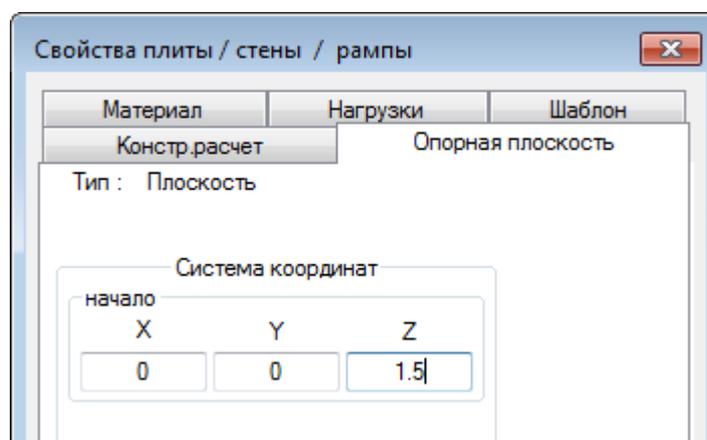
### Шаг за шагом

1. Измерьте расстояние до срединной плоскости площадки относительно плоскости плиты перекрытия. При активной вкладке **Старт** нажмите на кнопку **Измерение расстояний**.
2. Значение равно 1.96 м. Значит, площадку необходимо сместить на 0.46 м на уровень 1.5 м.
3. Активируйте позицию площадки, щелкнув по ней левой клавишей мыши.



На рисунке приведен *вид снизу*.

4. В появившемся диалоге, на странице **Опорная плоскость**, укажите положение опорной плоскости площадки 1.5м.



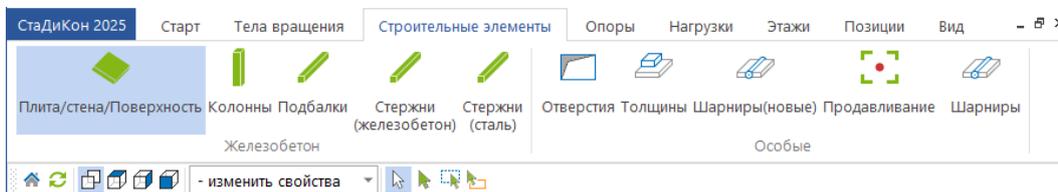
5. Лестничные марши удалите, и задайте снова способом, описанным в п.4.3.5.

## 4.8.5 Редактирование нагрузок и нагружений

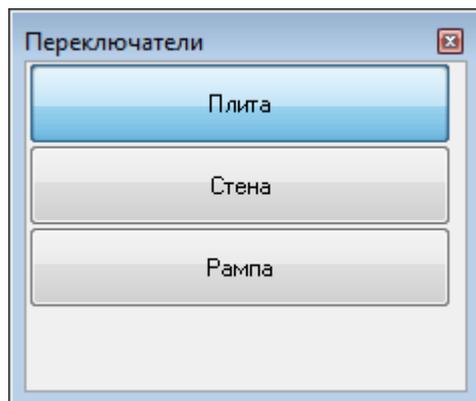
Поскольку на созданном этаже плита является перекрытием жилого этажа, то характер нагрузок на нее меняется, в связи с чем, необходимо внести ряд изменений в свойства некоторых позиций.

1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **изменить свойства** в выпадающем меню.

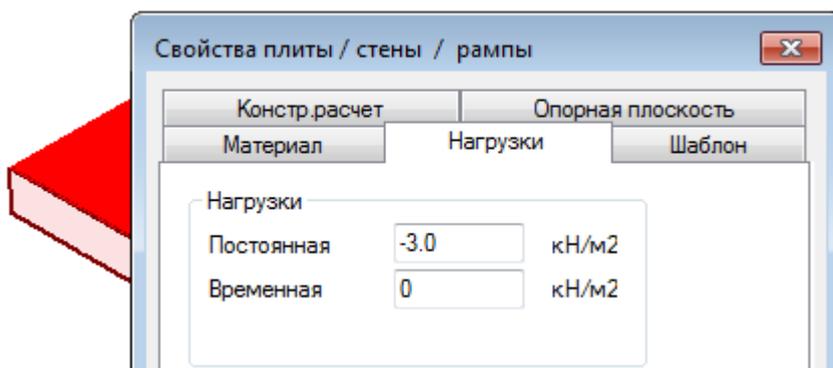
**Шаг за шагом**



2. В диалоге **Переключатели** укажите **Плита**.



3. На чертеже выберите плиту перекрытия первого этажа в квартирах.

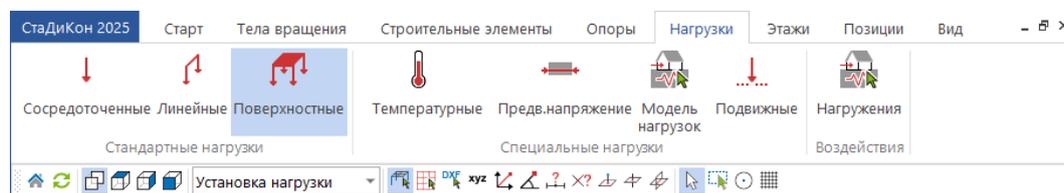


4. В появляющемся диалоге свойств перейдите на вкладку **Нагрузки** и измените значение временной нагрузки **на значение, соответствующее временной нагрузке в квартирах**.
5. На чертеже выберите плиту перекрытия первого этажа для **общих коридоров и лестниц**.
6. В появляющемся диалоге свойств перейдите на вкладку **Нагрузки** и измените значение временной нагрузки **на значение, соответствующее временной нагрузке на общих коридорах и лестницах**.

Постоянная нагрузка автоматически добавляется в **нагружение 1**, а временная (полезная) - в **нагружение 2**.

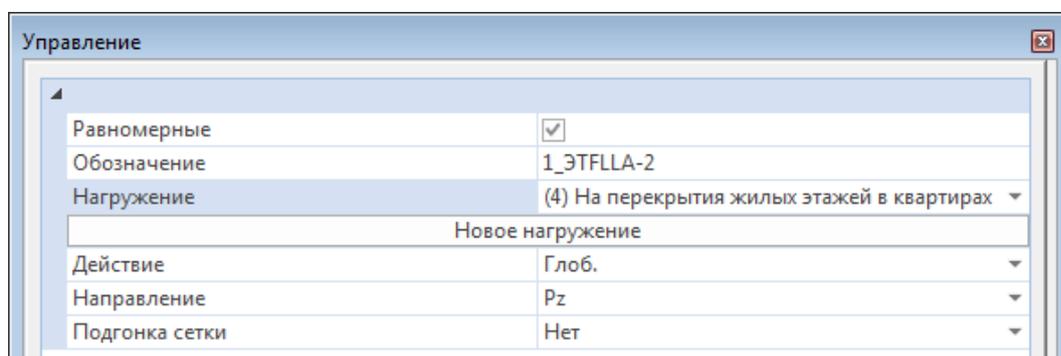
### 4.8.6 Задание временной распределенной нагрузки на перекрытия жилых этажей в квартирах

В виде поверхностных нагрузок, на данном этапе создания модели, задается временная распределенная нагрузка на перекрытия жилых этажей в квартирах.

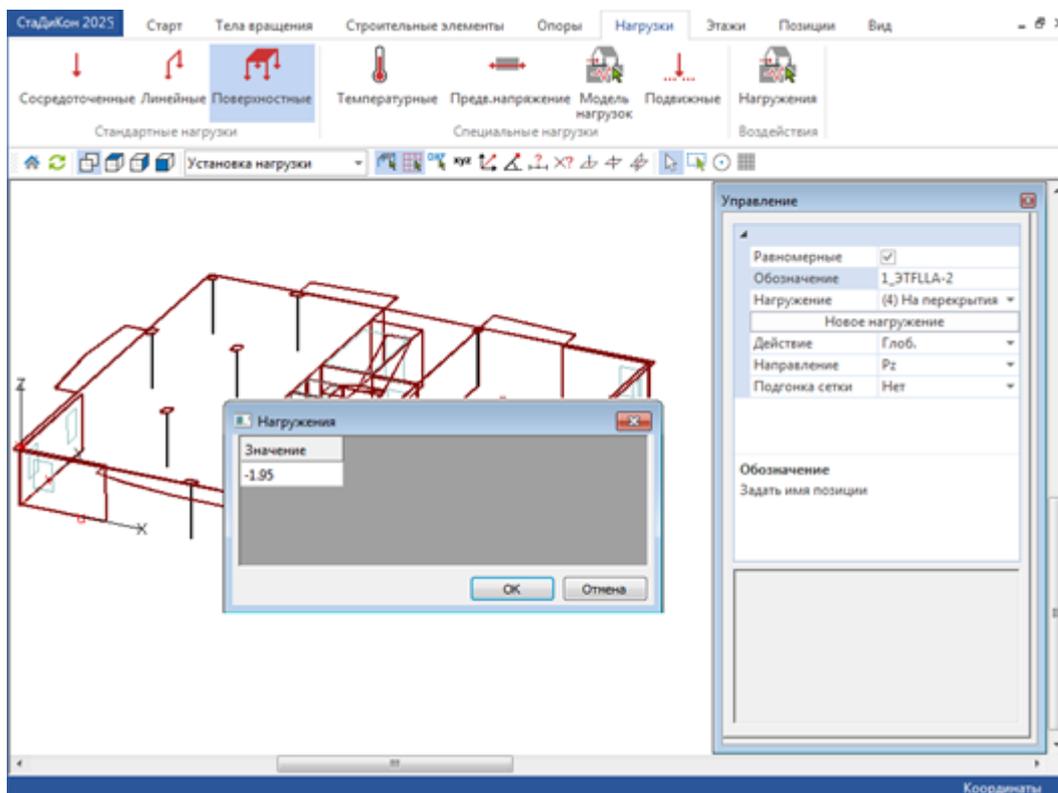


Шаг за шагом

1. При активной вкладке **Нагрузки**, выберите кнопку **Поверхностные** и опцию **Установка нагрузки** в выпадающем меню. На экране появится диалог **Управление**.



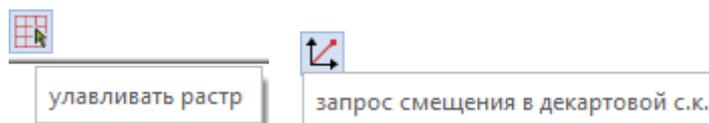
2. Поверхностная нагрузка задается в виде плоского полигона, значения нагрузки (-1.95) задаются в **3-х** первых точках этого полигона. Если значения нагрузки совпадают во всех **3-х** точках, то имеем *равномерную поверхностную нагрузку*, в противном случае, имеем *трапецидальную* (или *неравномерную*) *поверхностную нагрузку*.
3. После задания всех параметров нагрузки, можно приступить к вводу.
4. Ввод параметров нагрузки аналогичен вводу параметров линейной нагрузки п.4.6.1.
5. Обратите внимание на *опции ввода* на дополнительной панели инструментов, позволяющие заметно упростить задачу определения нагрузок.
6. Значения нагрузки задайте равным **-1.95**, а номер нагружения, согласно **Таблице 1**, - **№4**.



## 4.9 Создание проемов

Создание оконных проемов происходит в локальных координатах стены.

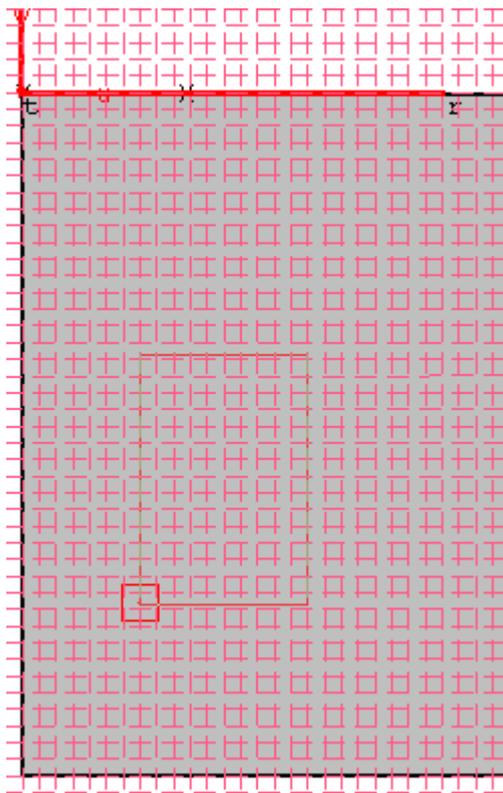
1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Отверстия**.
2. Перейдите в рабочую плоскость стены, в которой необходимо создать оконный проем, нажав на клавишу **F4** и выбрав соответствующую стену.
3. С помощью появляющихся диалогов создайте новый растр, и на экране появится изображение стены с растром.
4. Из выпадающего меню дополнительной панели инструментов выберите режим **установка** и активизируйте следующие функции:



5. Укажите курсором нижний угол поверхности стены и в появившемся диалоге **Значения** задайте смещение нижнего угла оконного проема с учетом того, что расстояние от угла стены – 0,7м и уровень подоконника равен 1.025м (так как на архитектурных разрезах от чистого пола до проема 0.9м необходимо также учесть расстояние до срединной плоскости).
6. После указания смещения, нижний угол проема будет зафиксирован (там появится метка).

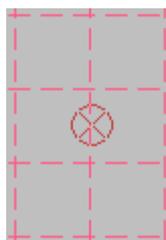
**Шаг за шагом**

7. Выберите щелчком клавишей мыши эту точку и в появившемся диалоге **Значения** укажите геометрические размеры данного проема. Высота 1.5 м, ширина 1 м.



### Копирование проема

8. Используя выпадающее меню дополнительной панели инструментов, активизируйте функцию **копировать**.
9. Выделите отверстие. Процесс выбора отверстий для копирования завершается при нажатии правой клавиши мыши. После чего дополнительная панель инструментов изменяет свой вид.
10. После выбора проема для копирования, необходимо указать начальное положение точки привязки. Укажите угол отверстия как точку привязки, задав ее координаты в окне **Значения**, на экране появится изображение метки, и курсор окажется связанным с изображением копии.



11. Укажите новое положение этой точки таким же образом. При вводе смещений в окне **Значения** можно использовать арифметические выражения.

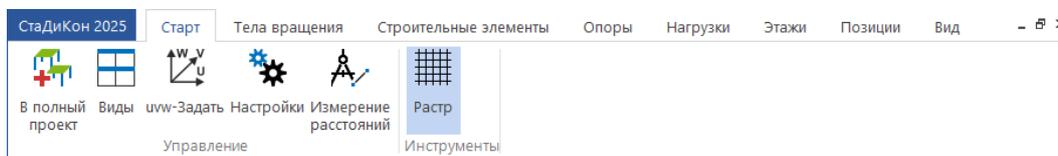
Аналогичным способом расставьте остальные оконные проемы.

## 4.10 Создание балкона

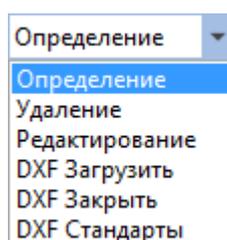
### 4.10.1 Создание полярного растра

Шаг за шагом

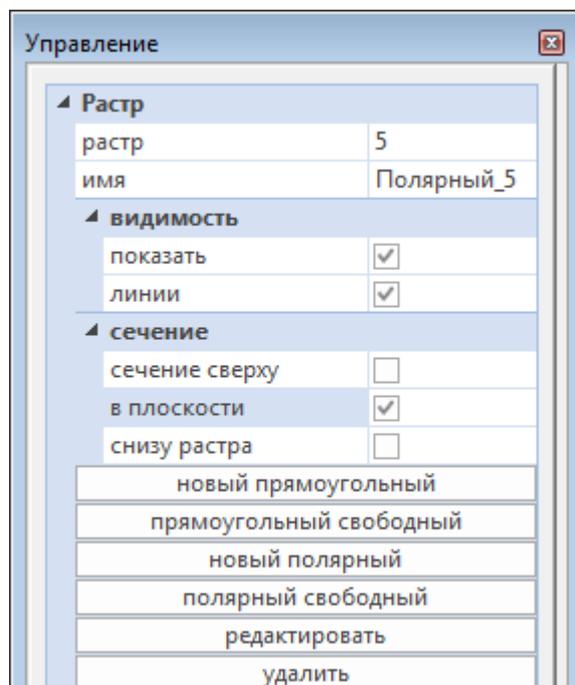
1. При активной вкладке **Старт**, нажмите на кнопку **Растр**.



2. В выпадающем меню дополнительной панели инструментов выберите опцию **Определение**.



3. На экране появится диалог **Управление**:



4. Выберите вариант **полярный свободный**, который позволяет создать свободный полярный растр с переменным шагом радиуса и углов.
5. Следуя подсказкам в строке состояния, укажите 3 точки растра (центр окружности сегментного балкона, согласно архитектурному плану, начальную точку рабочей плоскости плиты и точку в плоскости R-S).
6. В появляющемся диалоге **Растр** введите значения, указанные на скриншоте.

В первой строке **dr** задается значение радиуса, в остальных строках указывается приращение этого параметра. В окне ввода **Alpha** задается угол наклона оси **r** относительно линии **P1-P2**. В таблице **da** указываются приращения этого угла.

Растр

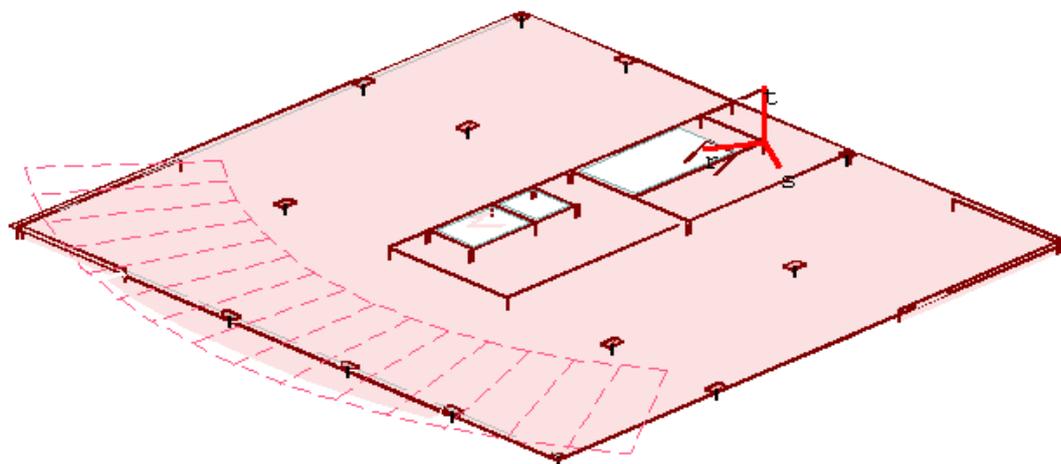
имя Полярный

dr		da	
1	16.6	12	5
2	6	13	5
		14	5
		15	5

+ v - + v -

Начало		Угол	
X	11.7	Alpha	350
Y	20.2	линии 'dr' от 0 <input type="checkbox"/>	
Z	3	Оси <input type="checkbox"/>	

OK Cancel

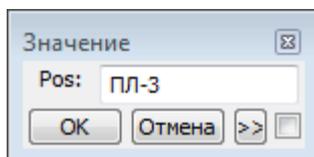


## 4.10.2 Ввод балконных плит

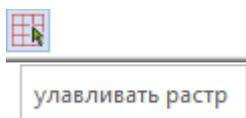
По готовому полярному растру создайте балкон.

1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **установка** в выпадающем меню
2. В диалоге **Переключатели** укажите название плиты.

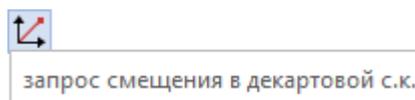
**Шаг за шагом**



3. В диалоге **Свойства плиты/стены/рампы** задайте необходимые параметры плиты балкона. Не забудьте про временные нагрузки на балконах (нагружение №2).
4. Задайте геометрию балкона с помощью полигона при активной функции **улавливать растр**:



5. Для построения линий балкона, перпендикулярных к грани плиты, используйте функцию **запрос смещения в декартовой с.к.**, отключив, с помощью клавиши **Пробел**, изображение полярного растра.



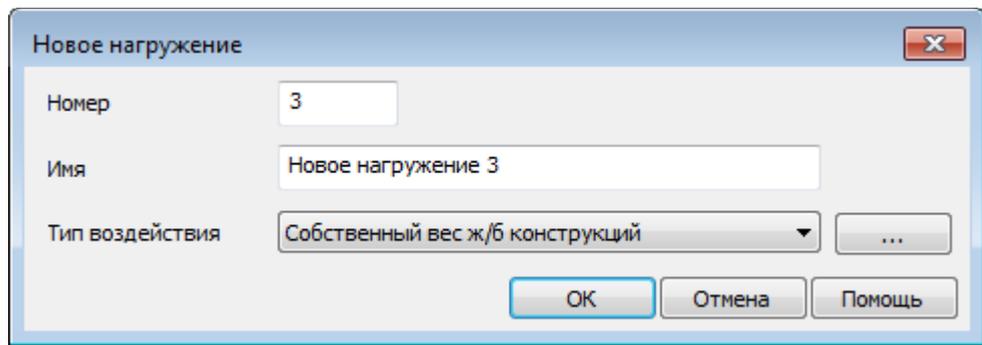
6. Завершите ввод балкона, замкнув контур.
7. Обратите внимание, что край плиты покрытия совпадает с краем балконной плиты.
8. Задайте оставшиеся балконы.

## 4.10.3 Задание нагрузки на балкон

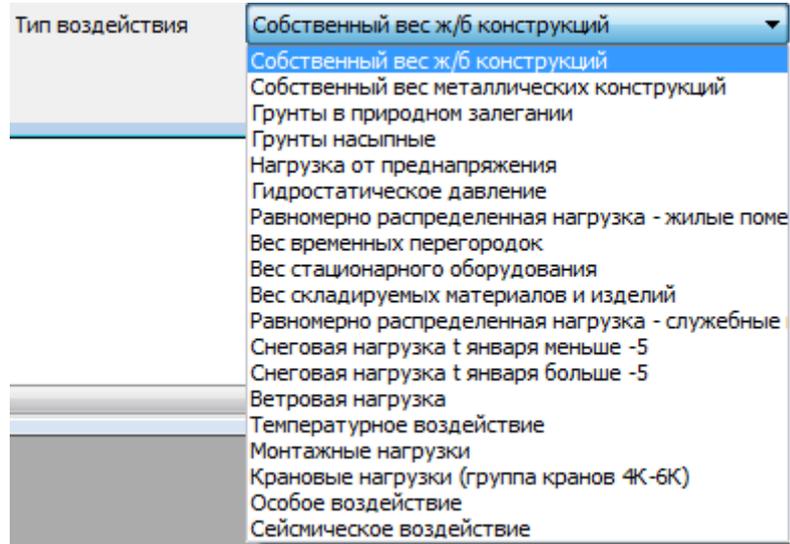
Задание линейной нагрузки на балкон от веса ограждения балкона осуществляется аналогично варианту задания, описанному в п.4.6.1. Будьте внимательны при выборе значения нагрузки и номера нагружения №3.

1. При активной вкладке **Нагрузки**, выберите кнопку **Линейные** и опцию **Установка нагрузки** в выпадающем меню. На экране появится диалог **Управление**.
2. С помощью одноименной кнопки, создайте новое нагружение.

**Шаг за шагом**



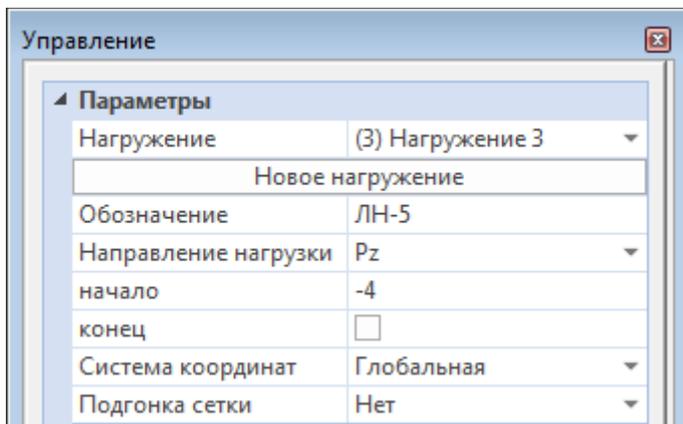
3. Укажите тип воздействия, используя выпадающее меню: перемещение



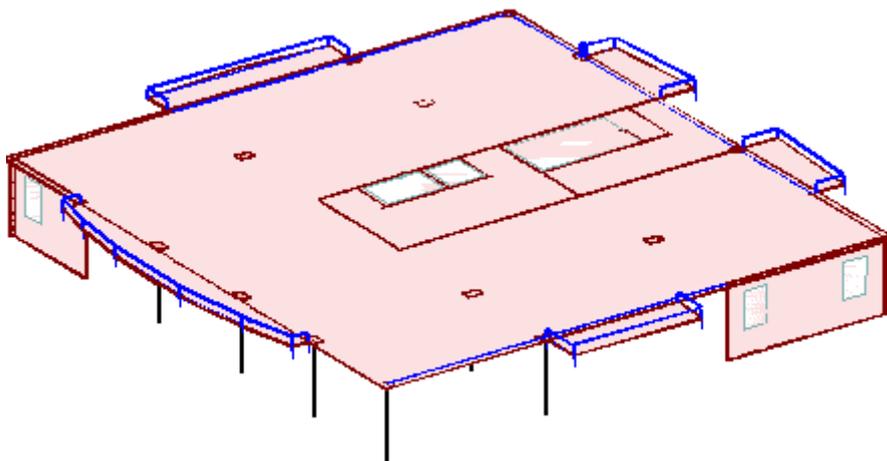
4. Если требуется информация о коэффициентах надежности и длительности, нажмите на кнопку .

Имя воздействия	Надежности	Длительности
Собственный вес ж/б конструкций	1.1	1
Собственный вес металлических конструкций	1.05	1
Грунты в природном залегании	1.1	1
Грунты насыпные	1.15	1
Нагрузка от преднапряжения	1.1	1
Гидростатическое давление	1	1
Равномерно распределенная нагрузка - жилые помещения	1.3	0.35
Вес временных перегородок	1.1	1
Вес стационарного оборудования	1.05	1
Вес складированных материалов и изделий	1.05	1
Равномерно распределенная нагрузка - служебные помещения	1.2	0.35
Снеговая нагрузка t января меньше -5	1.4	0.5
Снеговая нагрузка t января больше -5	1.4	0

5. Задайте остальные параметры нагрузки.



6. Задайте линейную нагрузку, указав начальную и конечную точку приложения нагрузки.



#### 4.11 Копирование жилого этажа

Скопируйте необходимое количество этажей. Копирование этажа описано в п.4.7. Аналогичным образом выполните все команды. Используя кнопку **Этажи > Видимые этажи**, установите видимость актуального этажа.

#### 4.12 Редактирование нагрузки на покрытие

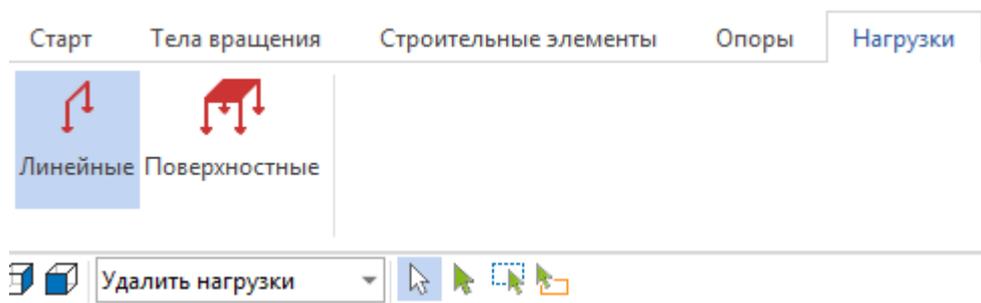
После операции копирования, есть нагрузки на конструкции покрытия последнего этажа, которые необходимо удалить или изменить.

##### 4.12.1 Удаление нагрузки 'Вес наружных стен'

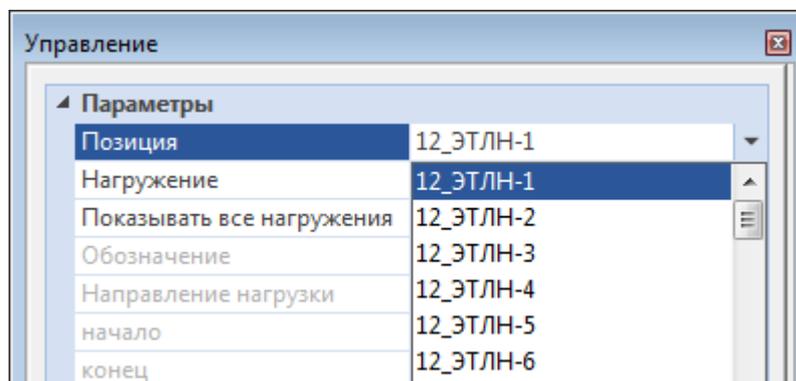
При копировании этажа, нагрузкам автоматически присваиваются обозначения, например:

12\_ЭТЛН-18

1. Для удаления нагрузки, активизируйте вкладку **Нагрузки**, нажмите на кнопку **Линейные** и выберите функцию **Удалить нагрузки** на дополнительной панели инструментов.



2. Для поиска нагрузки можно использовать диалог **Управление**.



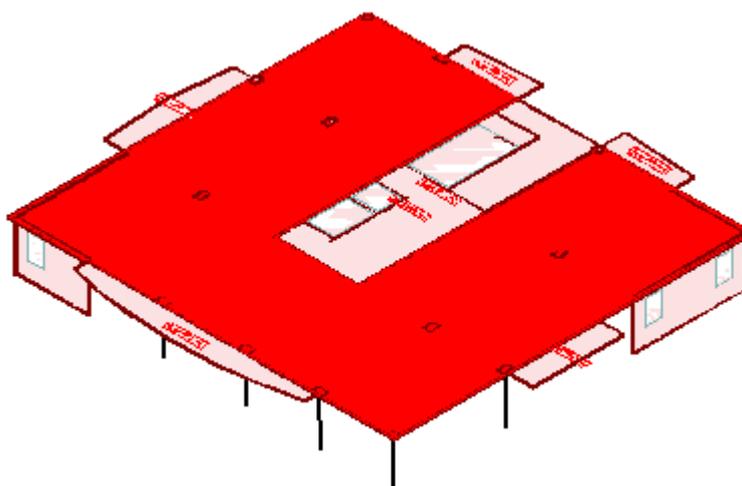
Выбранная нагрузка выделится на чертеже красным цветом.

Удалите следующие нагрузки: вес наружных стен, вес ограждений балконов.

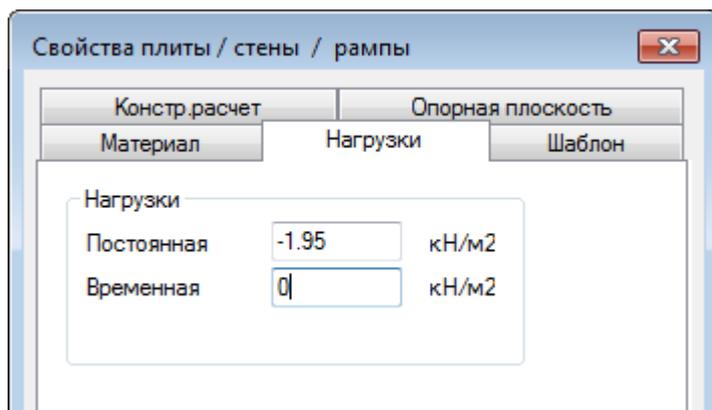
### 4.12.2 Изменение нагрузок

Чтобы не вводить новые нагрузки на покрытие, можно изменить уже имеющиеся, отредактировав их свойства.

1. При активной вкладке **Строительные элементы**, выберите кнопку **Плита/Стена/Поверхность** и опцию **изменить свойства** в выпадающем меню. В диалоге **Переключатели** укажите **Плита** и выберите на чертеже вначале одну из **позиций плиты покрытия**, а затем вторую **позицию плиты покрытия**.

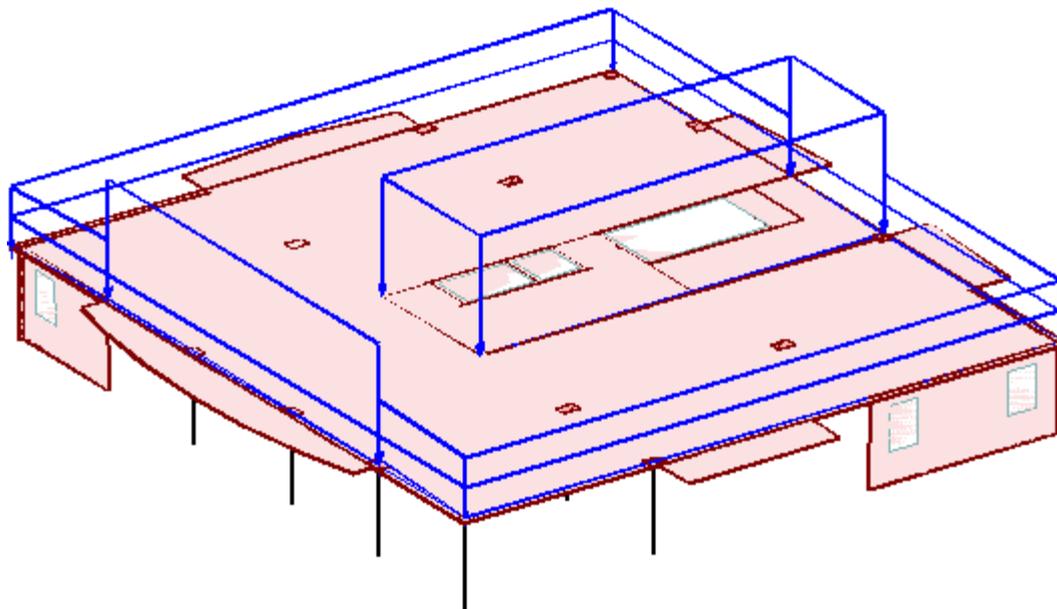


2. Используя страницу **Нагрузки** диалога **Свойства плиты/стены/рампы**, измените полезную нагрузку на плиту.



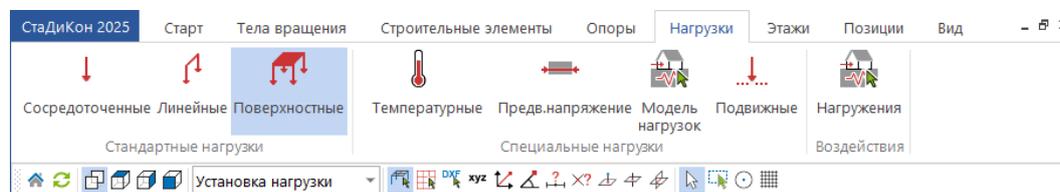
### 4.12.3 Ввод нагрузки Вес парапетов

1. Ввод линейных нагрузок от веса парапетов, выполните аналогичным способом, описанным в п.4.6.1.
2. Значения нагрузки для парапета высотой 1,2 м задайте равным 10 кН/м, а для парапета высотой 3 м и 4,4 м - равным 20 кН/м, номер нагружения, согласно **Таблице 1, - №3**.



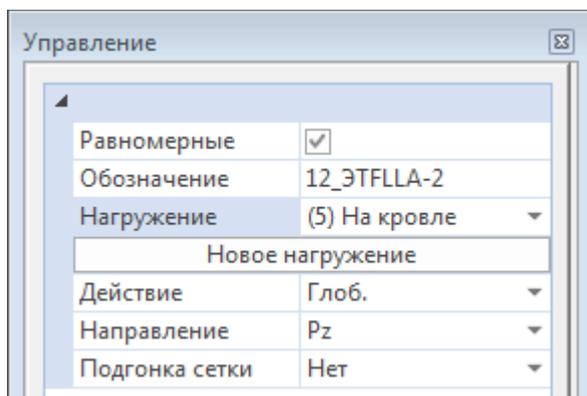
### 4.12.4 Задание временной распределенной нагрузки на кровле

В виде поверхностных нагрузок, на данном этапе создания модели, задается временная распределенная нагрузка на кровле.

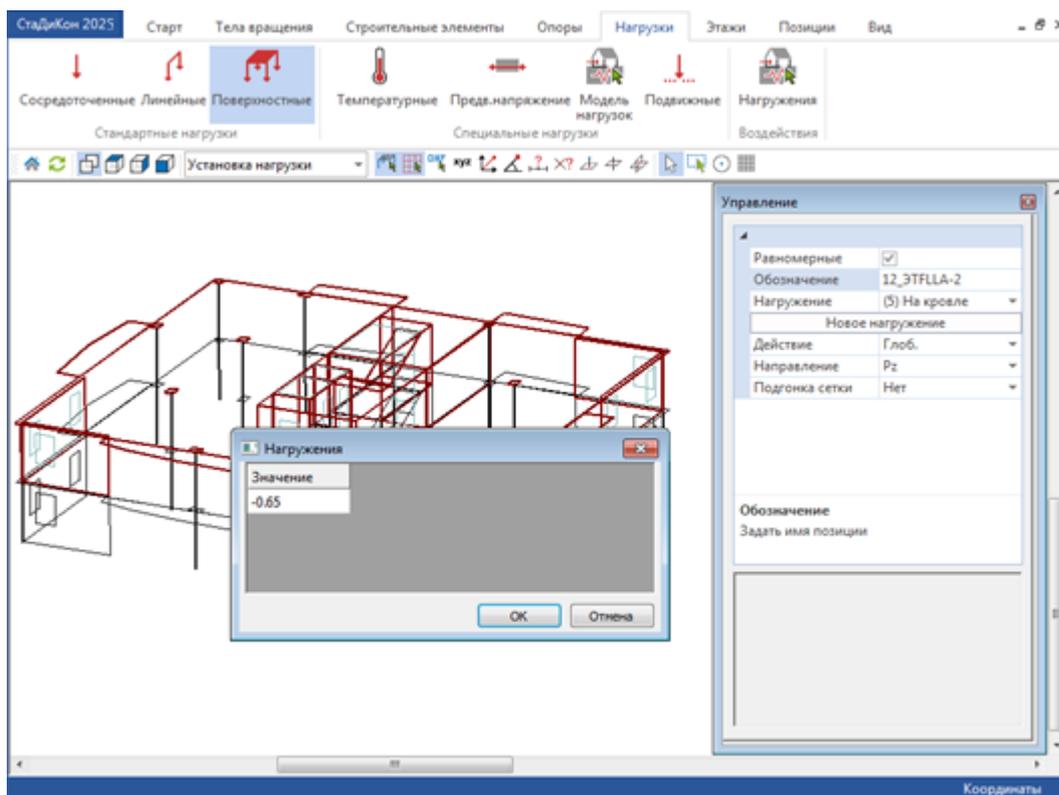


**Шаг за шагом**

1. При активной вкладке **Нагрузки**, выберите кнопку **Поверхностные** и опцию **Установка нагрузки** в выпадающем меню. На экране появится диалог **Управление**.



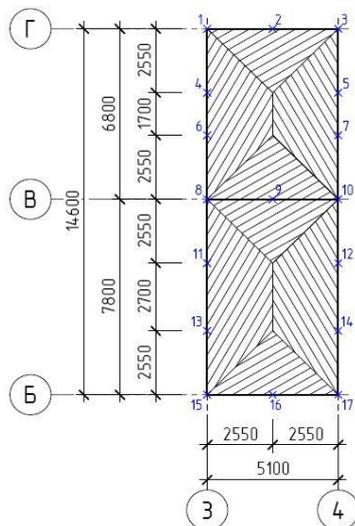
2. Поверхностная нагрузка задается в виде плоского полигона, значения нагрузки (-0.65) задаются в **3-х** первых точках этого полигона. Если значения нагрузки совпадают во всех **3-х** точках, то имеем *равномерную поверхностную нагрузку*, в противном случае, имеем *трапецидальную* (или *неравномерную*) *поверхностную нагрузку*.
3. После задания всех параметров нагрузки, можно приступить к вводу.
4. Ввод параметров нагрузки аналогичен вводу параметров линейной нагрузки п.4.6.1.
5. Обратите внимание на *опции ввода* на дополнительной панели инструментов, позволяющие заметно упростить задачу определения нагрузок.
6. Значения нагрузки задайте равным **-0.65**, а номер нагружения, согласно **Таблице 1, - №5**.



### 4.13 Ввод нагрузки от технического этажа

С целью упрощения модели здания, несущие конструкции машинного отделения в данном примере задавать не будем. Все нагрузки, воспринимаемые машинным отделением, передаются на нижележащие конструкции через стены, поэтому задаем их в виде линейных.

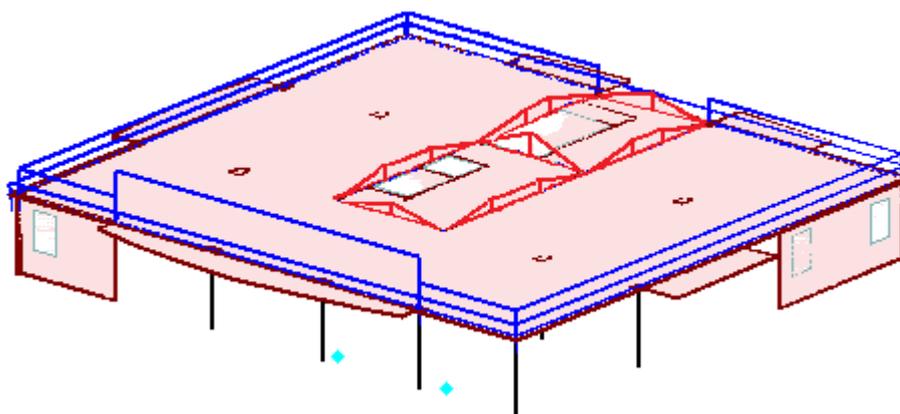
Схема распределения грузовых площадей приведена на рисунке.



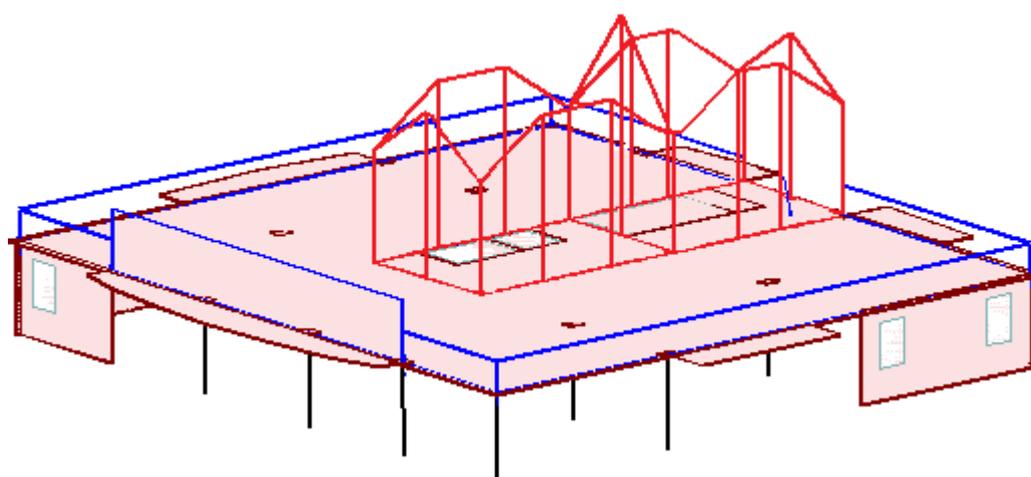
Значения нагрузок в точках приведены в таблице:

№ точки	Значение нагрузки, кН/м		
	вес конструкций кровли	вес несущих конструкций	снеговая нагрузка
1	0,000	-36,300	0,000
2	-4,970	-53,830	-4,590
3	0,000	-36,300	0,000
4	-4,970	-53,830	-4,590
5	-4,970	-53,830	-4,590
6	-4,970	-53,830	-4,590
7	-4,970	-53,830	-4,590
8	0,000	-36,300	0,000
9	-9,940	-71,360	-9,180
10	0,000	-36,300	0,000
11	-4,970	-53,830	-4,590
12	-4,970	-53,830	-4,590
13	-4,970	-53,830	-4,590
14	-4,970	-53,830	-4,590
15	0,000	-36,300	0,000
16	-4,970	-53,830	-4,590
17	0,000	-36,300	0,000
Номер нагружения	3	1	6

Задайте линейную нагрузку, следуя указаниям п.4.6.1.



Способом, описанным выше, задайте вес несущих конструкций. Значения нагрузки смотрите в таблице п.4.13.

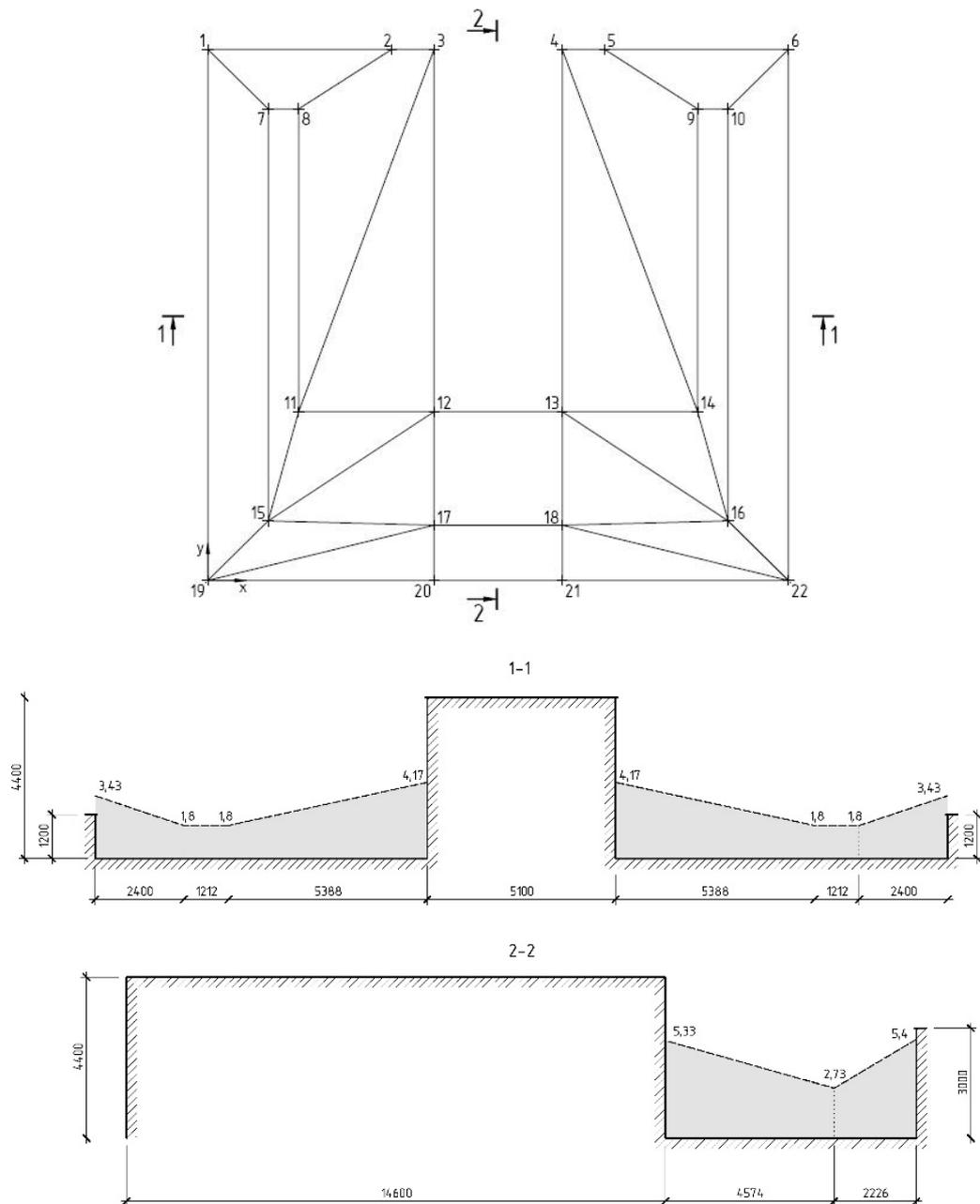


Аналогичным образом задайте вес снегового покрова. Значения нагрузки смотрите в таблице п.4.13.

## 4.14 Ввод 'Снеговой нагрузки' на покрытие

### 4.14.1 Подсчет значений нагрузки

Значения нагрузок от веса снеговых мешков подсчитаны согласно СП 20.1333.2016 Приложение Б. Нагрузка в плане имеет вид, показанный на рисунке. Координаты точек и значения соответствующих нагрузок приведены в таблице.



Для более быстрого ввода снеговой нагрузки, действующей на перекрытие, предлагаем Вам создать чертеж нагрузки в плане, показанной на рисунке, в любом графическом приложении, способном экспортировать файл в формат DXF/DWG. Координаты точек приведены в таблице.

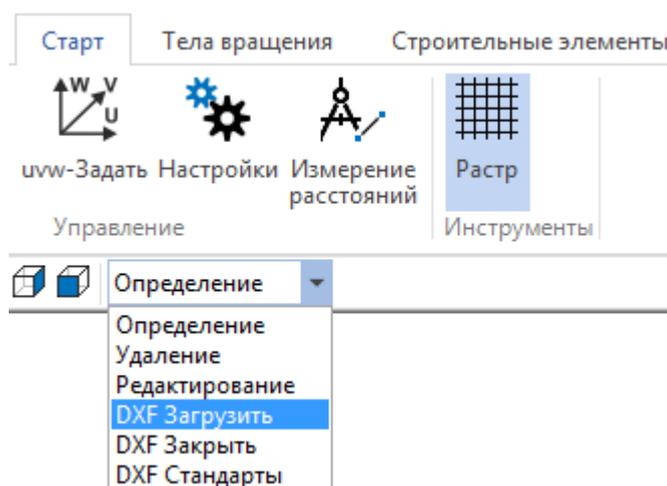
№ точки	x, м	y, м	$P_z$ , кН/м <sup>2</sup>
1	0,000	21,400	-3,43
2	7,318	21,400	-3,43
3	9,000	21,400	-4,17
4	14,100	21,400	-4,17
5	15,782	21,400	-3,43
6	23,100	21,400	-3,43
7	2,400	19,000	-1,8
8	3,612	19,000	-1,8

№ точки	x, м	y, м	P <sub>z</sub> , кН/м <sup>2</sup>
9	19,488	19,000	-1,8
10	20,700	19,000	-1,8
11	3,612	6,800	-1,8
12	9,000	6,800	-5,329
13	14,100	6,800	-5,329
14	19,488	6,800	-1,8
15	2,400	2,400	-1,8
16	20,700	2,400	-1,8
17	9,000	2,226	-2,728
18	14,100	2,226	-2,728
19	0,000	0,000	-3,43
20	9,000	0,000	-5,4
21	14,100	0,000	-5,4
22	23,100	0,000	-3,43

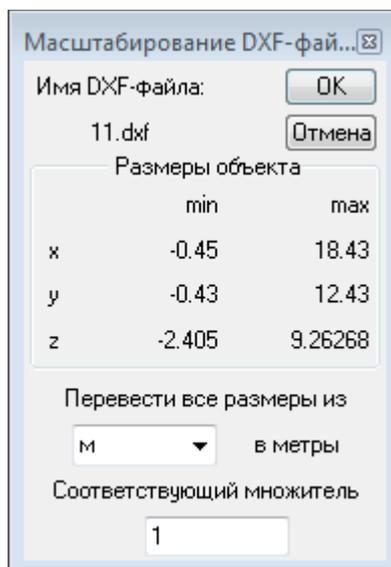
#### 4.14.2 Импорт слоя DXF

Шаг за шагом

1. При активной вкладке **Старт**, выберите кнопку **Растр** и опцию **DXF Загрузить** в выпадающем меню дополнительной панели инструментов.



2. Выбор того или иного файла происходит при помощи стандартного окна для загрузки файлов.
3. После выбора **DXF**-файла, на экране появляется диалог, позволяющий отмасштабировать объект из **DXF**-файла.

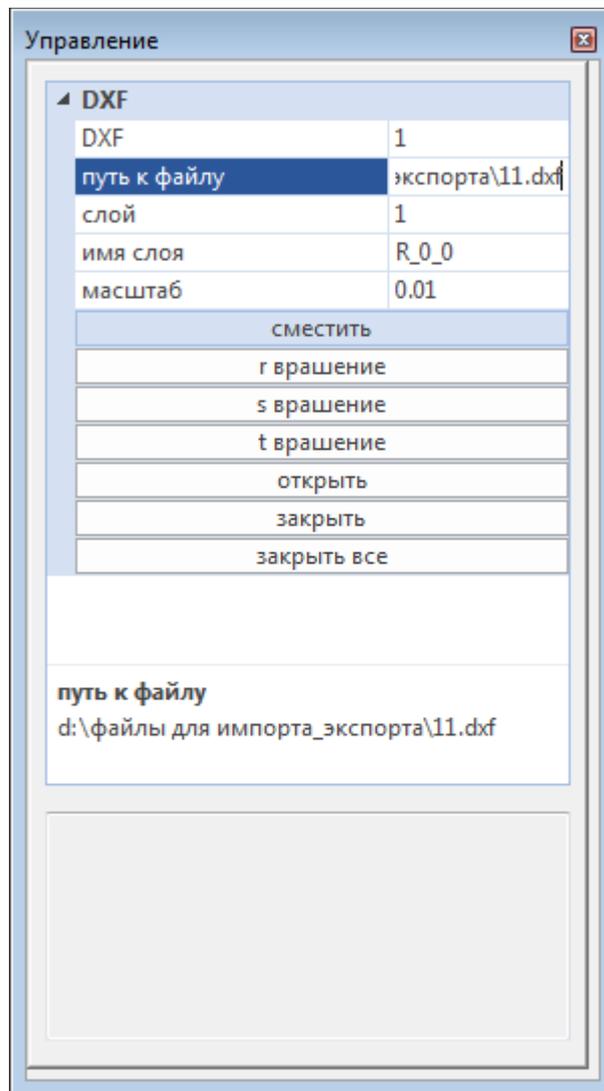


4. В диалоге выводится информация о максимальных и минимальных значениях координат объекта из **DXF**-файла. Коэффициент масштабирования для изображения объекта из DXF-файла определяется следующим образом:
- автоматически, если пользователь на основе анализа информации о размерах объекта, задаёт, в каких единицах (в миллиметрах, в сантиметрах, в дециметрах, в метрах, в дюймах, в футах) заданы координаты объекта;
  - задаётся вручную пользователем.

Если загружено несколько **DXF**-файлов, то смена активного **DXF**-файла происходит по нажатию клавиши [ENTER]. В строке состояния выводится название активного файла и количество слоев.

11.dxf (слоев: 5) активен.

5. Активизируйте функцию **DXF Стандарты**, и на экране появится окно **Управление**.

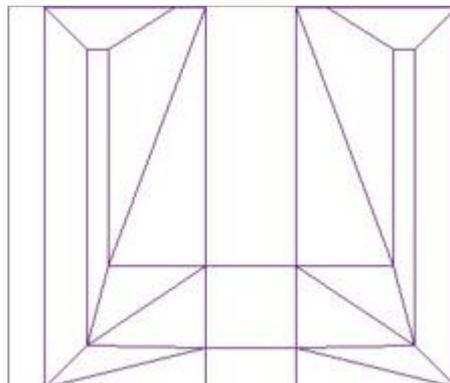


**Выбор слоя.** После загрузки, на экране изображаются все слои, описанные в **DXF**-файле ( $n=0$ ). С помощью линейки прокрутки, можно перейти к показу предыдущего/следующего слоя.

слой	4	
имя слоя	R_0_3	
масштаб	0.01	

**Масштаб.** При вводе коэффициента  $> 1$ , изображение увеличивается, при вводе коэффициента  $< 1$ , изображение уменьшается.

**Сместить.** Вводятся две точки, задающие вектор сдвига. Изображение **DXF**-файла будет перенесено в направлении от первой точки ко второй.

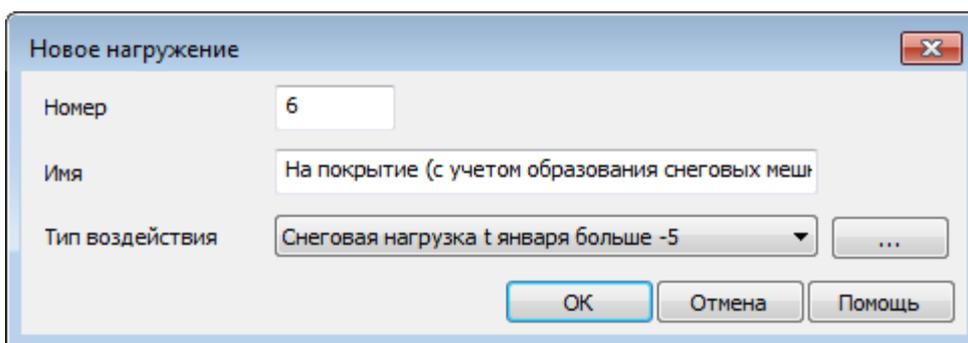


6. По окончании задания свойств слоя, установите его в начало координат, указав в качестве второй точки вектора сдвига начало координат.

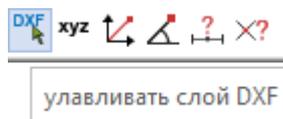
### 4.14.3 Ввод поверхностной трапециевидной нагрузки

#### Шаг за шагом

1. Ввод снеговой нагрузки будет происходить по полигонам, обозначенным в слое.
2. Начните с полигона с номерами углов 1,2,7,8.
3. Вызовите команду **Нагрузки > Поверхностные > Установка нагрузки**.
4. В диалоге **Управление** задайте номер нагружения согласно заданию, равный **6**.



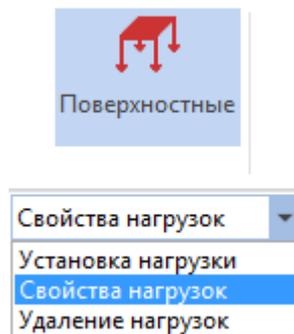
5. Отключите опцию **Равномерные**.
6. Активизируйте функцию **улавливать слой DXF**.



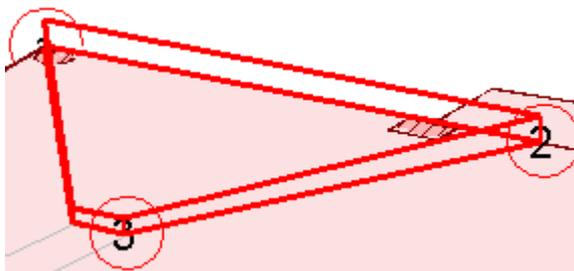
7. Введите границы требуемого полигона, последовательно указав точки 1, 2, 8, 7 на слое **DXF**.
8. В появляющейся таблице введите значения для точек **P-1 – P-3** (в слое - точки 1,2,8).

Точка	x	y	Значение
1	0.000	21.400	-3.43
2	7.318	21.400	-3.43
3	3.612	19.000	-1.8

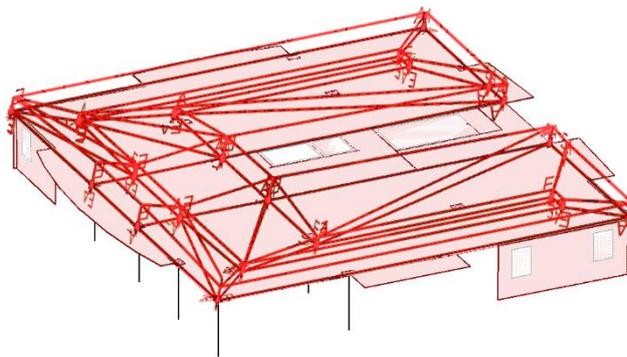
- Первые три введенные точки будут базовыми, по значениям которых далее будет выстроена нагрузка.
- Положение точек с известной интенсивностью нагрузки можно изменить. Активизируйте функцию **Свойства нагрузок**.



- Поверхностная нагрузка выделится на чертеже красным цветом. Вершины полигона будут пронумерованы.
- В диалоге **Управление** нажмите на кнопку **Геометрия**. В появившемся диалоге координат выберите точку (например **P-1**) и укажите новое положение точки.



- Аккуратно задайте оставшиеся нагрузки.

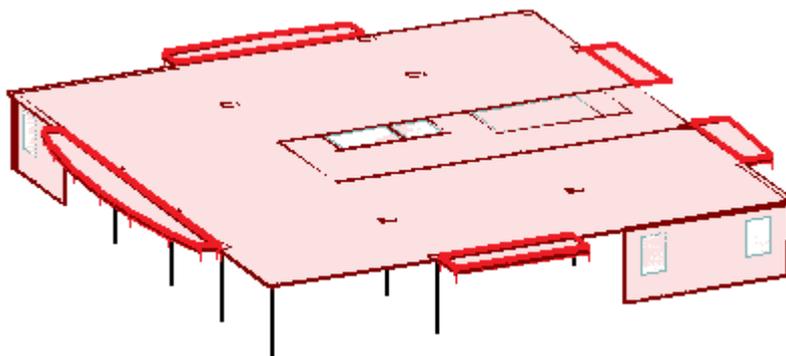


### Советы & рекомендации

- ❑ С помощью клавиши [ENTER], активный в данный момент DXF-файл можно заменить на следующий (в порядке их загрузки). Переход от последнего DXF-файла к первому осуществляется через "пустой" DXF-файл (т.е. нужно дважды нажать на клавишу [ENTER]).

### 4.14.4 Ввод снеговой нагрузки на покрытие балкона

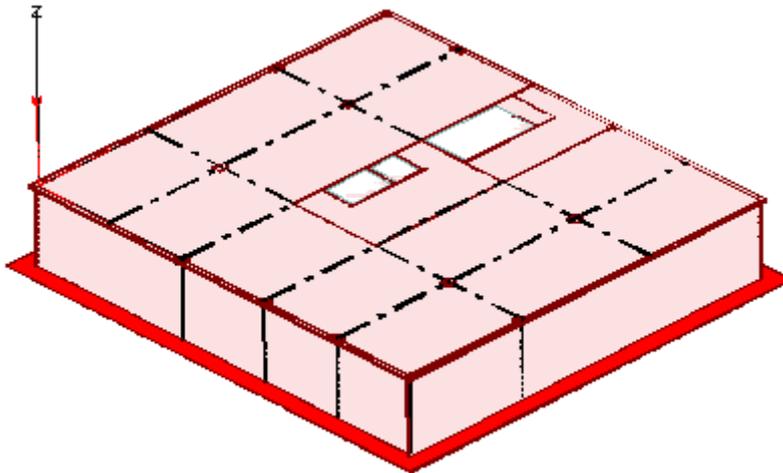
На покрытие балкона задайте равномерно распределенную поверхностную нагрузку равной 1,8 кН/м<sup>2</sup>. Нагружение 6. Способ приложения нагрузки описан в п.0.



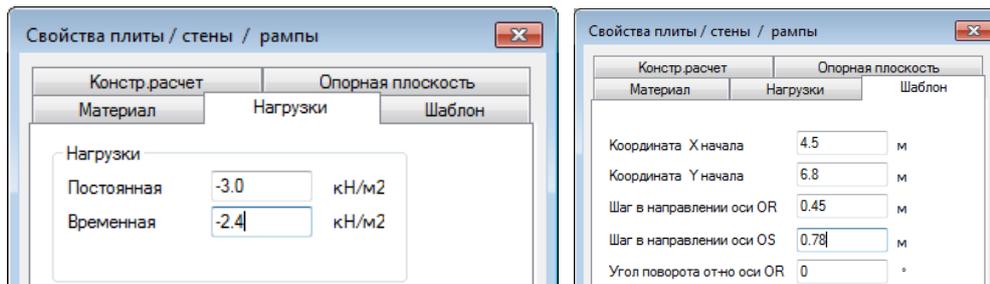
### 4.15 Ввод фундаментной плиты

#### Шаг за шагом

1. С помощью функции **Этажи > Видимые этажи**, сделайте видимым только подвальный этаж здания (см. п. 4.8.1).
2. Установите рабочую плоскость на плиту перекрытия подвального этажа.
3. В появляющихся диалогах определите растр.
4. Постройте фундаментную плиту, отступив за края плиты по 1м в каждую сторону.



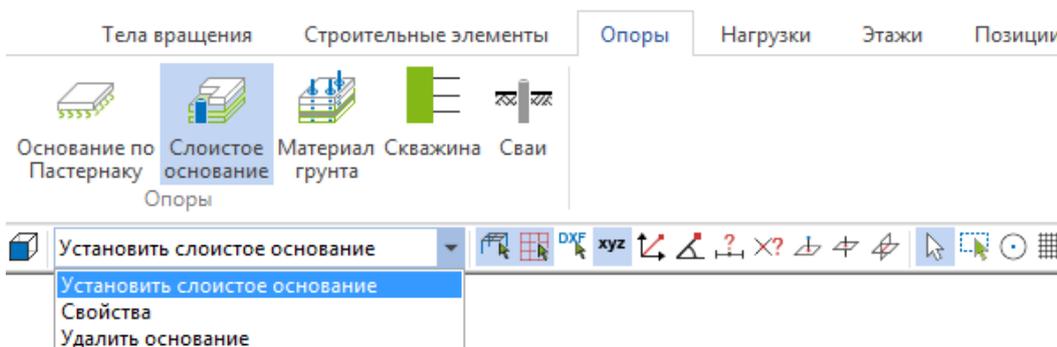
- В свойствах плиты измените параметры опорной плоскости (см. п.4.3.5), полезной нагрузки (передайте значение полезной нагрузки на фундаментную плиту) (см. п.4.8.5) и генерации FE-сетки (см. п.4.4).



#### 4.16 Ввод слоистого основания

- При активной вкладке **Опоры** нажмите на кнопку **Слоистое основание** и выберите опцию **Установить слоистое основание** из выпадающего меню.

Шаг за шагом



- В диалоге **Управление** задайте название слоистого основания и нажмите на кнопку **Слой**.

Управление

Параметры

Название СО-1

Цилиндрическое основание

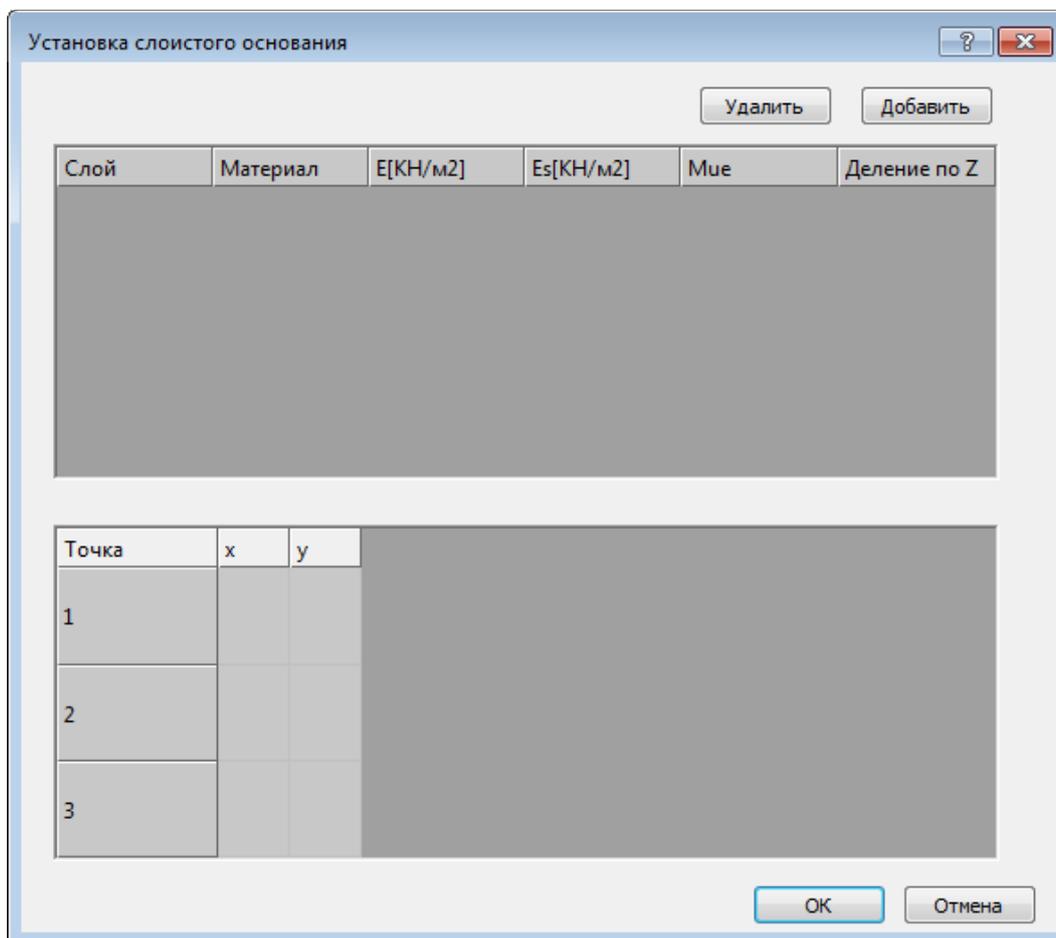
Геометрия

Слой

Название

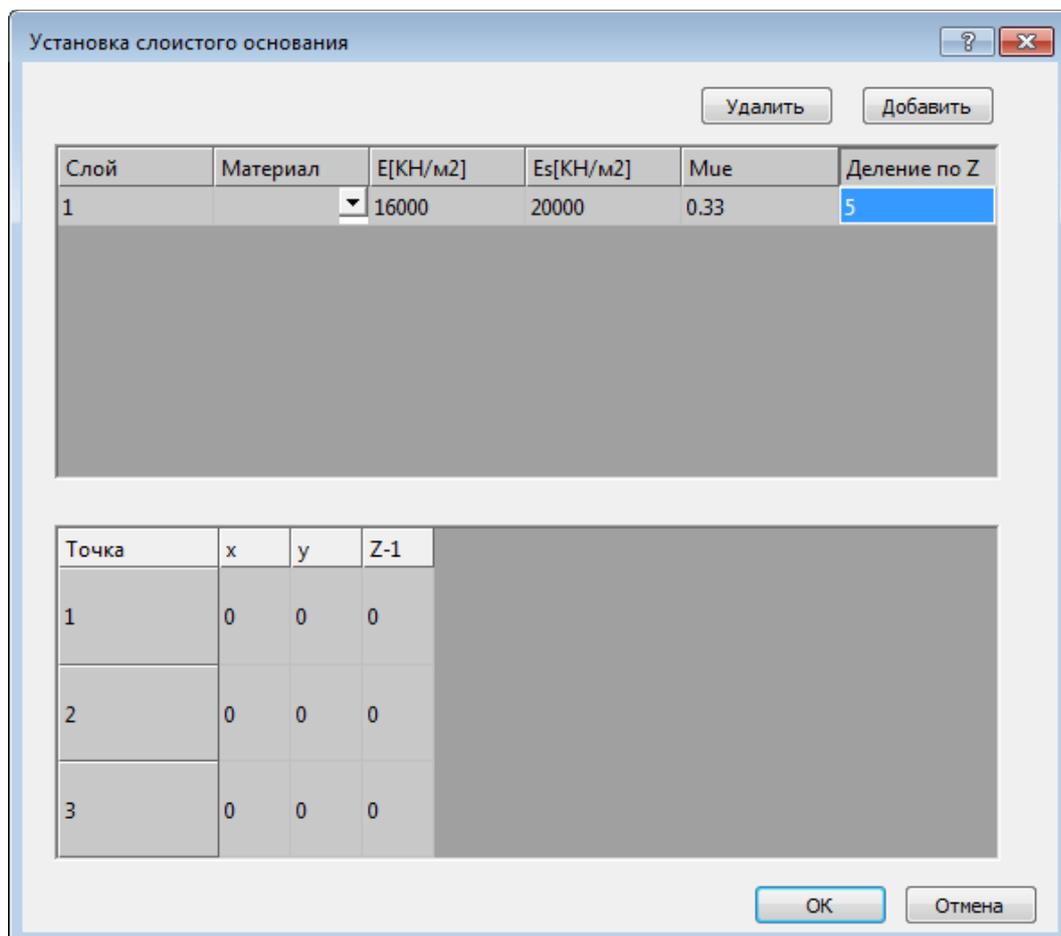
Кодовое название основания

3. На экране появится окно, позволяющее задать параметры слоистого основания с объемными элементами:



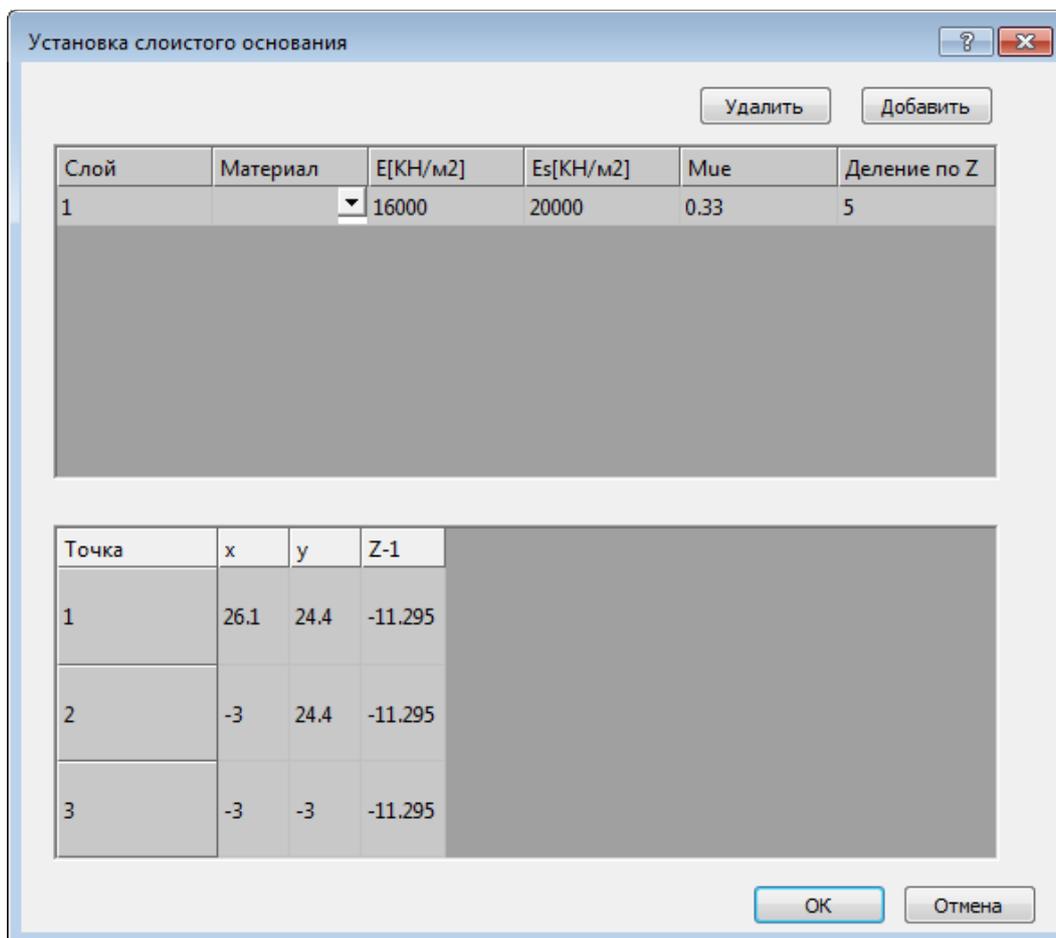
Через **E** обозначен модуль деформаций, через **Mue** – коэффициент Пуассона, через **Es** – модуль жесткости. В столбце **Деление по Z** – задается количество слоев объемных конечных элементов по вертикали на которое при расчете разбивается слой грунта.

4. Нажмите на кнопку **Добавить**. В таблице материалов появится строка свойств материала основания. Заполните ее значениями по заданию.

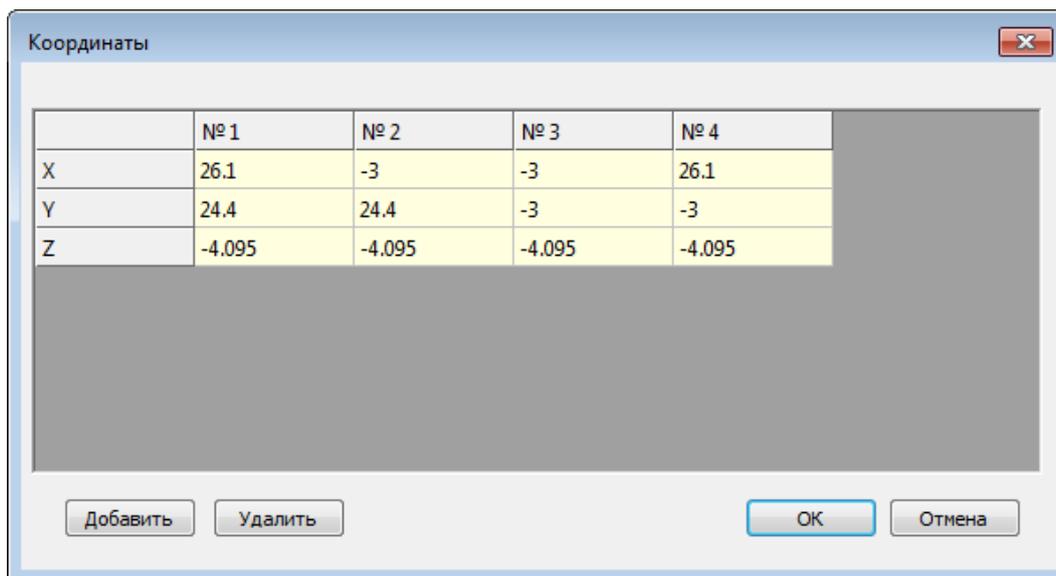


Поскольку модуль деформации **E** и коэффициент Пуассона **Mue** являются определяющими для описания свойств основания, то при вводе данных, в нашем случае, необходимо задать коэффициент Пуассона, модуль деформации **E** и модуль жесткости **Es**.

5. Нажмите на кнопку **OK**, и, используя *функции ввода* дополнительной панели инструментов, задайте контур основания.
6. После задания контура слоистого основания, переключаемся в режим **Свойства** (выпадающее меню дополнительной панели инструментов) и в диалоге **Управление** нажимаем на кнопку **Слой**. В нижней таблице появившегося диалога устанавливаем значения вертикальной координаты нижней границы слоя.



Кнопка **Геометрия** диалога **Управление** позволяет, при необходимости, изменить геометрию слоистого основания.



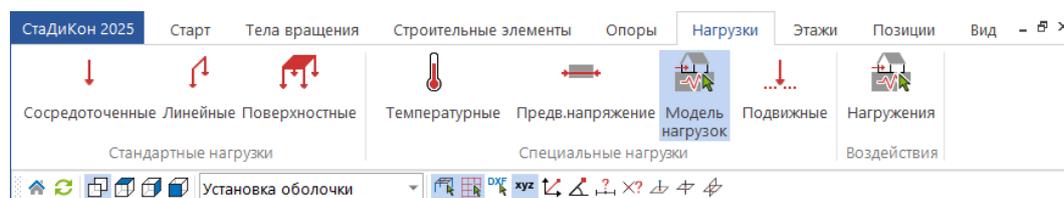
### 4.17 Ввод ветровой нагрузки. Задание Модели нагрузки 'Оболочка здания'

Ветровую нагрузку задаем в виде линейной, приложенной к перекрытиям (без учета балконов). Для упрощения задания ветровых, снеговых нагрузок и нагрузок от ограждающих конструкций в **СтаДиКон** предусмотрена функция **Модель нагрузок** для различных шаблонов крыш. Это инструмент позволяет быстро и удобно задать нагрузку на поверхность здания с прямоугольным планом. Ограничение на форму здания связано с указаниями норм для ветровой нагрузки. При этом, при указании снеговой нагрузки, в данном инструменте не учитываются снеговые мешки, поэтому мы использовали в модели ручное задание снеговой нагрузки. Нагрузка задается как распределённая по поверхности здания, с возможностью пересчета в линейные нагрузки по граням плит/стен или стержням.

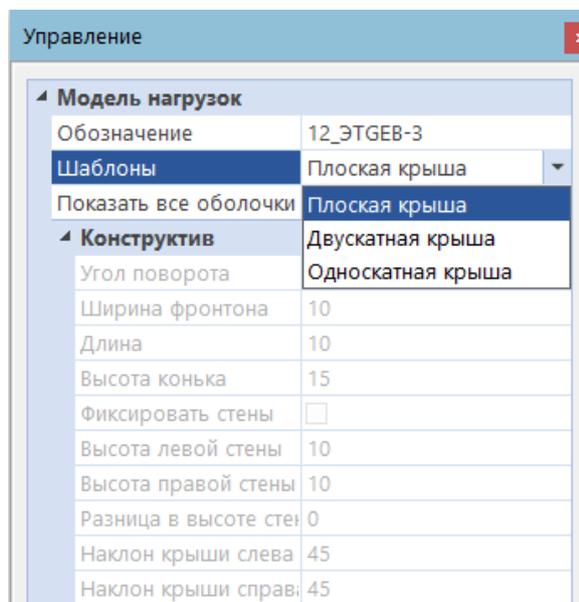
Модель нагрузки **Оболочка здания** является основой для автоматизированного задания всех ветровых и снеговых нагрузок, действующих на здание.

Ниже приводится описание работы с **Оболочкой здания** на примере определения ветровой нагрузки для нашей модели.

1. При активной вкладке **Этажи**, перейдите на 1 этаж и выберите видимость всех этажей.
2. Активируйте вкладку **Нагрузки**, нажмите на кнопку **Модель нагрузок** и выберите опцию **Установка оболочки** в выпадающем меню дополнительной панели инструментов.

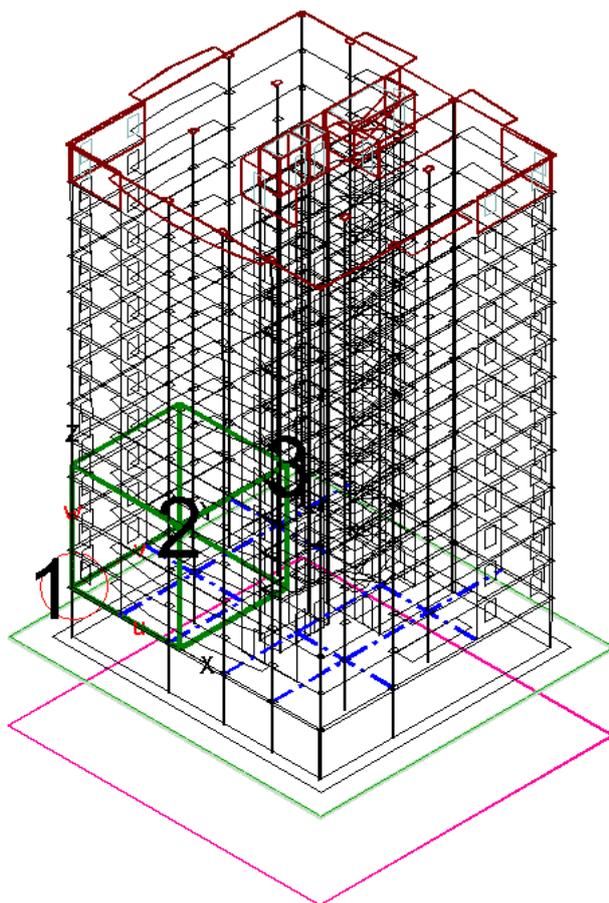


3. В появляющемся диалоге **Управление** из выпадающего списка **Шаблоны** выберите вариант **Плоская крыша**:

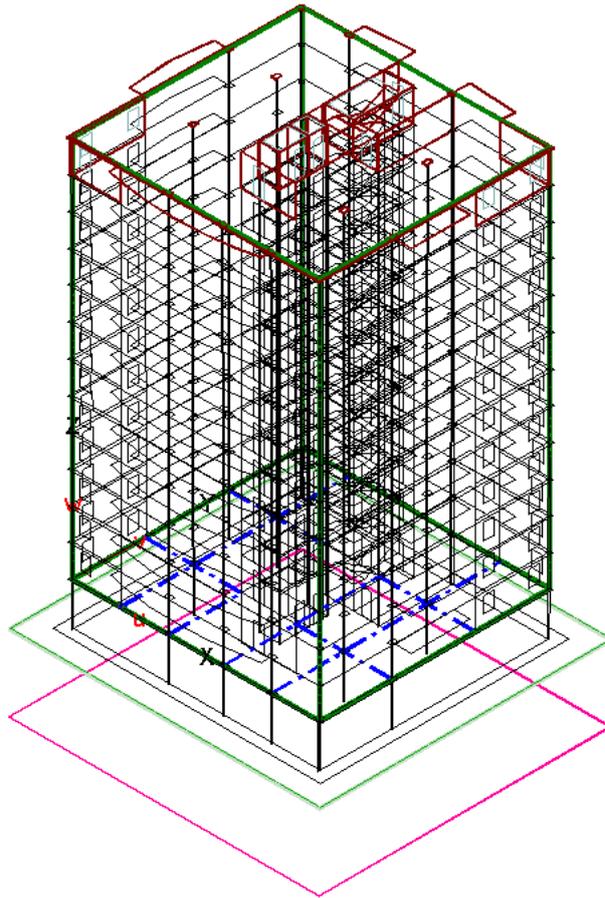


(Область диалога **Конструктив** позволит впоследствии отредактировать данные, необходимые для определения геометрии здания).

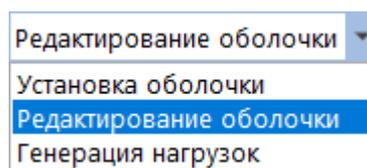
- Для задания геометрии здания, укажите на чертеже точки **1,2,3**, которые определяют оболочку на расчетной модели (см. рис. ниже).



После ввода указанных точек, Вы получите следующий контур оболочки:



5. Из выпадающего меню дополнительной панели инструментов выберите опцию **Редактирование оболочки**.



Диалог **Управление** изменит свой вид:

Управление

▲ **Модель нагрузок**

Позиция	12_ЭТГЕВ-1
Обозначение	12_ЭТГЕВ-1

▲ **Конструктив**

Угол поворота	0
Ширина фронтона	23.1
Длина	21.55
Высота конька	36
Фиксировать стены	<input type="checkbox"/>
Высота левой стены	0
Высота правой стены	0
Разница в высоте стен	0
Наклон крыши слева	30.9638
Наклон крыши справа	30.9638

Геометрия

▲ **Свесы крыши**

Свес крыши слева	0
Свес крыши справа	0
Свес крыши спереди	0
Свес крыши сзади	0

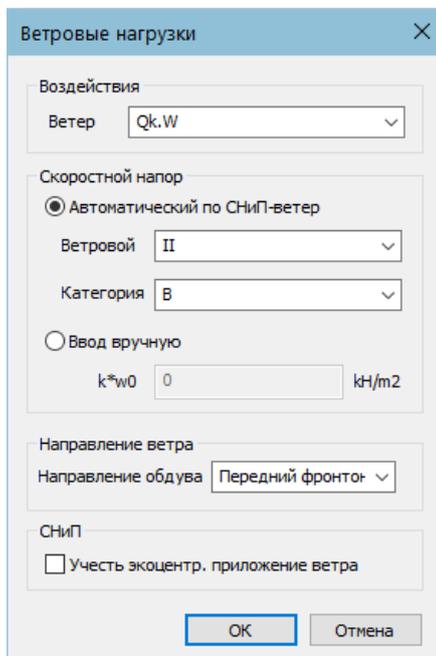
▲ **Нагрузки**

Собственный вес
Снег
Ветер
Генерация нагрузок
Распределить нагрузку
Удалить нагрузку

Область диалога **Конструктив** станет активной, что позволит, при необходимости, изменить значения, полученные графическим путем.

В области диалога **Свесы крыши** можно указать, в каких пределах от контура оболочки можно задавать нагрузку.

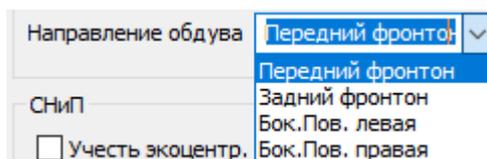
- Для задания нагрузки, нажмите на кнопку **Ветер**. На экране появится диалог **Ветровые нагрузки**.



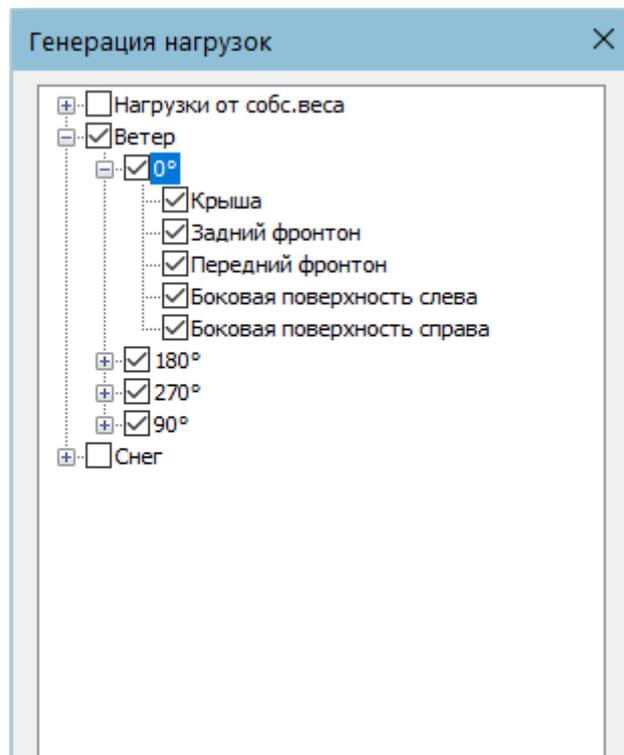
Согласно заданию, здание проектируется для возведения во **II** ветровом районе и типе местности **B**. Задайте в диалоге соответствующие значения.

Область диалога **Скоростной напор** позволяет, при необходимости, задать значение вручную.

7. Из одноименного списка выберите **Направление обдува**.



8. После ввода данных, закройте диалог с помощью кнопки **ОК**.
9. Для выбора типа и варианта генерации нагрузок, нажмите на кнопку **Генерация нагрузок** диалога **Управление**.



Если в расчетах необходимо учитывать только отдельное направление, то используя соответствующую галочку, можно, например, выбрать только задний фронтон.

10. Выберите для генерации нагрузки от ветра для боковых поверхностей и фронтонов. Для крыши, в модели нагрузки **Оболочка здания**, нагрузка генерироваться не будет, так как снег задан отдельной нагрузкой, а ветровая нагрузка на крышу разгружает конструкцию.
11. Нажмите на кнопку **Распределить нагрузку** диалога **Управление** и в появляющемся диалоге задайте параметры преобразования нагрузок для всех поверхностей.

Распределение нагрузки

Выбор элемента

Передняя стена     Задняя стена

Левая стена     Правая стена

Крыша

Распределить нагрузки

На стержни и грани

Индивидуально

Автоматически в плоскости

Нагрузки на все стержни и грани

Только края перекрытий

Нагрузка на ригели

Нагрузка на колонны

В направлении 0 ° г-оси

С расстоянием <= 1 м.

+     -   

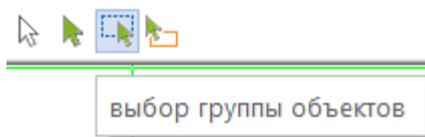
Метод

Коэффициенты влияния

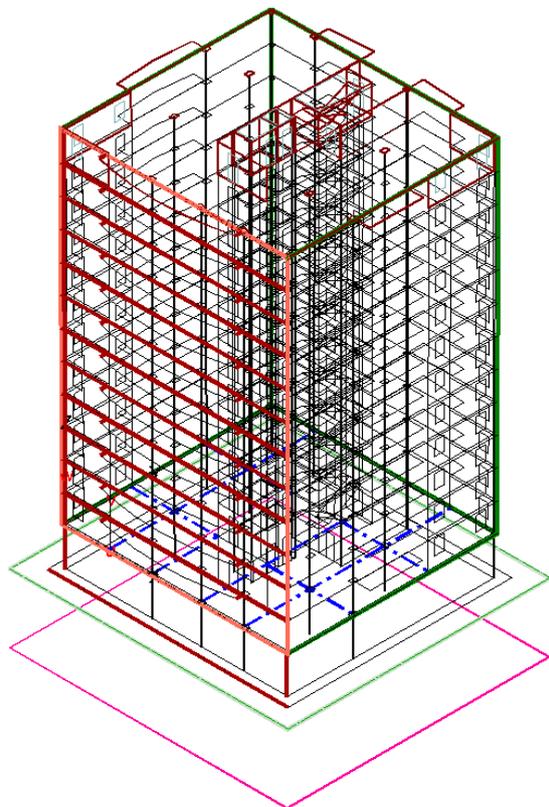
Грузовые площади 0

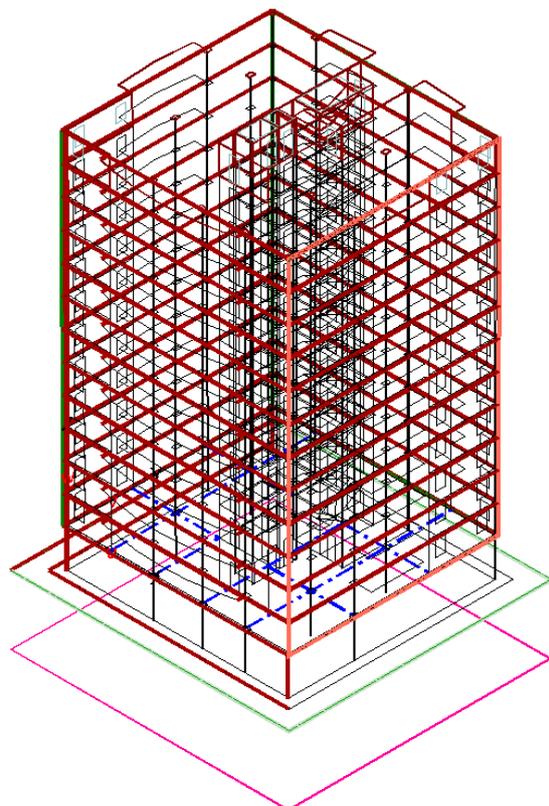
12. Выберите элемент **Передняя стена** и распределение нагрузки только на **края перекрытий** автоматически внутри плоскости.
13. Активизируйте опцию **плюс**  и нажмите на кнопку **Выбрать**.
14. На дополнительной панели инструментов активизируйте кнопку **выбор группы объектов**.



15. С помощью появляющейся рамки выделите все здание, и на экране появится изображение здания с маркированными линиями, по которым будет распределяться нагрузка.

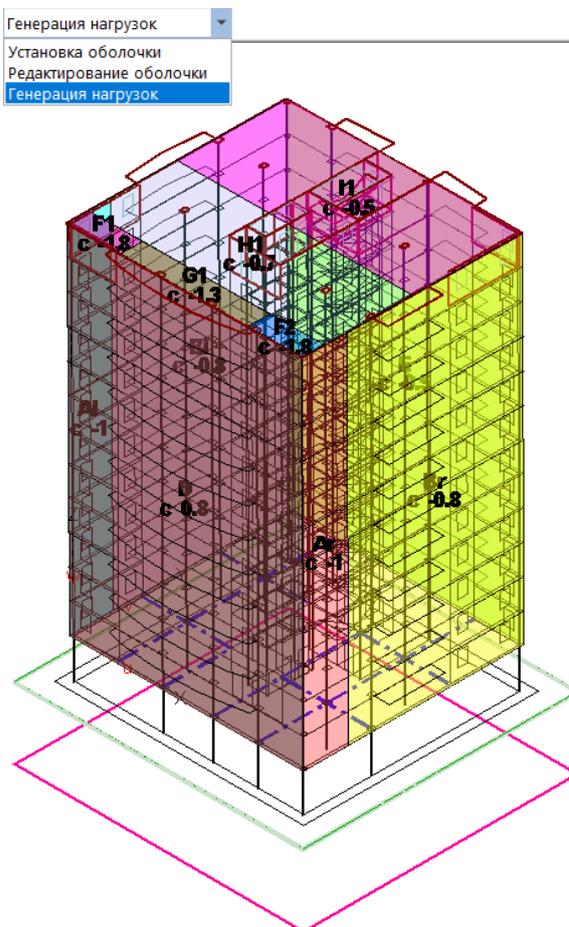


16. Прodelайте данную операцию для каждой стены.



(Опция минус  диалога **Распределение нагрузки** позволяет удалить неправильно сгенерированные линии распределения нагрузок.

17. Подтвердите ввод данных нажатием на кнопку **ОК**.
18. Генерация ветровых нагрузок осуществляется в соответствии с аэродинамическими коэффициентами, просмотр которых можно осуществить, используя пункт **Генерация нагрузок** из выпадающего меню дополнительной панели инструментов.

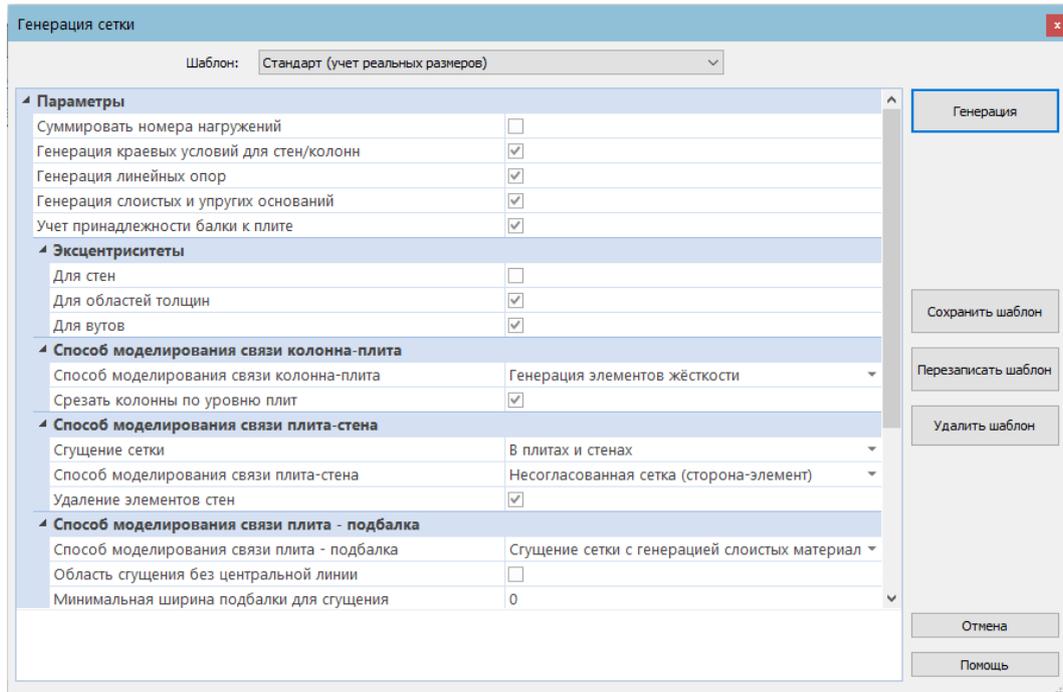


Из диалога **Управление** видно, что рисунок соответствует опции **показать области** для угла обдува 0 град.



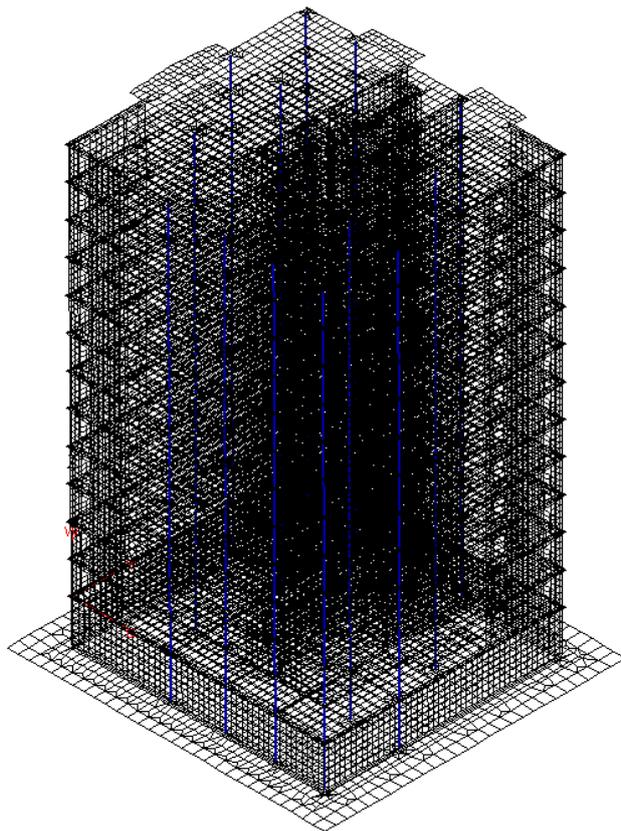
19. Сохраните проект под именем **Монолит**, закройте проект и снова загрузите его.
20. Активируйте вкладку **Старт** и нажмите на кнопку **В полный проект**.
21. На ленте меню полного проекта нажмите на кнопку **Вставка**, а затем – на кнопку **Генерация сетки**.

На экране появится одноименный диалог:

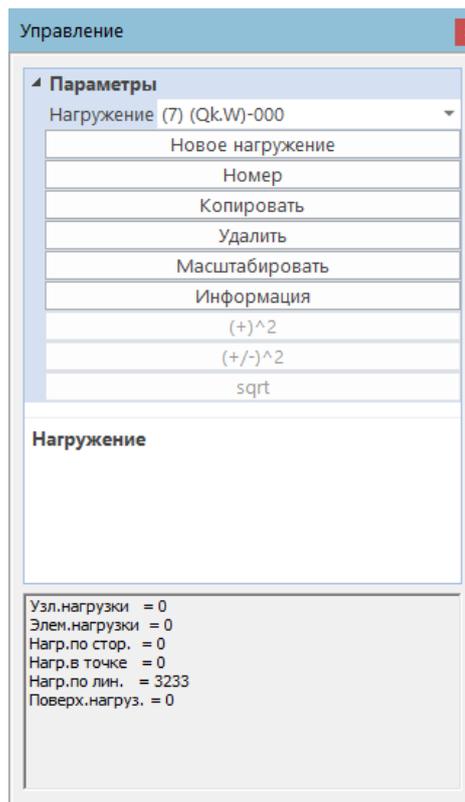


22. Оставьте значения, приведенные на скриншоте, и нажмите на кнопку **Генерация**.

23. Программа предложит сохранить проект. Сохраните его с именем **monolit**, и на экране появится FEA-проект здания.

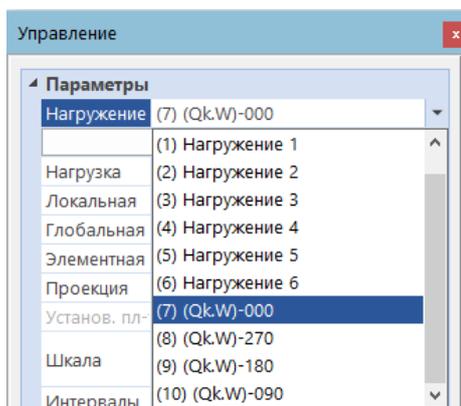


24. Для просмотра сгенерированный нагрузок, активируйте вкладку **Нагрузки** и нажмите на кнопку **Нагружения**. На экране появится диалог **Управление**.



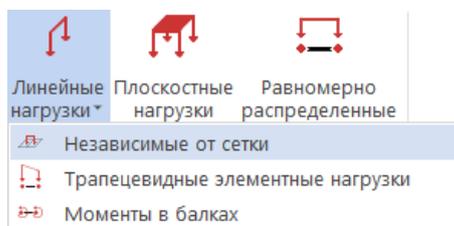
В информационном окне диалога приведены данные по типам нагрузок для выбранного нагружения.

25. С помощью выпадающего списка **Нагружение** выберите необходимое нагружение.

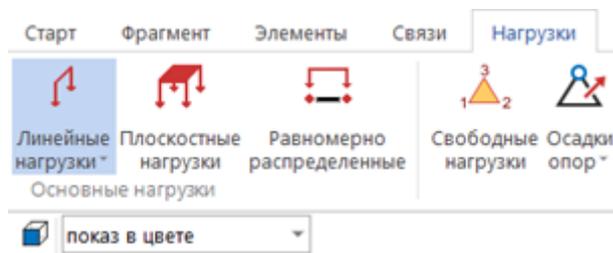


**Примечание.** Как видно из списка, имена нагружений не являются содержательными, поэтому в дальнейшем будет проведена коррекция наименований нагружений с целью приведения их в соответствие с **Таблицей 1** (стр.10).

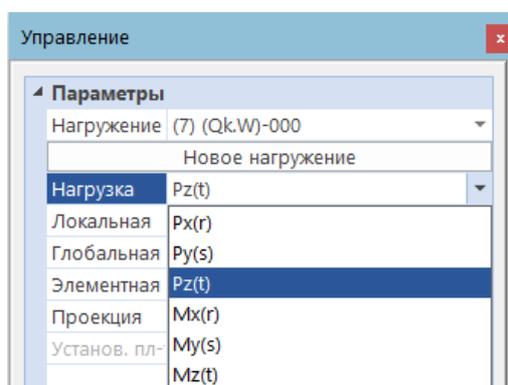
26. Нажмите на кнопку **Линейные нагрузки** и выберите опцию **Независимые от сетки**.



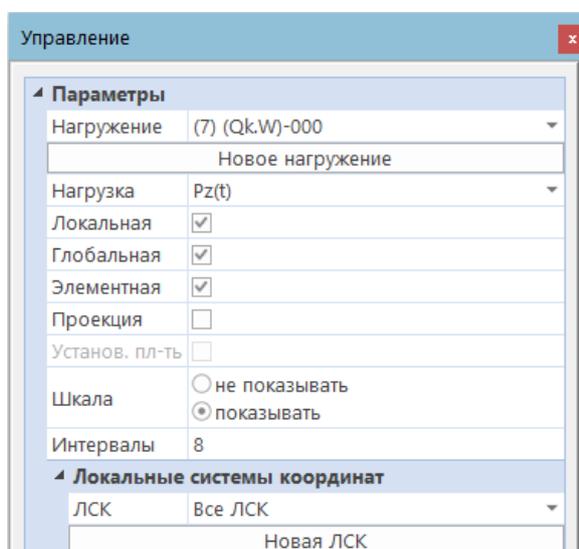
27. Из выпадающего меню на дополнительной панели инструментов выберите **показ в цвете**.



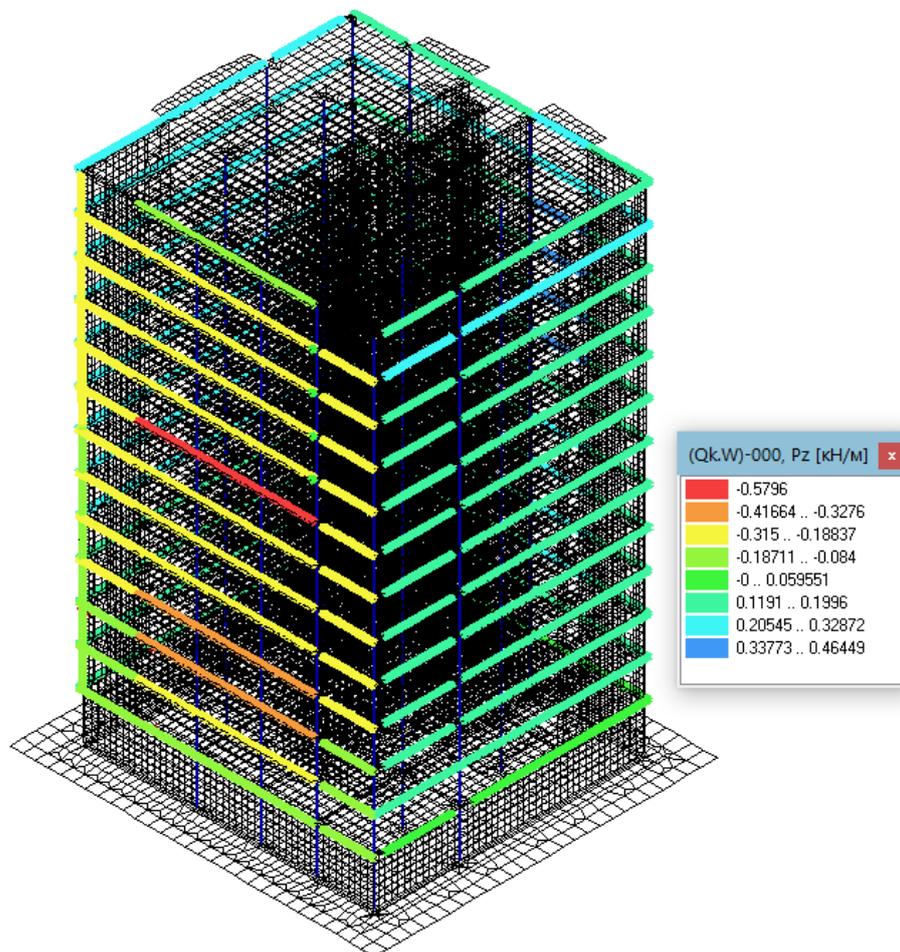
28. В диалоге **Управление** выберите для показа нагрузку  **$P_z(t)$** .



29. Активируйте опцию **показывать** в строке параметра **Шкала** и выберите локальную систему координат.



На экране появляется изображение, позволяющее просмотреть преобразованные нагрузки.



### Советы & рекомендации

- ❑ Значения линейных нагрузок вычисляются в зависимости от распределения нагрузки по высоте (задается нормами) и расстояния между элементами.
- ❑ Таким же образом могут быть заданы нагрузки от снега и веса ограждающих конструкций для стен и крыши. Интенсивность нагрузок на единицу поверхности задается на соответствующей вкладке.
- ❑ Моделей нагрузки **Оболочка здания** может быть несколько. Также возможно использование различных способов распределения нагрузки (соответствующие опции приведены в диалоге **Распределение нагрузки**).

### 4.18 Заключение к расчетной (позиционной) модели

Итак, мы создали расчетную модель (**POS**-проект) и расчетную схему в виде конечно-элементного проекта (**FEA**-проект). Еще раз обратим внимание на то, что для создания конечно-элементной схемы, необходимо сохранить созданный **POS**-проект, закрыть его и загрузить снова. После чего **POS**-проект следует вставить в окно полного проекта и перейти к генерации расчетной схемы.