

## Пример 23. Расчет многоэтажного здания с безригельным каркасом и проектирование монолитной железобетонной плиты при помощи систем САПФИР-КОНСТРУКЦИИ и САПФИР-ЖБК

### Цели и задачи:

- показать процедуру создания архитектурной и аналитической модели многоэтажного здания в программе **САПФИР**;
- продемонстрировать технологию создания монтажных таблиц в программе **САПФИР**;
- показать технологию создания конечно-элементной расчетной схемы многоэтажного здания в системе **САПФИР-КОНСТРУКЦИИ** для дальнейшей передачи в систему **ВИЗОР-САПР**;
- продемонстрировать технологию импорта расчетной схемы в систему **ВИЗОР САПР**;
- показать процедуру использования вариантов конструирования;
- выполнить подбор арматуры для элементов безригельного каркаса многоэтажного здания;
- продемонстрировать технологию импорта результатов расчета арматуры, выполненных в **ПК ЛИРА-САПР** в систему **САПФИР-ЖБК**;
- выполнить проектирование монолитной железобетонной плиты перекрытия этажа при помощи системы **САПФИР-ЖБК**.

### Исходные данные:

План первого этажа и разрез показаны на рис.23.1.а, 23.1.б.

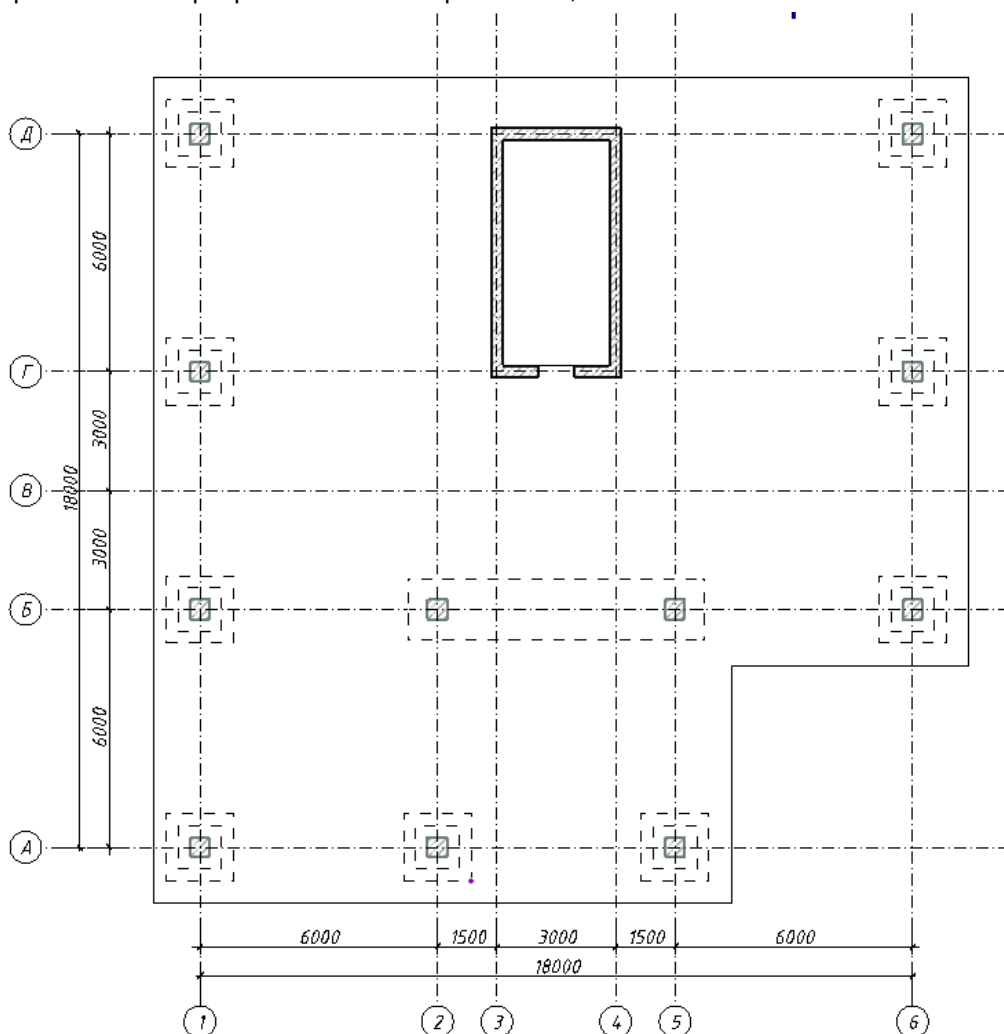


Рис.23.1.а. План первого этажа

Высота типового этажа 4 м. Количество этажей 5. Отметка пола первого этажа 0,000.

Нормы расчета элементов – СНиП 2.03.01-84\*. Материал элементов: колонны, капители – бетон Б30, стены, плиты перекрытий, фундаментная плита – бетон В25.

Размеры сечения колонн 0.6x0.8 м. Размеры капители: две ступени,  $b \times h = 0.3 \times 0.2$  м. Толщина плиты перекрытия – 0.2 м. Размер утолщения плиты – 0.2 м. Толщина фундаментной плиты 0.6 м. Толщина стен – 0.2 м.

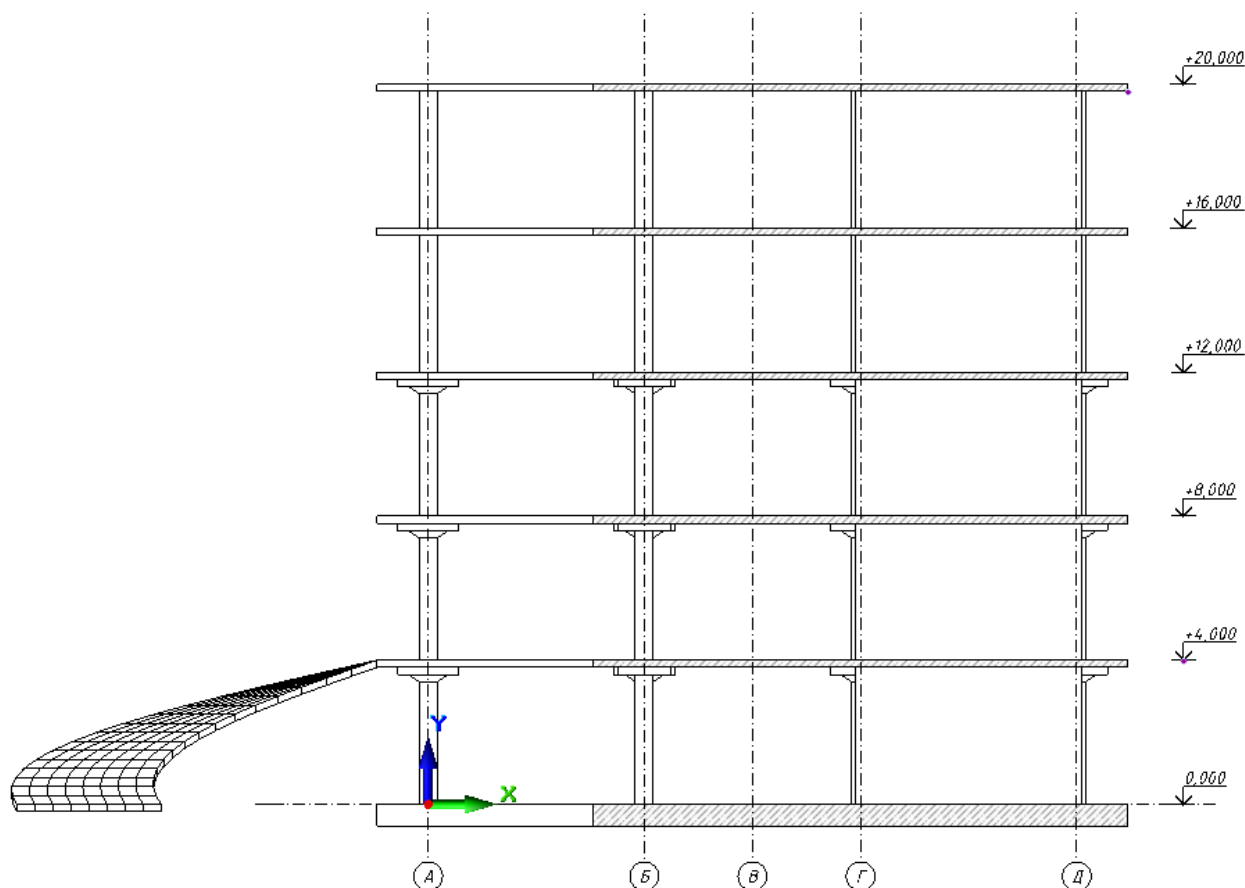


Рис.23.1.6. Разрез здания


Нагрузки:

- Загружение 1 - нагрузка от ограждающих стен – постоянная равномерно-распределенная по линии  $g_1 = 1.6 \text{ тс/м}$ , приложенная на плиты перекрытия по всем этажам; нагрузка от перегородки – постоянная равномерно-распределенная по линии  $g_2 = 1.6 \text{ тс/м}$ , приложенная на плиты перекрытия по всем этажам; нагрузка конструкций пола – постоянная равномерно распределенная по площади  $g_3 = 0.3 \text{ тс/м}^2$ , приложенная на плиты перекрытия по всем этажам; нагрузка от конструкций покрытия – постоянная равномерно-распределенная по площади  $g_4 = 0.1 \text{ тс/м}^2$ , приложенная на плиту покрытия.
- Загружение 2 - полезная нагрузка на плиты перекрытия  $g_5 = 0.5 \text{ тс/м}^2$ , нагрузка-штамп на плиты перекрытия  $g_6 = 2.0 \text{ тс/м}^2$ .


Для того чтобы начать работу с ПК САПФИР, выполните следующие команды Windows:

Пуск ⇒ Программы ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛИРА-САПР 2015 ⇒ САПФИР 2015.

### Этап 1: Создание нового проекта и настройка его свойств

- Для создания нового проекта откройте меню приложения и выберите пункт **Новый** (кнопка  на панели инструментов).

### [Настройка свойств проекта](#)

- Вызовите диалоговое окно **Параметры** щелчком по кнопке  - **Свойства проекта** (панель **Проект** на вкладке **Создание**)
- В этом диалоговом окне убедитесь, что в качестве текущего норматива выбран **СНиП 2.03.01-84\***. Остальные параметры оставьте по умолчанию (рис.23.2).
- Щелкните по кнопке **Применить**.

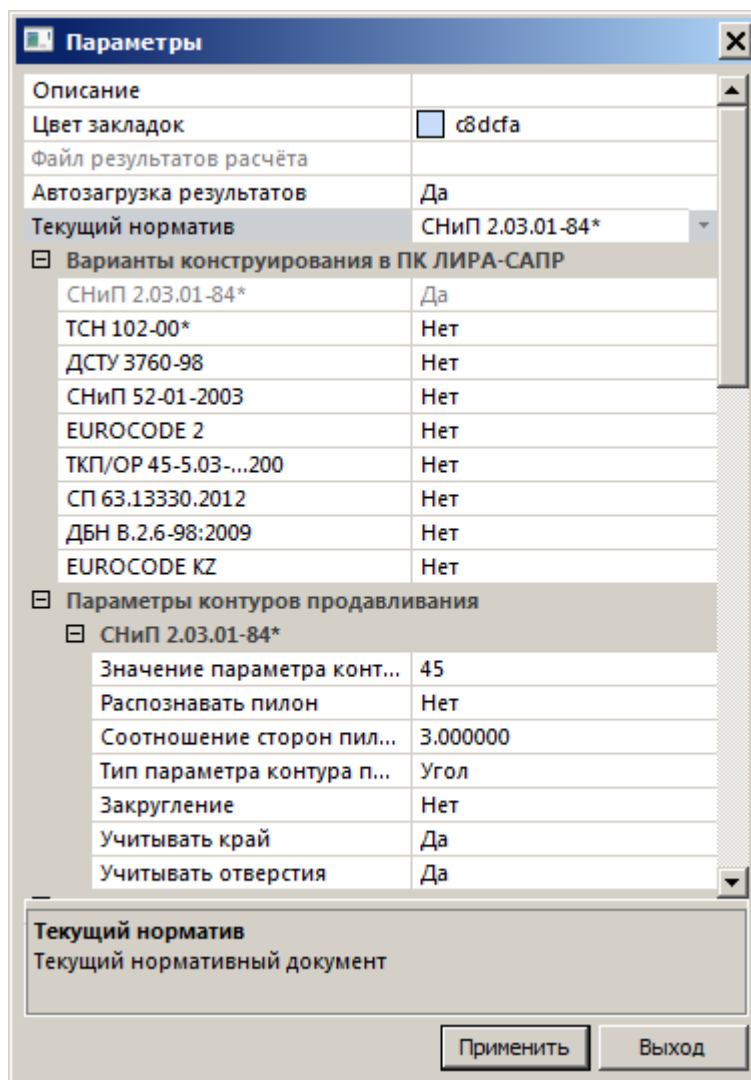



Рис.23.2. Диалоговое окно **Параметры**

### [Визуализация рабочего пространства](#)

- Для настройки визуализации рабочего пространства щелкните по кнопке  **Настройки** **визуализации** на панели инструментов **Визуализация**.
- В открывшемся диалоговом окне **Настройки визуализации** следует задать следующие характеристики (рис.23.3):
  - установите флажок для метрической сетки – **Только в 1-ом квадранте**;
  - задайте кол-во ячеек – **20**
- После этого щелкните по кнопке **Подтвердить**, чтобы закрыть диалоговое окно и применить сделанные изменения.

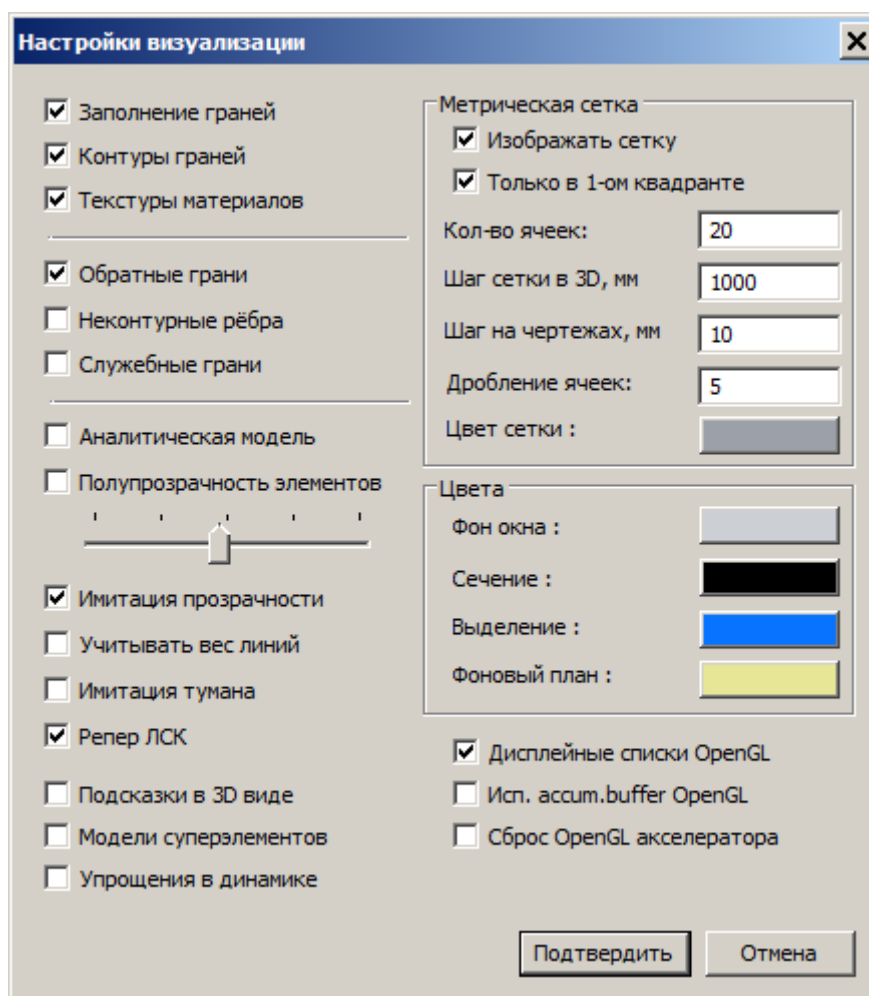



Рис. 23.3. Диалоговое окно **Настройки визуализации**


### Задание имени проекта

- Для сохранения информации о проекте откройте меню приложения и выберите пункт **Сохранить** (кнопка  на панели быстрого доступа).
- В появившемся диалоговом окне **Сохранить как** задайте:
  - имя файла – **Example23**;
  - папку, в которую будет сохранен этот проект.
- Щелкните по кнопке **Сохранить**.

### **Этап 2. Корректировка свойств этажа**




*Здание и этаж создаются автоматически после того как в графическом пространстве модели был создан первый объект.*

- Щелкните по строке  **1-й этаж 0,000 (4)** в окне **Структура** в правой части рабочего пространства, чтобы отобразить свойства этажа в диалоговом окне **Свойства**.
- В диалоговом окне **Свойства** задайте:
  - **Высота этажа, мм** - 4000.
  - Остальные параметры принимаются по умолчанию.

- После этого щелкните по кнопке  - **Применить к объекту** в диалоговом окне **Свойства** (клавиша **Enter** на клавиатуре).

### Этап 3. Создание координационных осей

#### Создание прямоугольной сетки в осях 1–6 и А–Д

- Чтобы вызвать диалоговое окно **Координационные оси** (рис.23.4) выберите команду  - **Оси...** в раскрывающемся списке **Оси** (панель **Инструменты построения** на вкладке **Создание**).

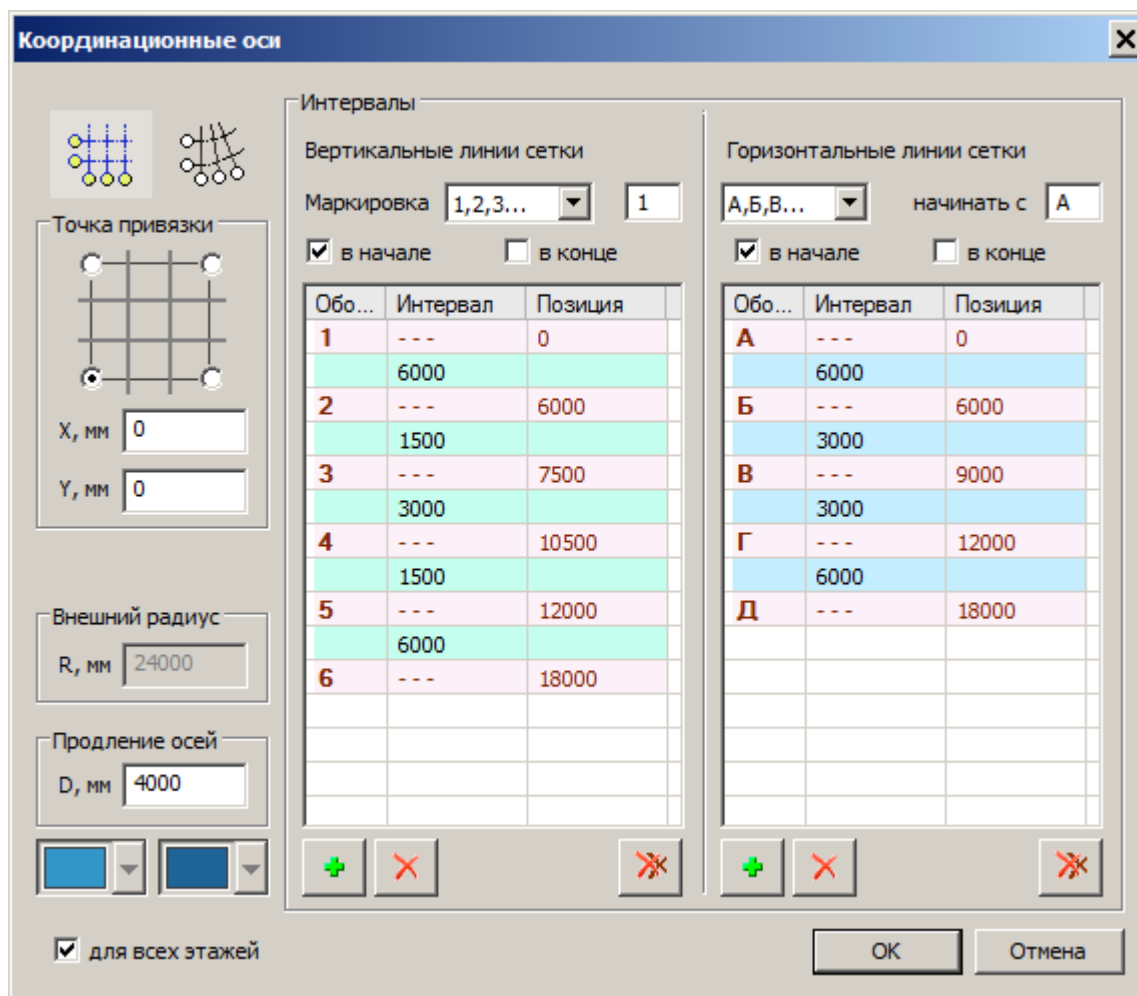




Рис.23.4. Диалоговое окно **Координационные оси**

- В этом диалоговом окне задайте следующие параметры:
- выберите тип сетки – **Прямоугольная сетка осей** (по умолчанию левый нижний угол указан как точка привязки; координаты точки привязки –  $X = 0$  мм,  $Y = 0$  мм);
  - задайте продление осей **D=4000**мм;
  - щелкните по кнопке  - **Добавить интервал** в поле для вертикальных линий сетки;
  - выделите значение в столбце **Интервал** и измените его на 6000;
  - добавьте таким способом еще несколько интервалов между вертикальными линиями сетки (маркировка вертикальных линий выполняется арабскими цифрами 1,2,3...) со значениями **1500, 3000, 1500, 6000** мм. Результирующие позиции осей высчитываются автоматически;
  - выберите для горизонтальных линий сетки из раскрывающегося списка маркировку **А, Б, В...**


- задайте интервалы между горизонтальными линиями сетки – **6000, 3000, 3000, 6000** мм. Результирующие позиции осей высчитываются автоматически.
- После этого щелкните по кнопке **ОК** (в результате в графическом окне получаем изображение прямоугольной сетки координационных осей).

#### Автоматическая прорановка размеров для сетки координационных осей

- Выделите сетку координационных осей с помощью курсора (сетка окрасится в голубой цвет).
- В строке свойств инструмента Оси щелкните по кнопке  - **Обозначить размеры**.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с осей.

### Этап 4. Создание колонн

#### Создание колонн

- Выполните щелчок по кнопке  - **Колонна** в раскрывающемся списке **Колонна** (панель **Инструменты построения** на вкладке **Создание**). В диалоговом окне свойств отобразятся свойства построения колонны.
- В диалоговом окне **Свойства построения: Колонна** щелкните напротив строки **Материал**.
- В открывшемся диалоговом окне **Материалы** (рис.23.5) выберите из списка материал **Бетон Б30**.

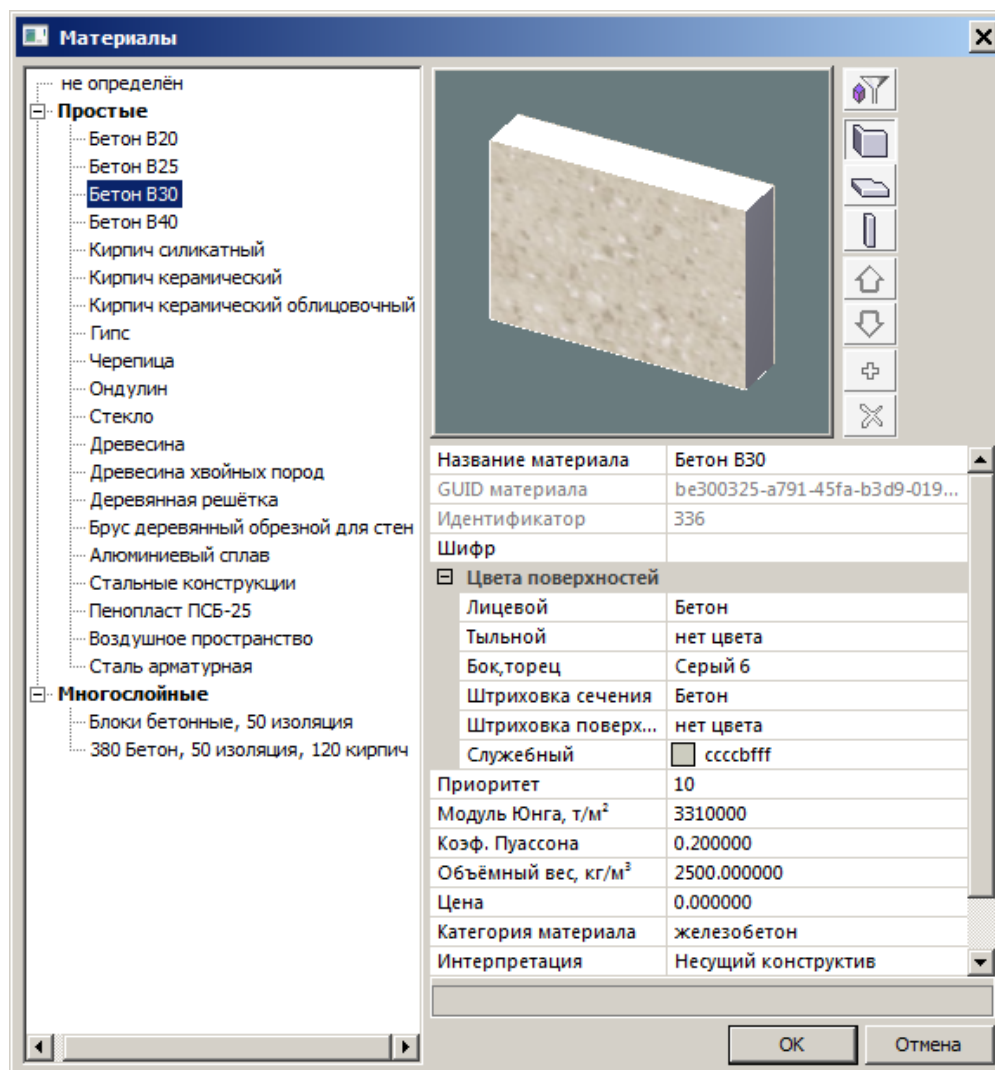
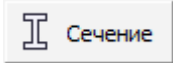


Рис.23.5. Диалоговое окно **Материалы**

- После этого щелкните по кнопке **ОК** (после закрытия списка строка **Бетон Б30** демонстрируется напротив параметра **Материал** как текущий выбранный материал).

- Вызовите диалоговое окно **Параметры сечения** (рис.23.6) щелчком по кнопке  в строке свойств инструмента Колонна.
- В открывшемся диалоговом окне задайте следующие параметры:
  - в списке типов сечений выберите тип **Прямоугольник(S0)**;
  - задайте параметр **b=600мм**;
  - задайте параметр **h=800мм**
- После этого щелкните по кнопке **ОК**.

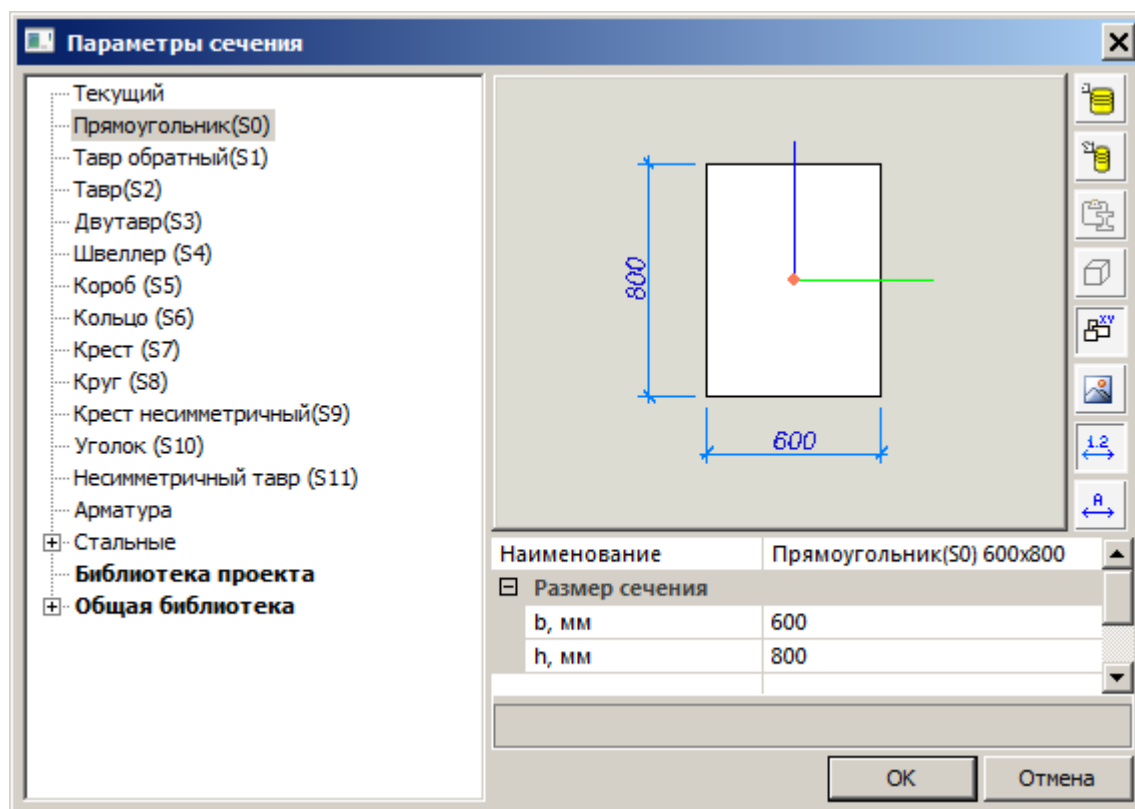

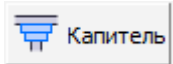




Рис.23.6. Диалоговое окно **Параметры сечения**

- В окне **Свойства построения: Колонна** установите **Формировать АЖТ – Да** для автоматической генерации АЖТ (абсолютно жесткого тела) в теле плиты по контуру сечения колонны.
- После этого щелкните по кнопке  - **Применить к объекту**.
- Расположите колонны на пересечениях осей Б-2 и Б-5 (рис.23.8).

#### Создание колонн с капителями

- Вызовите диалоговое окно **Капитель** (рис.23.7) щелчком по кнопке  в строке свойств инструмента Колонна.
- В открывшемся диалоговом окне щелкните по кнопке  - **Добавить ступень**, чтобы создать ступень капители и введите для нее следующие данные:
  - **h, мм = 200**
  - **b, мм = 300**
  - установите флажок – **Наклон**.
- Еще раз щелкните по кнопке  - **Добавить ступень**, чтобы создать вторую ступень капители и введите для нее следующие данные:
  - **h, мм = 200**



- $b, \text{ мм} = 300$
- Установите флажок **Аналитическая модель** для визуализации вида созданной капители в аналитике.
- После этого щелкните по кнопке **Применить**.

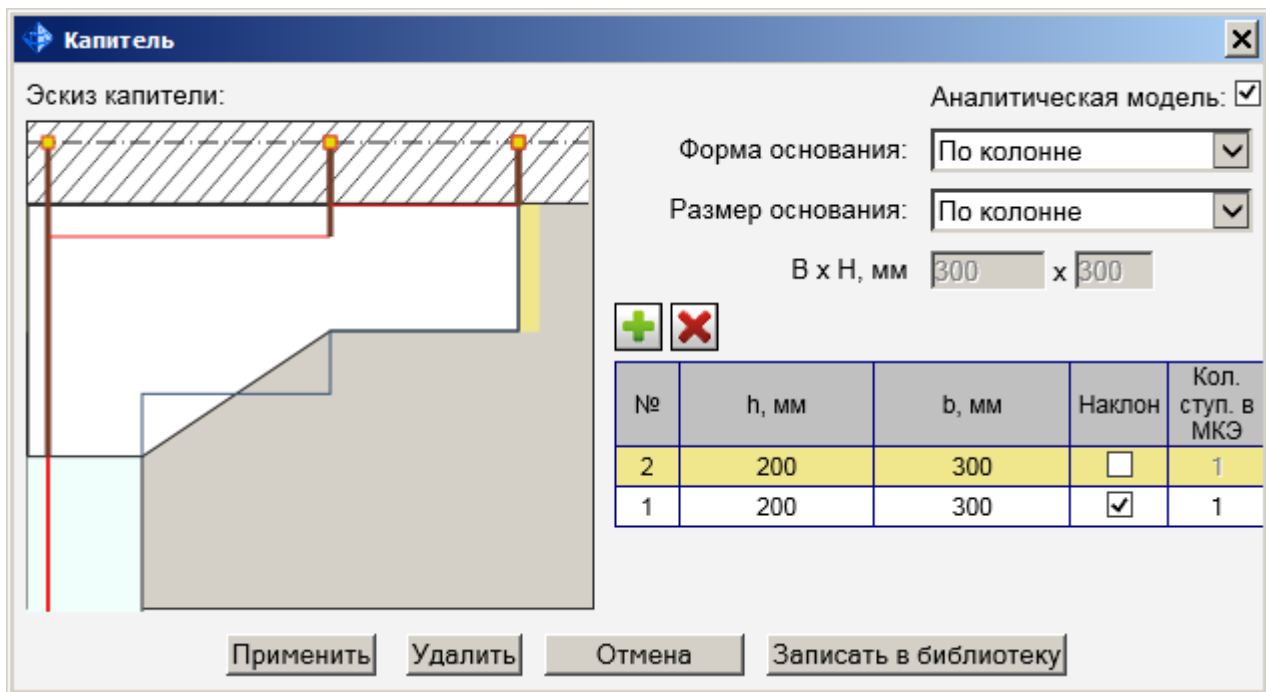


Рис.23.7. Диалоговое окно **Капитель**

- Расположите колонны как показано на рис.23.8.



Поворот схемы для выбора удобного ракурса как перед, так и во время построения выполняется при нажатой правой кнопке мыши. Навигация в графической области проекта выполняется при нажатой средней кнопке мыши. Для приближения к объектам схемы необходимо использовать колесо прокрутки.

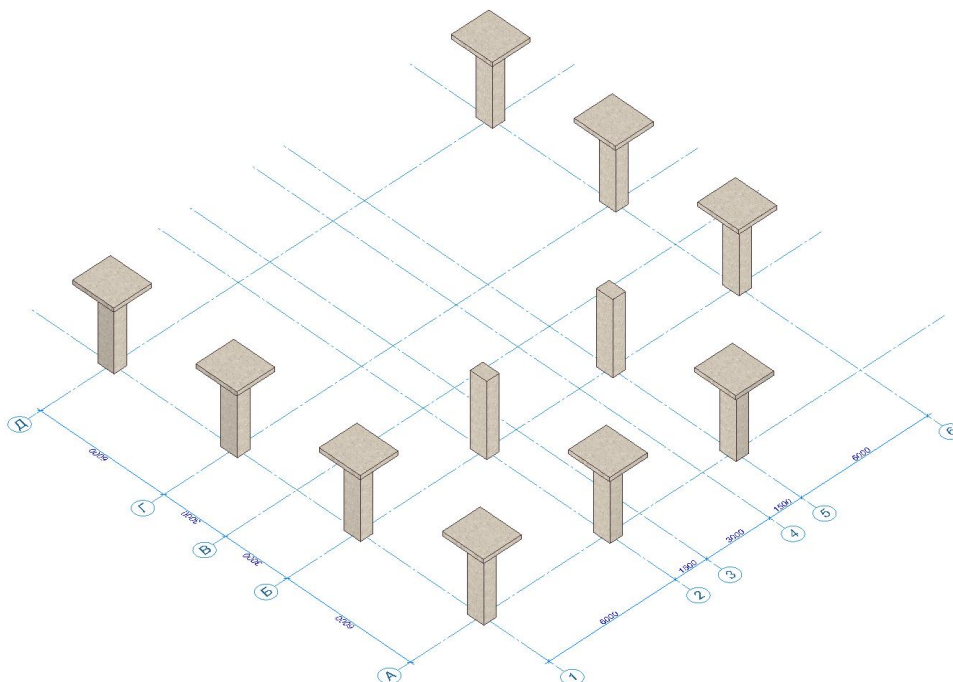






Рис.23.8. Схема расположения колонн



- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы завершить построение колонн.

## Этап 5. Создание стен

### Создание стен для лестничной клетки

- Щелкните по кнопке  - **Несущая стена** в раскрывающемся списке **Стена** (панель **Инструменты построения** вкладка **Создание**).
- В диалоговом окне **Свойства построения: Стена** задайте следующее:
  - **материал** – Бетон Б25;
  - **формировать АЖТ** – да.
- После этого щелкните по кнопке  - **Применить**.
- В строке свойств инструмента Стена задайте следующее
  - **способ построения**  – Прямоугольник;
  -  - **Толщина** – 200;
  - **привязка** – по оси;
  - **уровень основания** – 0;
  - **верхняя отметка** – 0 от верха этажа.
- Выполните построение ядра жесткости, последовательно вводя пару точек 2Д-4Г (рис.23.9).

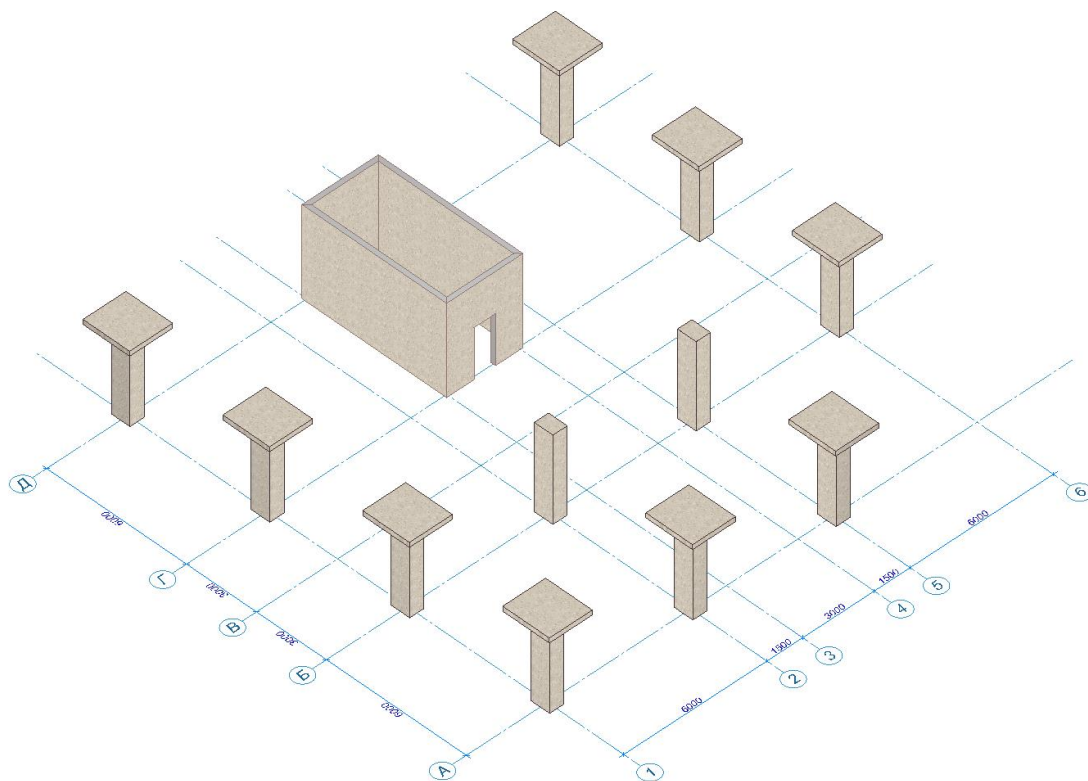

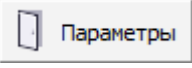


Рис.23.9. Схема расположения колонн и стен

## Этап 6. Задание дверного проема

- Выполните щелчок по кнопке  - **Дверь** (панель **Инструменты построения** вкладка **Создание**).

- В строке свойств инструмента Дверь щелчком по кнопке  вызовите диалоговое окно **Параметры дверей** (рис.23.10).
- В открывшемся диалоговом окне выполните следующее:
  - разверните список **Прямоугольные** и выберите тип дверей – **Прямоугольный проем**.
- После этого выполните щелчок по кнопке **ОК**.

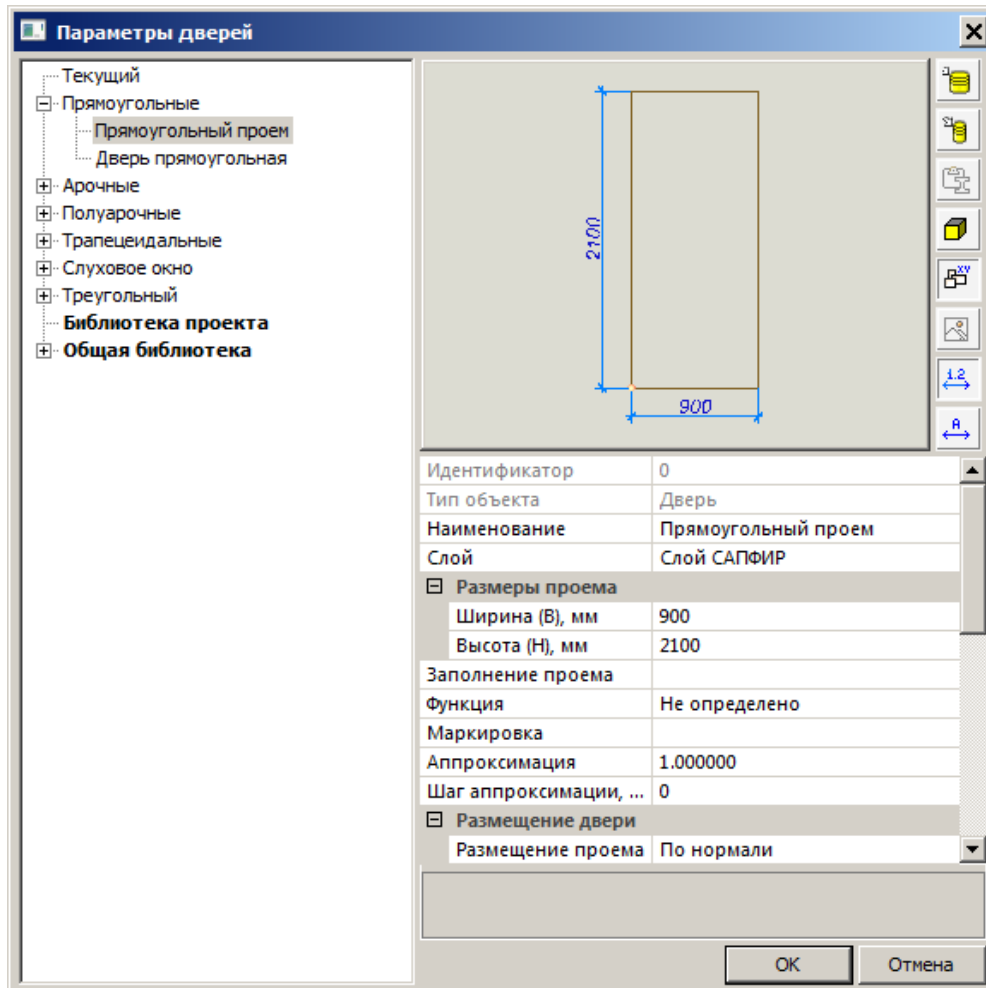




Рис.23.10. Диалоговое окно **Параметры дверей**






- В строке свойств инструмента Дверь задайте следующее:
  - привязка двери – по центру;
  -  - **ширина двери** – 900мм;
  -  - **высота двери** – 2100мм.
- Установите проем в центр стены (для центра стены отображается треугольный розовый маркер привязки), расположенной на оси Г (рис.23.9).



*Вслед за 3D локатором перемещается каркасное изображение дверного проёма. Используйте 3D локатор для задания желаемой позиции. Зафиксируйте позицию проёма посредством одинарного щелчка левой кнопкой мыши.*

## Этап 7. Создание и редактирование плиты перекрытия

### Создание плиты перекрытия

- Выполните щелчок по кнопке  - Плита в раскрывающемся списке Плита (панель Инструменты построения вкладка Создание)
- В диалоговом окне **Свойства построения: Плита** задайте следующее:
  - **материал** – Бетон Б25;
- После этого щелкните по кнопке  - **Применить**.
- В строке свойств инструмента Плита задайте следующее
  - **способ построения**  – Прямоугольник;
  -  - **Толщина** – 200;
  - **уровень** –  0 от низа этажа;
- Начните построение последовательно вводя 2 точки (начало и конец диагонали прямоугольника):
  - нажмите клавишу **X** на клавиатуре (активируется поле ввода координаты **X** в окне координат) и введите значение **(-1170)**;
  - переключитесь с помощью стрелки вниз на клавиатуре на координату **Y** и введите для нее значение **(-1420)**;
  - подтвердите ввод координат клавишей **Enter** на клавиатуре (введется первая точка диагонали плиты и в динамике будет отрисовываться строящаяся плита);
  - наберите с клавиатуры **19420** (число попадет в поле редактирования для координаты **Y**, как последняя вводимая координата);
  - переключитесь с помощью стрелки вверх с клавиатуры на координату **X** и введите значение **19420**;
  - нажмите клавишу **Enter** для подтверждения ввода координат.



Для ввода координат с клавиатуры используйте следующие горячие клавиши:

X – активация поля для ввода координаты X;

Y – активация поля для ввода координаты Y;

Z – активация поля для ввода координаты Z;

L – ввод значения длины (отступа от последней созданной точки);

U – активация поля для ввода значения угла от оси X;

Стрелки вверх/вниз - переключение между полями редактирования в окне координат.

### Перенос обозначений

- Выделите размерную цепочку по X для осей (программа автоматически активирует вкладку **Редактирование**).




По умолчанию, в САПФИРе активирован режим Автоматического переноса. Кнопка **Перенести** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**) нажата. Если кнопка **Перенести** отжата - активируйте ее щелчком.



- Укажите базовой точкой одну из контрольных точек размерной линии (вначале или в конце), нажмите ЛКМ и удерживая ее нажатой потяните размерную цепочку. Отпустите ЛКМ.
- Выполните щелчок в месте где хотите расположить размерную линию.

- Нажмите **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с размеров.
- Повторите тоже самое для размерной цепочки по Y.

#### Редактирование контура плиты перекрытия

- Выделите плиту перекрытия (автоматически активируется вкладка **Редактирование**).
- Щелкните по кнопке  - **Вставить вершину** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- Поверните модель таким образом, чтобы правый угол плиты оказался на переднем плане (пересечение осей 6 и А).
- Щелкните в грань плиты параллельную оси X (ближнюю к оси А) и удерживая нажатой ЛКМ потяните грань на себя (контур плиты начнет ломаться).
- Введите с клавиатуры координаты точки (**X=13420, Y= - 1420**).
- Нажмите клавишу **Enter** для подтверждения.
- Между созданной вершиной 1 и правым углом плиты вставьте вершину 2 с координатами (**X=13420, Y=4580**) (рис.23.11).
- Перенесите правый угол плиты в точку с координатами (**X=19420, Y=4580**).
- Нажмите **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с плиты.

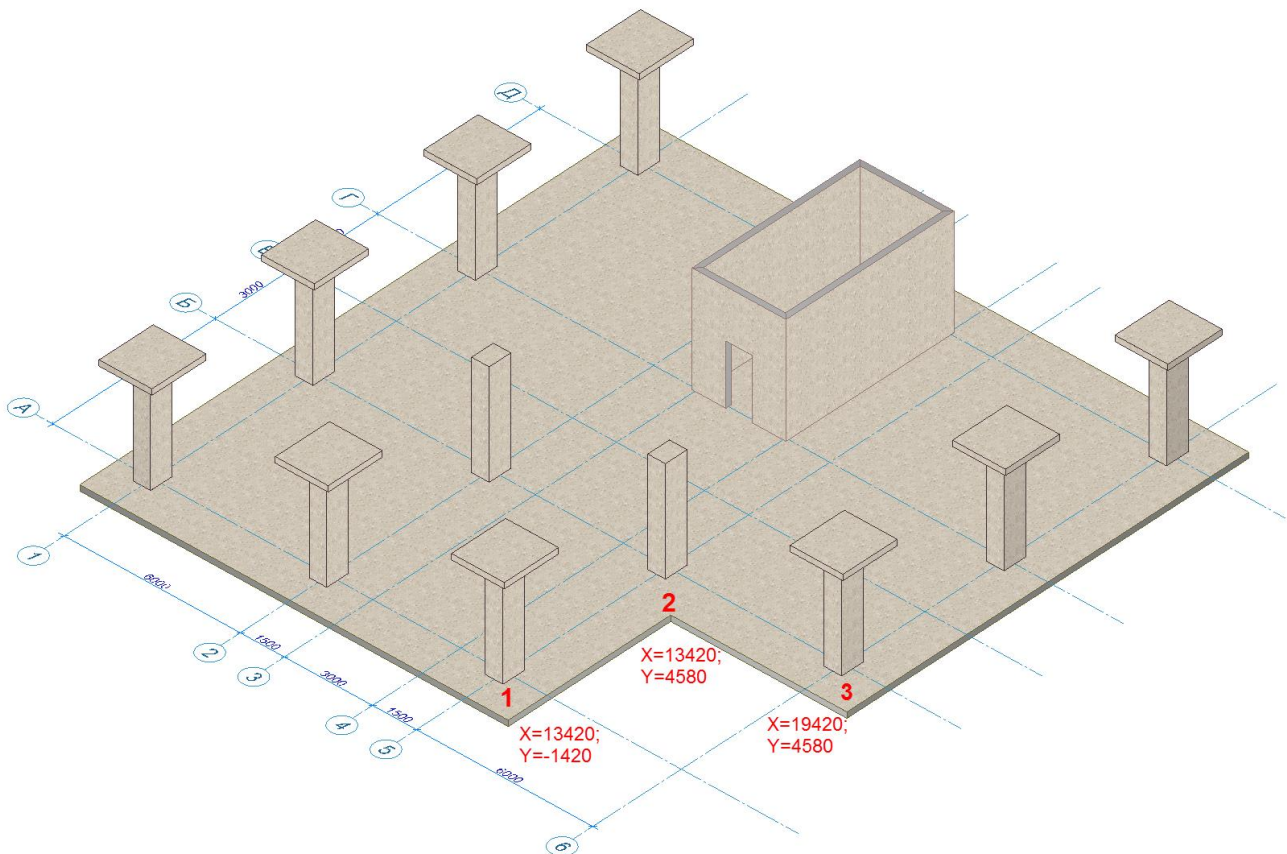



Рис.23.11. Контур плиты после корректировки

#### Создание отверстия в плите перекрытия

- Чтобы отобразить модель в проекции на горизонтальную плоскость XOY щелкните по кнопке  - **Вид сверху** на панели инструментов **Проекции**.

- Щелкните по кнопке  - **Проем** (панель **Инструменты построения** на вкладке **Создание**).
- Выделите плиту перекрытия.

- В строке свойств инструмента Проем выберите способ построения  - **Прямоугольник**.

- Задайте прямоугольное отверстие для лестничной клетки в ядре жесткости, вводя последовательного пару точек вершин прямоугольника по диагонали (рис.23.12).
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с плиты.

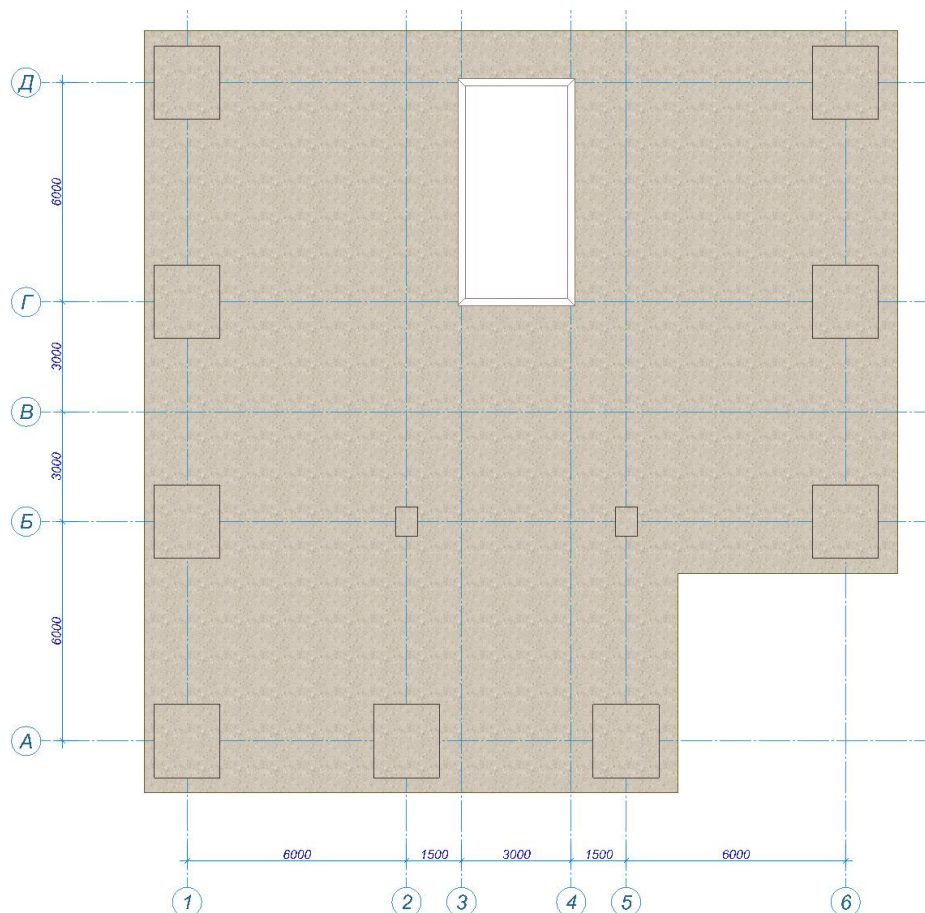






Рис.23.12. Расположение проема в плите перекрытия на виде сверху




### Создание участка другой толщины в плите перекрытия

- Выберите изометрическое отображение модели, выполнив щелчок по кнопке  - **Изометрия** на панели **Проекции**.
- Щелкните по кнопке  - **± ΔH** (панель **Инструменты построения** на вкладке **Создание**).
- Выделите плиту перекрытия.
- В строке свойств инструмента **± ΔH** задайте следующее:
  - **способ построения**  - Прямоугольник;
  - **глубина** – (-200) мм;
  - **сторона**  - тыльная.
- Введите координаты утолщения:
  - первая точка – (**X=5250, Y=5250**);
  - вторая точка – (**X=12750, Y=6750**).
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с плиты.



## Этап 8. Копирование этажей

### Копирование этажей

- Вызовите диалоговое окно **Создать новый этаж** (рис.23.13) щелчком по кнопке  - **Этаж** (панель **Проект** на вкладке **Создание**).
- В открывшемся диалоговом окне введите следующие данные:
  - **количество** – 4;
  - **высота этажа** – 4000мм;
  - **копировать элементы**;
  - щелкните по кнопке  **Фильтр** и снимите флажки со всех элементов, щелкнув по кнопке  - **Отключить все**;
  - установите флажки для элементов, которые будут скопированы: **стена, колонна, перекрытие**;
  - щелкните по кнопке **ОК**;
  - после этого щелкните по кнопке **ОК**.

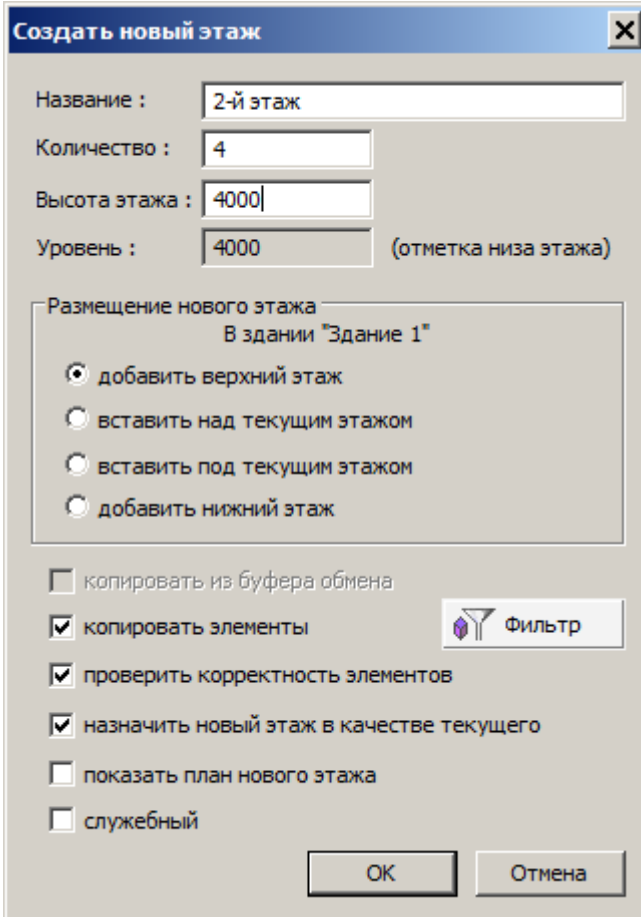




Рис.23.13. Диалоговое окно **Создать новый этаж**



Перед копированием этажей автоматически пройдет проверка модели на ошибки. Если программа обнаружит ошибки, она выдаст предупреждение. Ошибочные элементы рекомендуется устранить.

- Чтобы увидеть изображение модели целиком щелкните по кнопке  - **Показать все** (двойной щелчок средней кнопкой мыши в графической области).

#### Корректировка 4-го и 5-го этажей

- В диалоговом окне **Структура** (рис.23.14) щелчком по строке  **4-й этаж +12,000** разверните список элементов 4-го этажа.

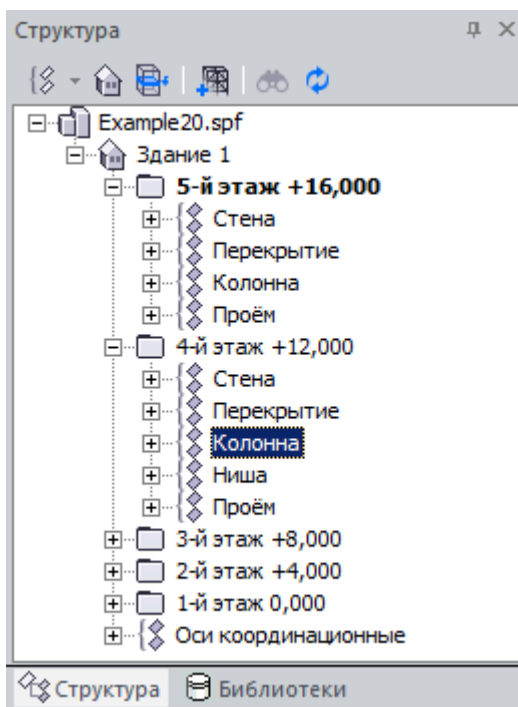










Рис.23.14. Диалоговое окно **Структура**

- Выделите строку **Колонна** и щелкните правой кнопкой мыши.
- В появившемся контекстном меню выберите команду **Выделить** для выделения всех колонн 4-го этажа.
- Щелкните по кнопке  - **Выделить вверх** (панель **Выбор** на вкладке **Редактирование**), чтобы выделить колонны 5-го этажа.
- В диалоговом окне **Параметры 11 объектов** задайте следующее:
  - щелкните напротив строки **Капитель**;
  - В открывшемся диалоговом окне **Капитель** выполните щелчок по кнопке **Удалить**.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с колонн.
- При нажатой правой кнопке мыши, поверните камеру таким образом, чтобы было видно утолщение в плите пола 5-го этажа.
- Выделите утолщение в плите пола 5-го этажа.
- Щелкните по кнопке  - **Удалить** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- Проверьте в диалоговом окне **Структура**, чтобы  **5-й этаж +16,000** был выбран в качестве текущего (текущий этаж выделяется жирным цветом).
- Выделите плиту пола 5-го этажа.
- Щелкните по кнопке  - **Копировать** (Ctrl+C) в раскрывающемся списке **Копировать** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- Выполните щелчок по кнопке  - **Вставить** (Ctrl+V) в раскрывающемся списке **Вставить** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**), чтобы вставить копию плиты на 5-й текущий этаж.








Теперь в рамках этажа присутствуют две модели плиты в одном уровне, причём одна из них продолжает оставаться выделенной. Поскольку выделен элемент типа **Плита**, строка свойств прикладного инструмента отображает свойства инструмента **Плита**.

- В строке свойств инструмента Плита задайте уровень –  - 0 от верха этажа.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с плиты.
- Используя колесо прокрутки, приблизьтесь к проему лестничной клетки в верхней плите перекрытия и выделите его, щелкнув в грань проема.
- Щелкните по кнопке  - **Удалить** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- Чтобы увидеть отображение всей модели на экране щелкните по кнопке  - **Показать все** (двойной щелчок средней кнопкой мыши в графической области) на панели **Проекция..**

### Редактирование фундаментной плиты

- В диалоговом окне **Структура** выделите строку  **1-й этаж 0,000** и щелкните правой кнопкой мыши.
- Выберите команду **Назначить этаж текущим** из контекстного меню (двойной щелчок по строке  **1-й этаж 0,000** ).
- Приблизьтесь к плите в уровне низа первого этажа, используя колесо прокрутки.
- Выделите утолщение в плите и проем лестничной клетки, удерживая нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре.
- Щелкните по кнопке  - **Удалить** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- Выделите плиту в уровне низа первого этажа.
- В строке свойств инструмента Плита введите  - **Толщина 600мм**.
- В диалоговом окне **Свойства** в блоке **Граничные условия** задайте следующее:
  - **C1, тс/м<sup>3</sup>** - 1000;
  - вызовите диалоговое окно **Связи** (рис.23.15) щелчком напротив строки **Связи**;
  - в открывшемся диалоговом окне установите флажок по **X, Y**;
  - щелкните по кнопке **ОК**.

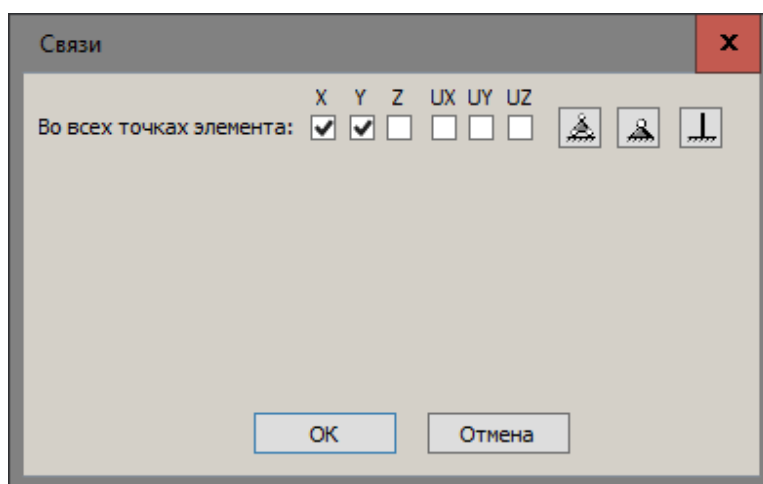


Рис.23.15. Диалоговое окно **Связи**







- После этого щелкните по кнопке  - **Применить к объекту**.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с фундаментной плиты.

## Этап 9. Моделирование пандуса

### Изменение положения ЛСК в пространстве

- Щелкните правой кнопкой мыши в графической области и выберите из контекстного меню команду **ЛСК повернуть**.
- В открывшемся диалоговом окне **Ввод угла поворота** задайте угол поворота локальной системы координат **270 градусов**.
- Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.
- Перенесите ЛСК в левую ближнюю точку плиты, притянувшись к этой точке и воспользовавшись командой контекстного меню правой кнопки мыши **ЛСК в точку (Ctrl+.** на клавиатуре).

### Создание траектории и образующих для пандуса

- Щелкните по кнопке  - **Линия** (панель **Инструменты построения** на вкладке **Создание**).
- В строке свойств инструмента Линия задайте следующее:
  - способ построения  - Отрезок;
  - проконтролируйте, чтобы флажки **Цепочка** и **Замыкать** были сняты
  - **вес линии**  - Основная 6;
  - **цвет** – красный.
- Выполните построение 1-й образующей линии по следующим точкам:
  - начальная точка (**X=0, Y=2000**);
  - конечная точка (**X=0, Y=6000**).
- Выполните построение 2-й образующей линии по следующим точкам:
  - начальная точка (**X=10000, Y=14000**);
  - конечная точка (**X=6000, Y=14000**).
- В строке свойств инструмента Линия задайте следующее:
  - нажмите и удерживайте нажатой кнопку  - **Дуга** до появления раскрывающегося списка;
  - Выберите из раскрывающегося списка способ построения  - **Дуга T1 T3 T2**.
- Выполните построение дуговой траектории по следующим точкам:
  - первая точка траектории (**X=0, Y=2000**) - начальная точка 1-ой образующей;
  - вторая точка траектории (**X=10000, Y=14000**) - начальная точка 2-ой образующей;
  - третья точка траектории (**X=8000, Y=6000**).
- Дважды нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы выйти из построения линий.
- Выделите 1-ю образующую.
- Вызовите диалоговое окно **Перемещение объектов** (рис.23.16) щелчком по кнопке  - **Перенос по координатам** в раскрывающемся списке **Перенести** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- В открывшемся диалоговом окне задайте следующее:
  - **приращение Z, мм** – 4000.
- После этого щелкните по кнопке **Выполнить**.

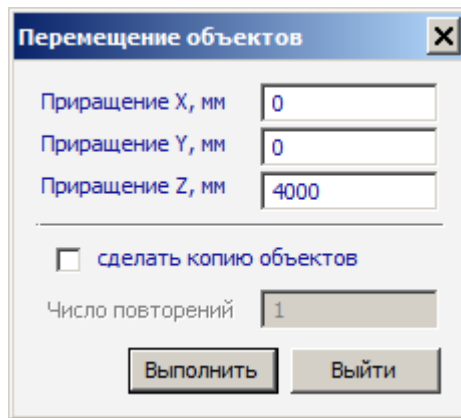





Рис.23.16. Диалоговое окно **Перемещение объектов**



- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с перемещенной линии.

### Создание пандуса

- Выделите последовательно траекторию, 1-ю и 2-ю образующие (порядок имеет значение), удерживая нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре.
- Переключитесь на вкладку **Создание** и выберите команду  - **1 траектория 2 образующие** в раскрывающемся списке **3D по линии** (панель **Поверхности** на вкладке **Создание**).
- Переключитесь на вкладку **Редактирование** и щелкните по кнопке  - **Удалить** (панель **Корректировка**).
- Выделите созданную поверхность.
- В диалоговом окне **Свойства** задайте следующее:
  - **материал** – Бетон Б25;
  - **интерпретация** – Несущий конструктив;
  - **число участков образующей** – 8
  - **толщина оболочки, мм** – 180.
- После этого щелкните по кнопке  - **Применить к объекту**.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с пандуса.
- Щелкните правой кнопкой мыши и выберите из открывшегося контекстного меню команду **ЛСК в абс.0, 0, 0**.

## **Этап 10. Моделирование процесса возведения конструкции (МОНТАЖ)**

### Автоматическая генерация монтажных событий

- Вызовите диалоговое окно **Монтаж** (рис.23.17) щелчком по кнопке  - **Монтаж** (панель **Автоматическое создание** на вкладке **Создание**).
- В открывшемся диалоговом окне щелкните по кнопке **Авто**.
- В открывшемся диалоговом окне **Автоматическая генерация событий** выберите способ генерации событий **По типам элементов**, отметив соответствующую радио-кнопку.
- Снимите флажок **Стадии по этажам**.
- Щелкните по кнопке  - **Порядок типов элементов для генерации событий**, чтобы просмотреть в каком порядке будут возводиться элементы.  
После этого выполните щелчок по кнопке **Создать** (в диалоговом окне **Монтаж** появится цепочка событий – порядок возведения здания).

### Назначение монтажных стадий вручную

- Чтобы поменять порядок возведения конструкции в диалоговом окне **Монтаж** щелкните по событию **4,Прочее (1-й этаж)** и удерживая нажатой левую кнопку мыши перетащите его вправо, меняя местами с событием **5,Перекрытие низ 2-й этаж**).
- Выделите событие **5,Прочее (1-й этаж)** и установите для него флажок **Стадия**.
- Установите флажок **Стадия** как описано в предыдущем пункте для событий: **8,Перекрытие низ (этаж #3)**; **11,Перекрытие низ (4-й этаж)**; **14,Перекрытие низ (5-й этаж)**; **17,Перекрытие верх (5-й этаж)** (рис.23.17).

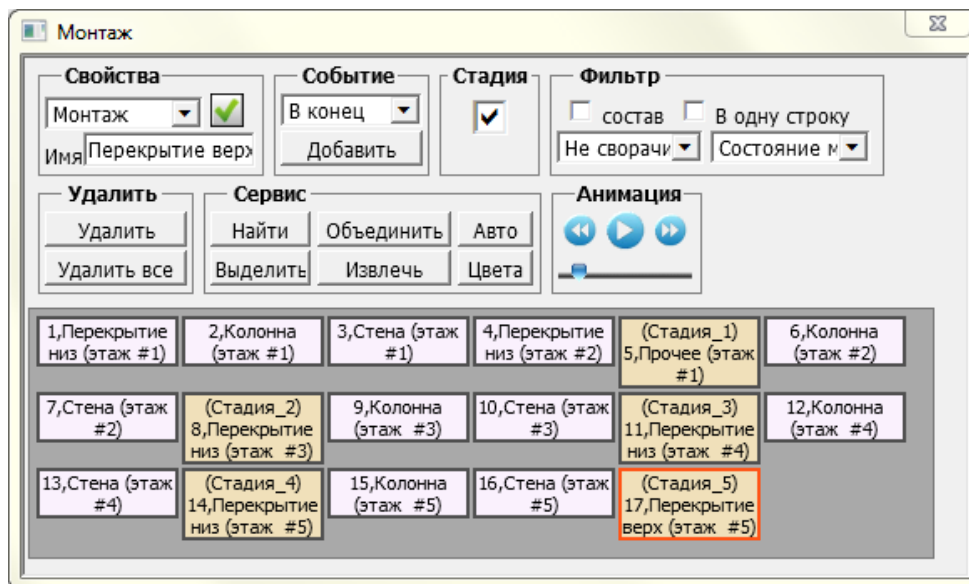


Рис.23.17. Диалоговое окно **Монтаж**

### Просмотр анимации процесса возведения конструкции

- В диалоговом окне **Монтаж** щелкните по первому событию монтажа.
- В поле **Фильтр** выберите из раскрывающегося списка значение **Состояние модели на момент текущего события** для визуализации объектов входящих в текущее событие.
- В поле **Анимация** передвиньте слайдер для задержки отрисовки события чуть правее.
- Щелкните по кнопке **Воспроизвести** для воспроизведения анимации появления событий и стадий (рис.23.18; 23.19).
- Щелкните по кнопке **Остановить** для остановки анимации и закройте диалоговое окно **Монтаж** щелчком по кнопке **✕** - **Закреть**.

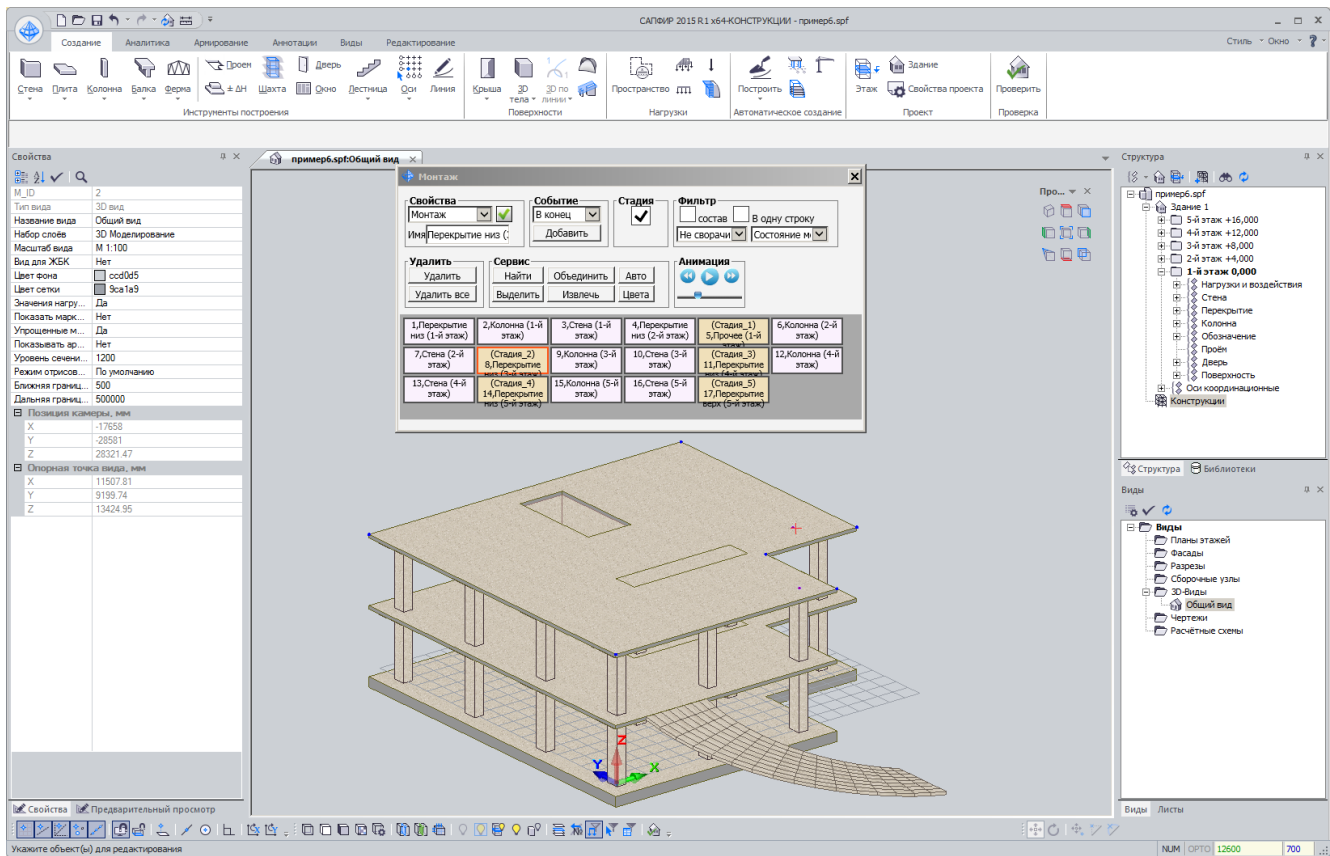


Рис.23.17. Вторая стадия монтажа

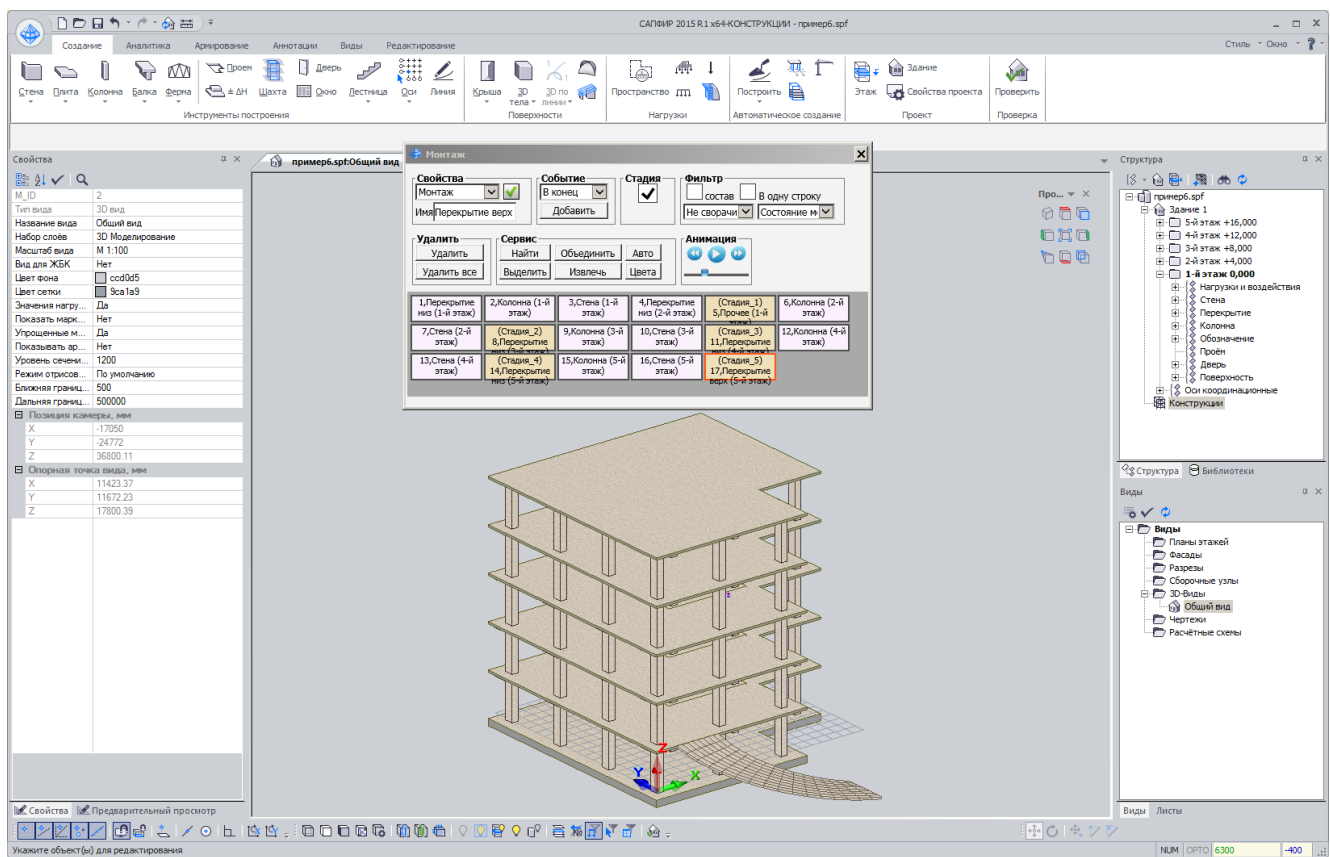






Рис.23.18. Последняя стадия монтажа

## Этап 11. Создание загружений и назначение нагрузок

### Загружение №1 (Постоянная нагрузка)

- Щелкните по кнопке  - **Линейная нагрузка** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание**).
- В строке свойств инструмента Нагрузка задайте следующее:

- способ построения  - **Осевая**;
- вызовите диалоговое окно **Редактор загружений** щелчком по кнопке ;
- в открывшемся диалоговом окне щелкните по строке **Нагрузки на плиты**;
- щелкните еще раз в название загрузки **Нагрузки на плиты** и переименуйте его в **Постоянная нагрузка**;
- установите для него вид загрузки – **Постоянное**;
- щелкните по загрузке **Временные нагрузки на плиты** и переименуйте его в **Полезная нагрузка**;
- установите для него вид загрузки – **Временное длит./Длительное**;
- выделите строке **Загружение прочее**;
- щелкните по кнопке  - **Удалить**;
- выделите загрузку **Постоянная нагрузка** (сделайте его текущим) (рис.23.19);
- после этого щелкните по кнопке **ОК**;
- нагрузка в начале  $1.6 \text{ тс/м}^2$ ;
- в конце  $1.6 \text{ тс/м}^2$ .

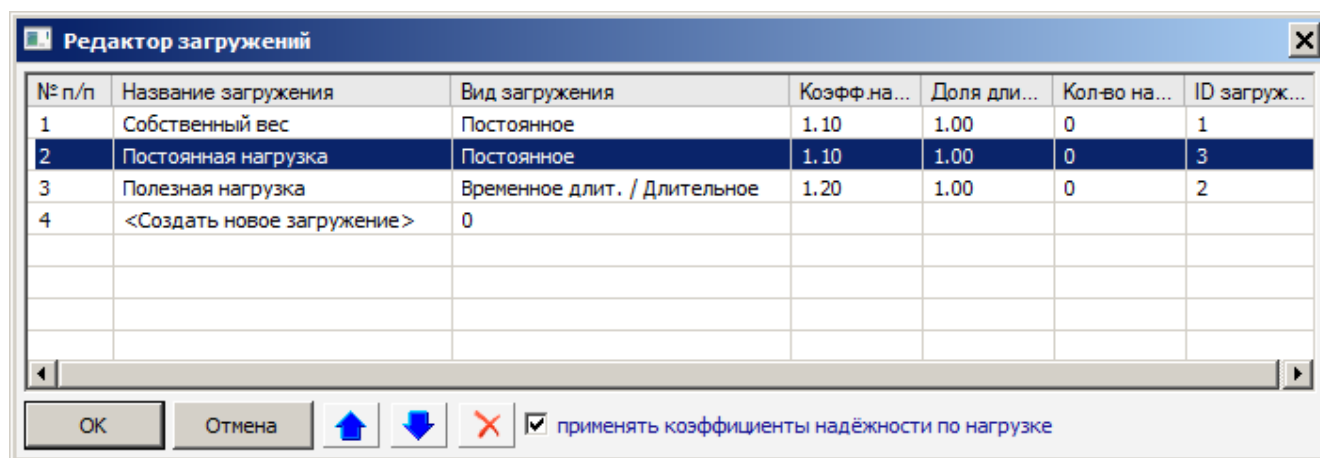






Рис.23.19. Диалоговое окно **Редактор загружений**

- Щелкните в грань фундаментной плиты, чтобы взять ее осевую линию (по периметру плиты появится легкий зеленый контур).
- Нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре для подтверждения выбранной осевой линии.
- В строке свойств инструмента Нагрузка выберите способ построения  - **Отрезок**.
- Постройте линейную нагрузку по следующим координатам:
  - первая точка ( $X=3000$ ,  $Y=7500$ );
  - вторая точка ( $X=3000$ ,  $Y=13500$ ).
- Щелкните по кнопке  - **Штамп нагрузки** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание**).
- В строке свойств инструмента Нагрузка задайте следующее:

- способ построения  - **Осевая**;
- в начале  $0.3 \text{ тс/м}^2$ ;

- в конце 0.3тс/м2.
- Щелкните в грань фундаментной плиты, чтобы взять ее осевую линию (по периметру плиты появится легкий зеленый контур) и нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре для подтверждения.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы выйти из построения нагрузки.

#### Корректировка контура линейной нагрузки

- Выделите линейную нагрузку.
- Вызовите диалоговое окно **Эквидистанта** (рис.23.20) щелчком по кнопке  - **Эквидистанта** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- В открывшемся диалоговом окне задайте значение отступа – **100мм**.
- После этого щелкните по кнопке **Выполнить**.

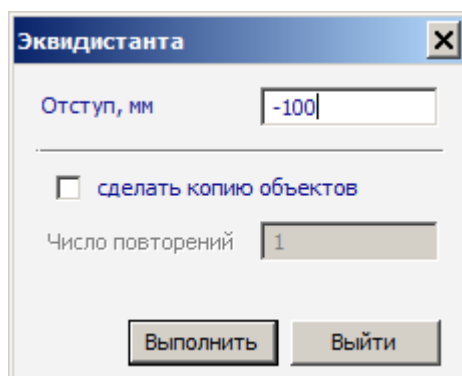




Рис.23.20. Диалоговое окно **Эквидистанта**


- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы выйти из построения нагрузки.

#### Загрузка №2 (Длительная нагрузка)

- Щелкните по кнопке  - **Штамп нагрузки** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание**).
- В строке свойств инструмента **Нагрузка** задайте следующее:
  - **загрузка** – Полезная нагрузка;
  - **в начале** – 0.5 тс/м<sup>2</sup>;
  - **в конце** – 0.5 тс/м<sup>2</sup>;
  - **цвет** – зеленый.
- Щелкните в грань фундаментной плиты, чтобы взять ее осевую линию и нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре для подтверждения.
- В строке свойств инструмента **Нагрузка** задайте следующее:

- **способ построения**  - Прямоугольник;
  - **в начале** – 2тс/м<sup>2</sup>;
  - **в конце** – 2тс/м<sup>2</sup>;
  - **цвет** – красный.
- Выполните построение распределенной нагрузки по площади по следующим точкам:
    - 1-я точка диагонали (**X=13000, Y=11000**);
    - 2-я точка диагонали (**X=15500, Y=15000**).
  - Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы выйти из режима построения нагрузки.

#### Тиражирование нагрузок по этажам

- Вызовите диалоговое окно **Фильтровать элементы** (рис.23.21) щелчком по кнопке  - **Фильтр** на панели инструментов **Визуализация**.
- В открывшемся диалоговом окне установите флажок **Нагрузка**.
- Щелкните по кнопке **Выделить**.



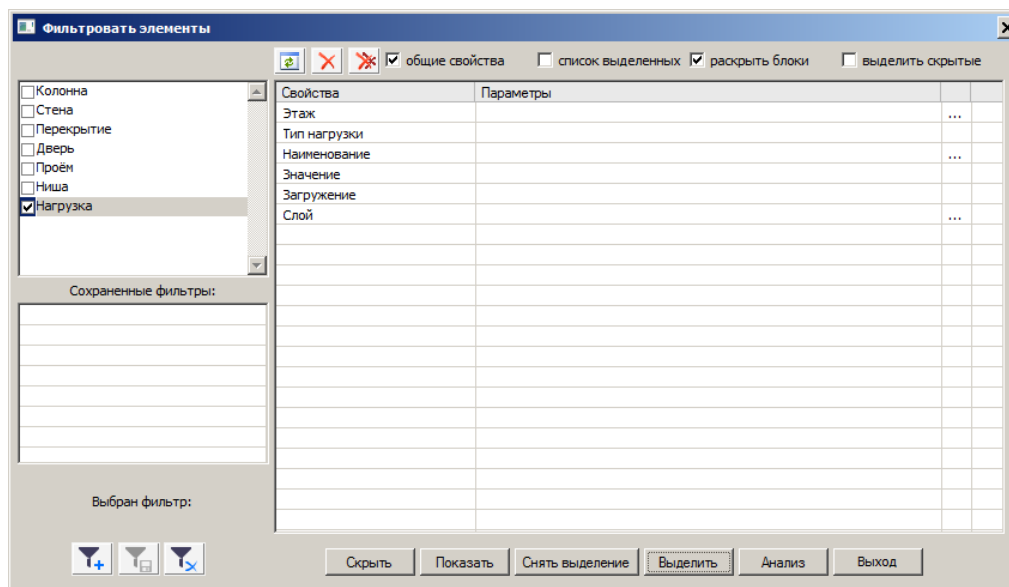


Рис.23.21. Диалоговое окно **Фильтровать элементы**





- Закройте диалоговое окно щелчком по кнопке  - **Закреть**.
- Вызовите диалоговое окно **Выбор этажей** (рис.23.22) щелчком по кнопке  - **Вставить на выбранные этажи** (панель **Корректировка** на вкладке **Редактирование**).
- В открывшемся диалоговом окне выделите все этажи кроме первого, удерживая нажатой клавишу **Shift**.
- Установите флажок для всех выделенных этажей.



Рис.23.22. Диалоговое окно **Выбор этажей**

- Щелкните по кнопке **ОК** для подтверждения.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с нагрузки.

### Задание нагрузки от покрытия


- В диалоговом окне **Структура** двойным щелчком назначьте  5-й этаж +16,000 текущим.
- Щелкните по кнопке  - **Штамп нагрузки** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание**).
- В строке свойств инструмента Нагрузка задайте следующее:
  - способ построения  - Осевая;
  - загрузка – Постоянная нагрузка;
  - в начале 0.1тс/м<sup>2</sup>;
  - в конце 0.1тс/м<sup>2</sup>;
  - цвет – синий.
- Щелкните в грань плиты покрытия, чтобы взять ее осевую линию и нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре для подтверждения.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы выйти из построения нагрузки.



Чтобы визуализировать нагрузку отдельно по каждому загрузению щелкните по кнопке **Фильтр по загрузениям** на панели инструментов **Визуализация**.

## Этап 12. Создание конечно-элементной модели в системе САПФИР-КОНСТРУКЦИИ

### Создание расчетной модели

- Вызовите диалоговое окно **Создать новую расчетную модель** (рис.23.23) щелчком по кнопке  - **Расчетная модель** (на вкладке **Аналитика**).



Кнопка **Расчетная модель** переключает из режима создания расчетной схемы к инструментам расчетной модели и обратно.

- В открывшемся диалоговом окне щелкните по кнопке **ОК** (откроется новая закладка окна под названием **Example23.spf:Расчетная модель**).

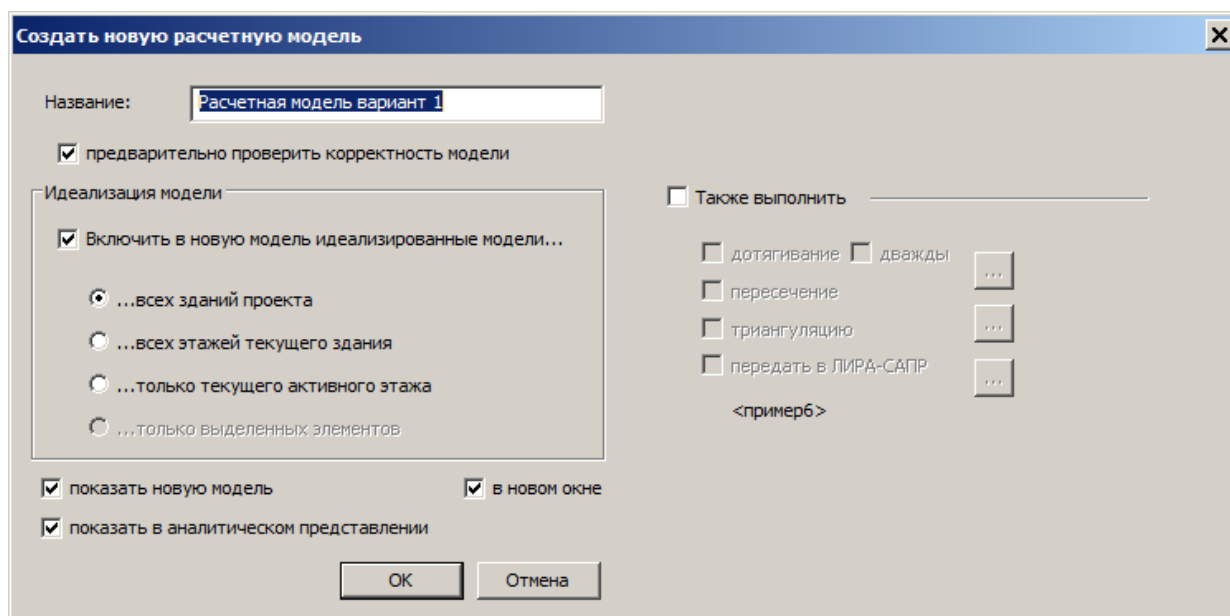



Рис.23.23. Диалоговое окно **Создать новую расчетную модель**



Перед созданием расчетной модели автоматически пройдет проверка модели на ошибки. Если программа обнаружит ошибки, она выдаст предупреждение. Ошибочные элементы рекомендуется устранить.

#### Корректировка свойств расчетной модели

- Вызовите диалоговое окно **Параметры** (рис.23.24) щелчком по кнопке  - **Свойства расчетной модели** (панель **Расчетная модель: создание** на вкладке **Аналитика**).
- В открывшемся диалоговом окне задайте **L поиска** – 350мм.
- После этого щелкните по кнопке **ОК**.

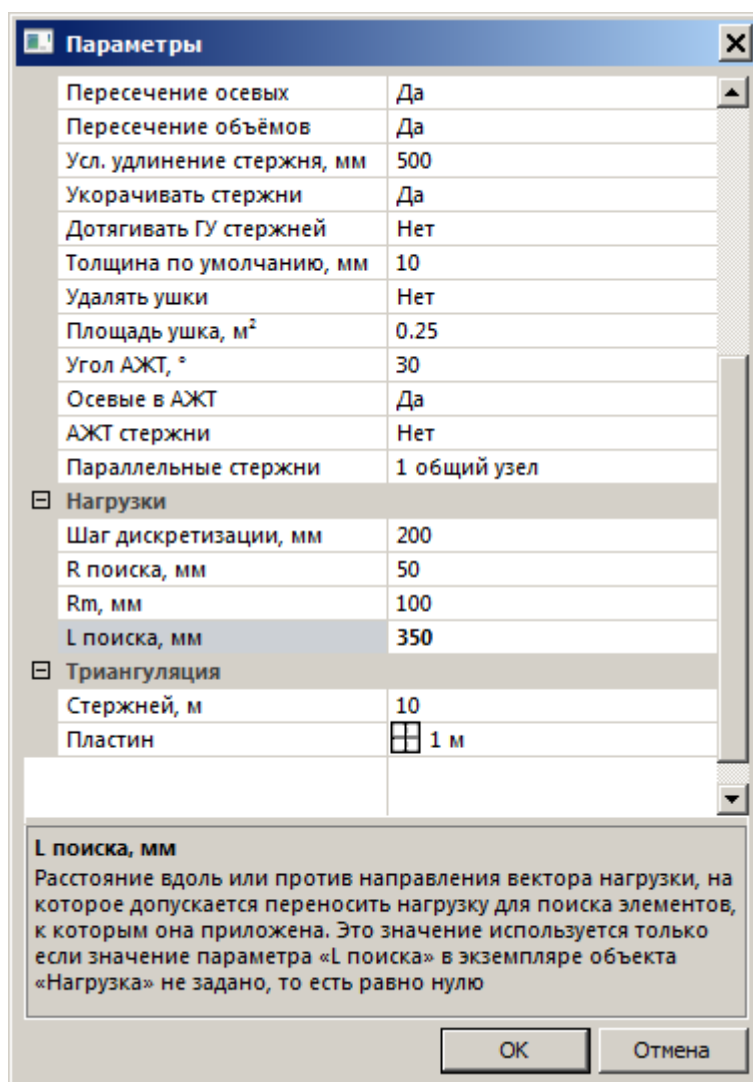



Рис.23.24. Диалоговое окно **Параметры**

#### Идеализация модели

- Для корректности дальнейшего поиска пересечений и устранения мелких архитектурных неточностей щелкните по кнопке  - **Дотянуть дважды** в раскрывающемся списке **Дотянуть** (панель **Расчетная модель: триангуляция** на вкладке **Аналитика**).
- В открывшемся диалоговом окне **САПФИР** (рис.23.25) щелкните по кнопке **Да**.

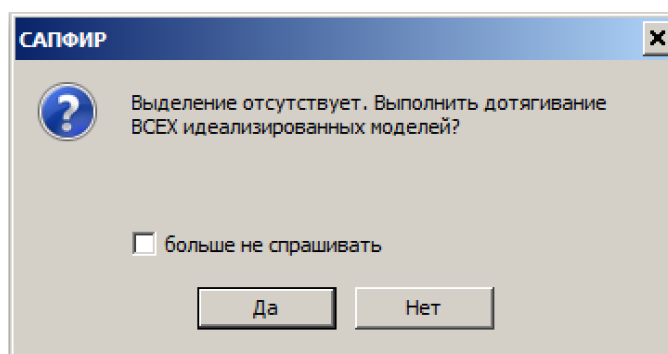



Рис.23.25. Диалоговое окно САПФИР

- Щелкните по кнопке .- **Найти пересечения** в раскрывающемся списке **Пересечь** (панель **Расчетная модель: триангуляция** на вкладке **Аналитика**).
- В открывшемся диалоговом окне **САПФИР** (рис.23.26) щелкните по кнопке **Да**.

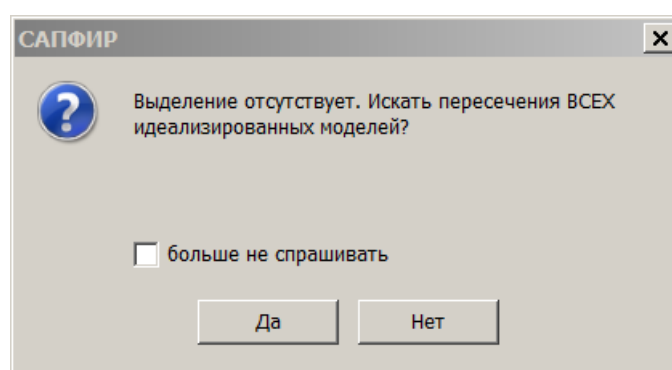


Рис.23.26. Диалоговое окно САПФИР

- Расчетная модель с выполненными пересечениями будет выглядеть следующим образом (рис.23.27)

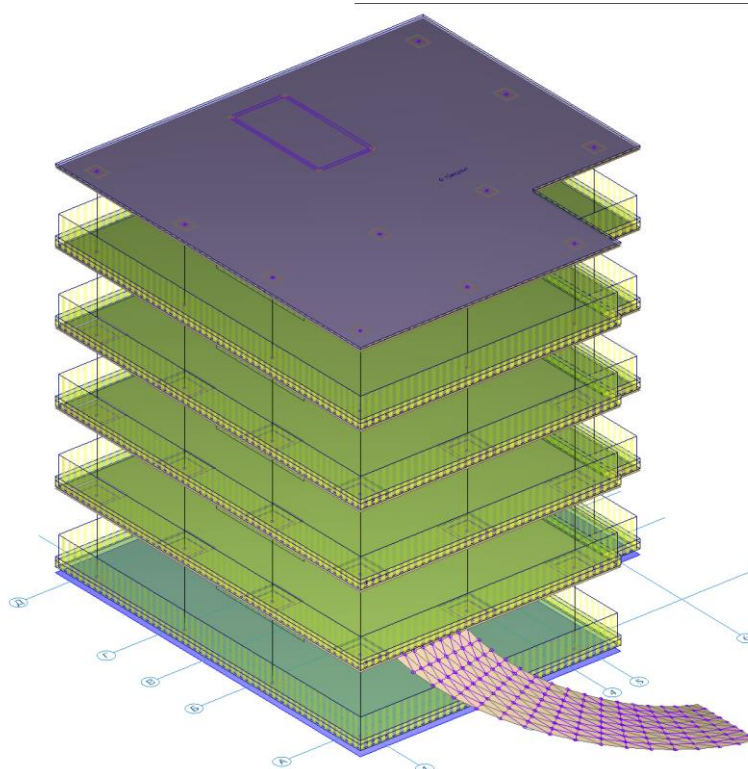



Рис.23.27. Расчетная модель с выполненными пересечениями

### Триангуляция модели

- Вызовите диалоговое окно **Настройки триангуляции** (рис.23.28) щелчком по кнопке  - **Настройки** (панель **Расчетная модель: триангуляция** на вкладке **Аналитика**).
- В открывшемся диалоговом окне задайте следующее:
  - **триангуляция пластин** – адаптивная четырехугольная;
  - **шаг, м** – 5.
- После этого щелкните по кнопке **Назначить**.

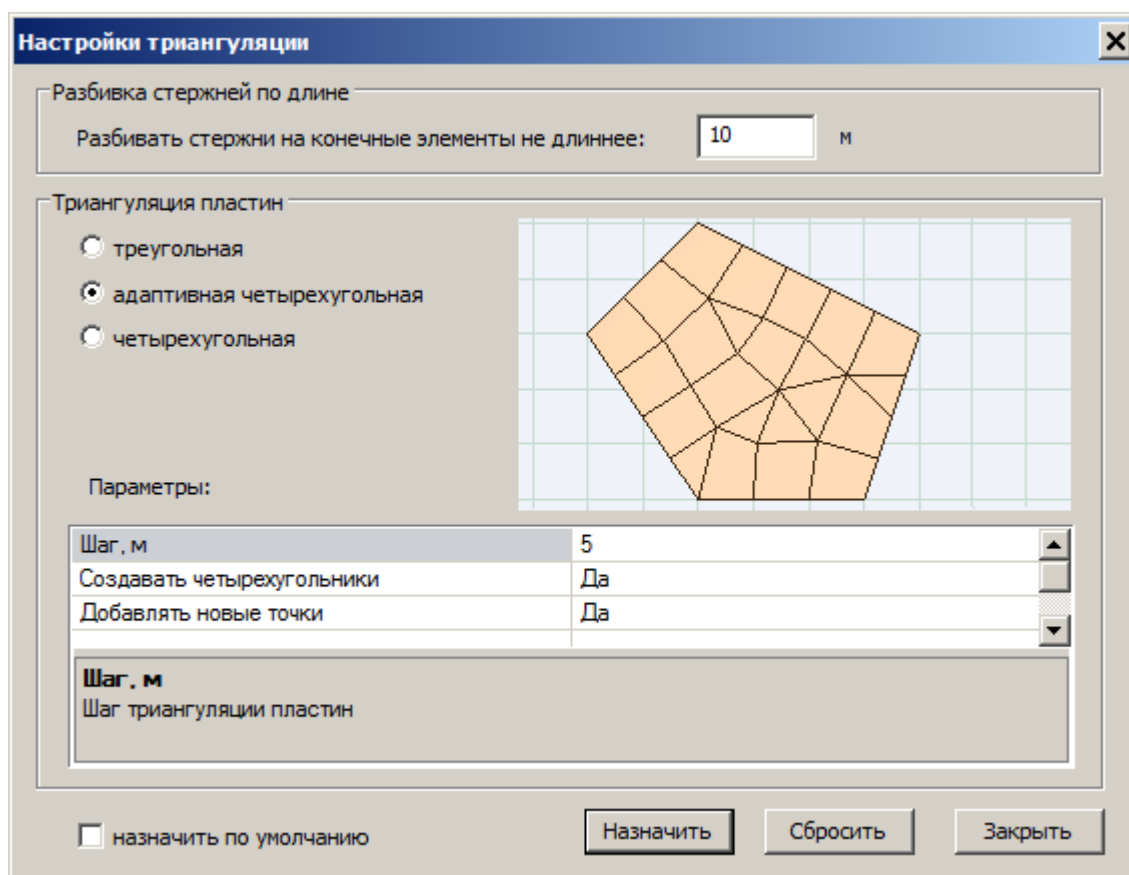









Рис.23.28. Диалоговое окно **Настройки триангуляции**

- Выполните щелчок по кнопке  - **Вид сверху** на панели инструментов **Проекция**.
- Выделите элементы пандуса резиновой рамкой слева направо.
- Для разбивки пандуса на КЭ щелкните по кнопке  - **Создать триангуляционную сеть** в раскрывающемся списке **Сеть** (панель **Расчетная модель: триангуляция** на вкладке **Аналитика**).
- Вызовите диалоговое окно **Настройки триангуляции** (рис.23.28) щелчком по кнопке  - **Настройки** (панель **Расчетная модель: триангуляция** на вкладке **Аналитика**).
- В открывшемся диалоговом окне измените **шаг, м** на 0.6.
- После этого выполните щелчок по кнопке **Назначить**.
- Щелкните по кнопке  - **Вид слева** на панели инструментов **Проекция**.
- Выделите все элементы модели кроме пандуса резиновой рамкой слева направо.
- Для разбивки на КЭ щелкните по кнопке  - **Создать триангуляционную сеть** в раскрывающемся списке **Сеть** (панель **Расчетная модель: триангуляция** на вкладке **Аналитика**).
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с элементов.

### Назначение граничных условий на элементы пандуса

- Переключитесь на проекцию ХОУ щелчком по кнопке  - **Вид сверху** на панели инструментов **Проекции**.
- Выделите резиновой рамкой справа налево нижний ряд элементов пандуса.
- В диалоговом окне **Параметры 16 объектов** в блоке **Граничные условия** задайте следующее:
  - Вызовите диалоговое окно **Связи** (рис.23.29) щелчком напротив строки **Связи**;
  - в открывшемся диалоговом окне для группы **Снизу** щелкните по кнопке ;
  - щелкните по кнопке **ОК**.

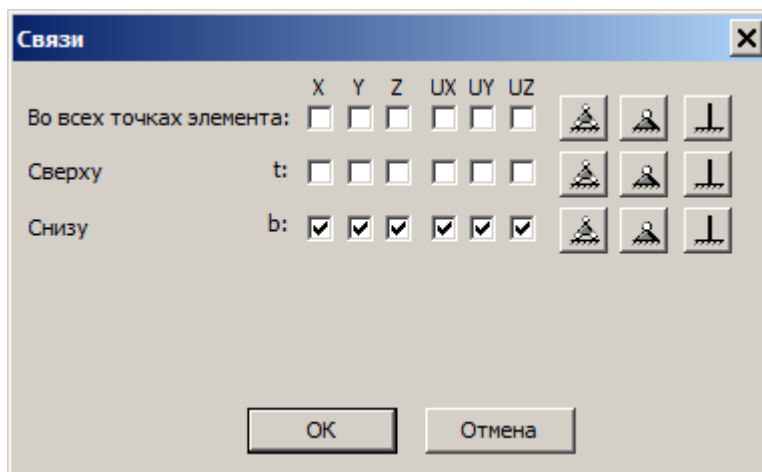




Рис.23.29. Диалоговое окно **Связи**

- После этого щелкните по кнопке  - **Применить к объекту**.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с элементов пандуса.

### Этап 13. Создание файла для ПК ЛИРА-САПР

- Чтобы открыть конечно-элементную схему в ПК ЛИРА-САПР щелкните по кнопке  - **Открыть** в раскрывающемся списке **Открыть** (панель **Расчет в ЛИРА-САПР** на вкладке **Аналитика**).



Программа создаст файл в формате \*.s2l в каталоге C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2015\Data и откроет этот файл в системе **ВИЗОР-САПР**.

- После выполнения сохранения файла в окне **Служебная информация** появится сообщение **Для части нагрузки не найдены конечные элементы, к которым она приложена. Потеряно 4.27%**. (потерянная часть нагрузки располагается над проемом лестничной клетки).

### Этап 14. Открытие расчетной схемы в ПК ЛИРА-САПР

- При открытии расчетной схемы в ВИЗОР-САПР система выдаст сообщение (рис.23.30).

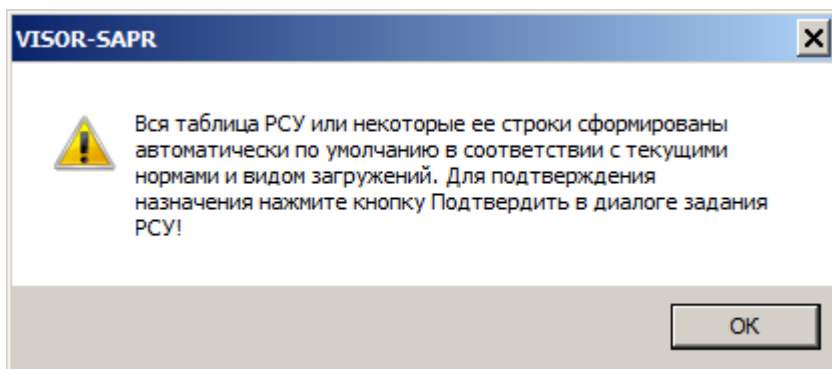


Рис.23.30. Диалоговое окно VISOR-SAPR

- Щелкните по кнопке ОК.
- В открывшемся диалоговом окне **Расчетные сочетания усилий** (рис.23.31) щелкните по кнопке  - Подтвердить.

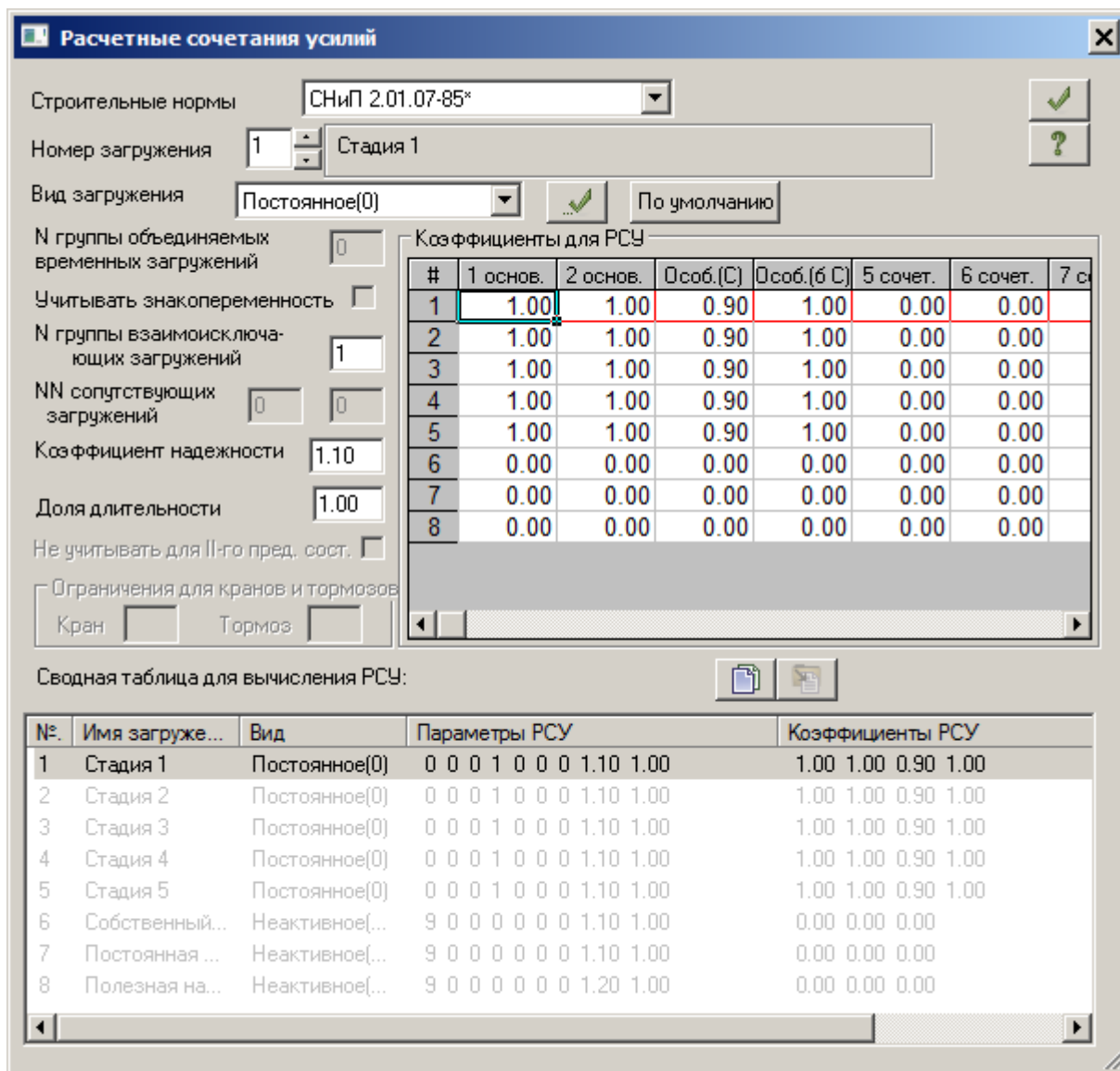


Рис.23.31. Диалоговое окно Расчетные сочетания усилий





Данный механизм, как правило, используется при конструировании арматуры по РСУ. Так как в текущем примере применяется моделирование последовательности возведения здания, то считать и конструировать мы будем по Усилиям.

## Этап 15. Задание параметров материалов элементам схемы

### Задание материалов для железобетонных конструкций

- Щелчком по кнопке  - **Ж/Б** (панель **Конструирование** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Жесткости и материалы** (рис.23.32).

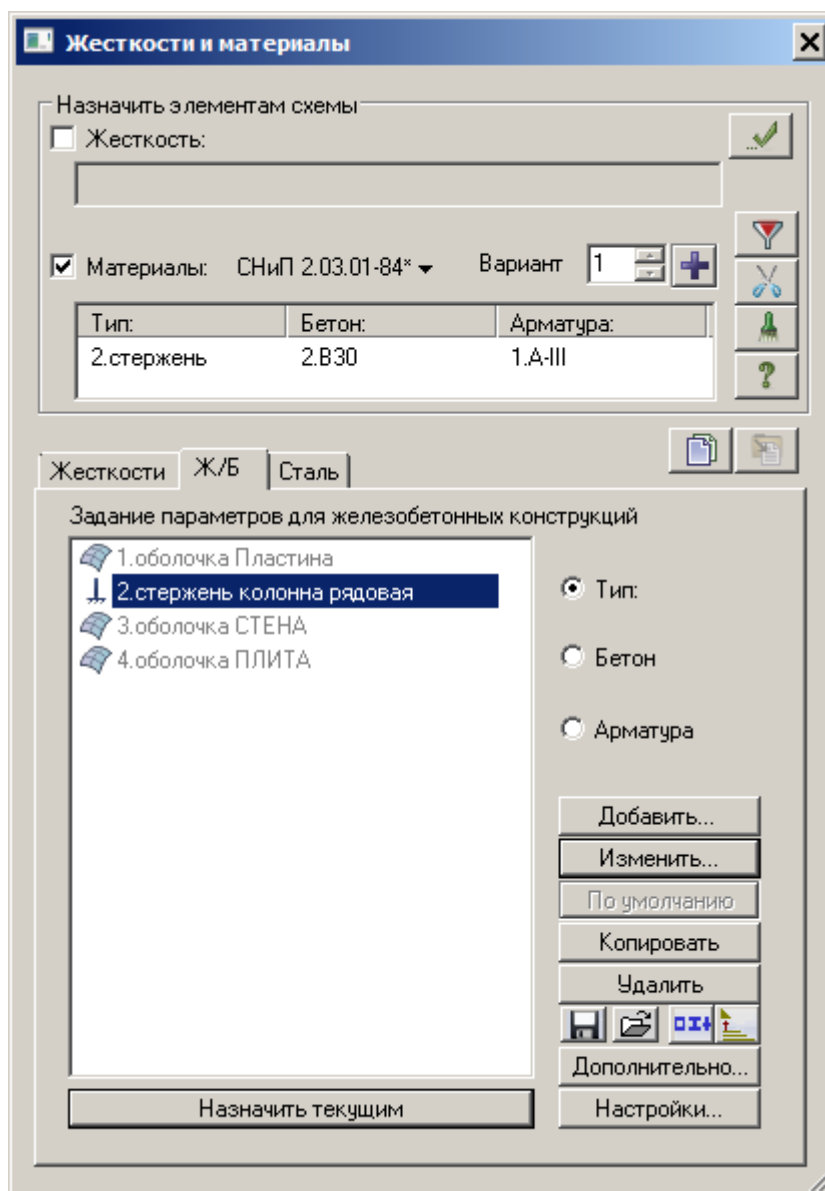



Рис.23.32. Диалоговое окно **Жесткости и материалы**

- После этого выделите строку **2.стержень колонна рядовая** и щелкните по кнопке **Изменить**.
- На экран выводится диалоговое окно **Общие характеристики** (рис.23.33), в котором задайте следующие параметры для колонн:
  - в раскрывающемся списке **Модуль армирования** выберите строку **Стержень**;
  - в поле **Расчет по предельным состояниям II-й группы** в раскрывающемся списке выберите строку соответствующую диаметру арматуры **25 мм**;

- в поле **Длина элемента, Расчетные длины** измените коэффициенты расчетной длины **LY = 0.7, LZ = 0.7**;
- все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.

➤ После этого щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

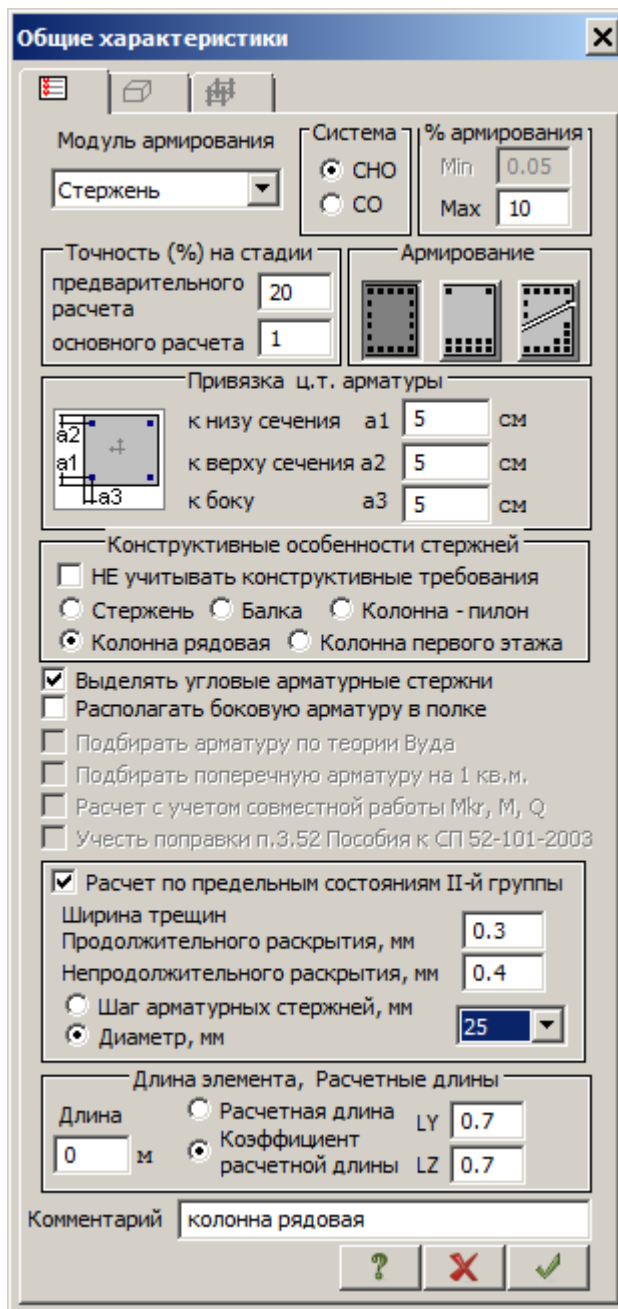



Рис.23.33. Диалоговое окно **Общие характеристики**

- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** включите радио-кнопку **Арматура**.
- Щелкните по кнопке **Изменить**.
- На экран выводится диалоговое окно **Характеристики арматуры** (рис.23.34), в котором в раскрывающемся списке **Максимальный диаметр арматурных стержней** выберите строку соответствующую диаметру арматуры **25 мм**.

➤ Для ввода данных щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

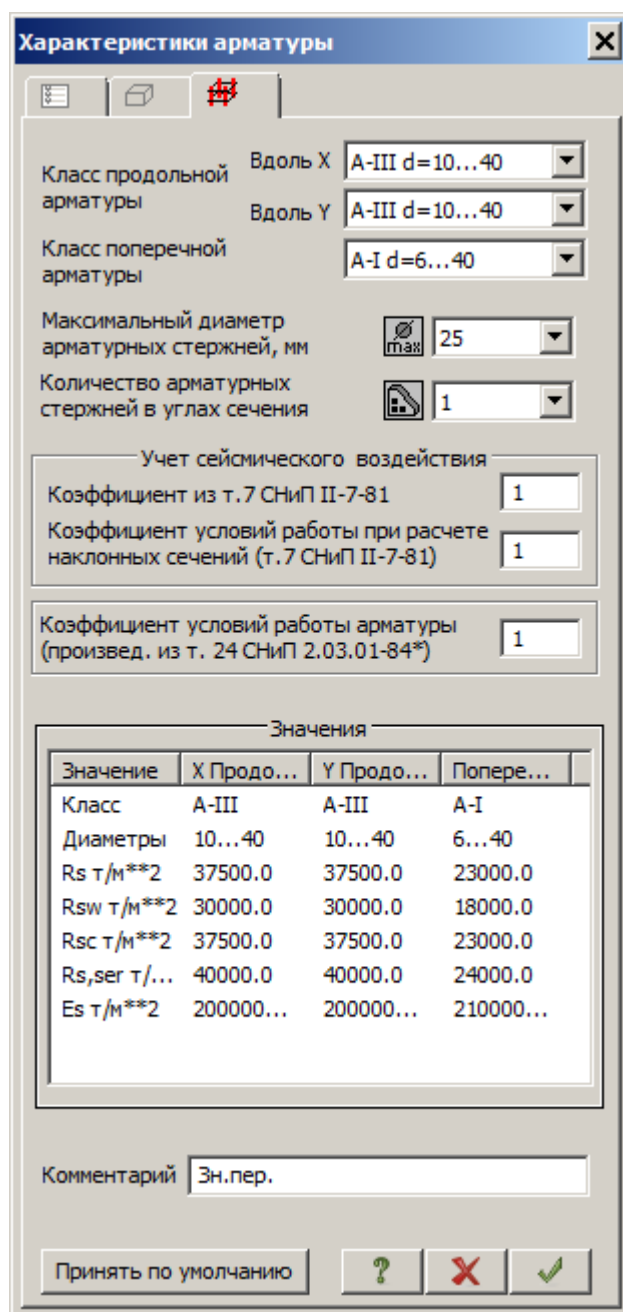


Рис.23.34. Диалоговое окно Характеристики арматуры



- Закройте диалоговое окно **Жесткости и материалы** щелчком по кнопке - **Заккрыть**.

#### Этап 16. Согласование местных осей пластин



ПК САПФИР автоматически выполняет необходимое согласование осей для плит перекрытия и диафрагм.

- Переключитесь в проекцию XOY щелчком по кнопке - **Вид сверху** на панели инструментов **Проекции**.
- Щелкните по кнопке - **Отметка элементов** в раскрывающемся списке **Отметка элементов** на панели инструментов **Панель выбора**.
- Выделите с помощью резиновой рамки слева направо элементы пандуса.

- Вызовите диалоговое окно **Местные оси пластин** (рис.23.35) щелчком по кнопке  - **Местные оси пластин** (панель **Редактирование пластин** на вкладке **Пластины**).
- В этом диалоговом окне щелкните на второй закладке **Секущая плоскость**.
- После этого включите радио-кнопку **XOZ-** и щелкните по кнопке  - **Применить**.

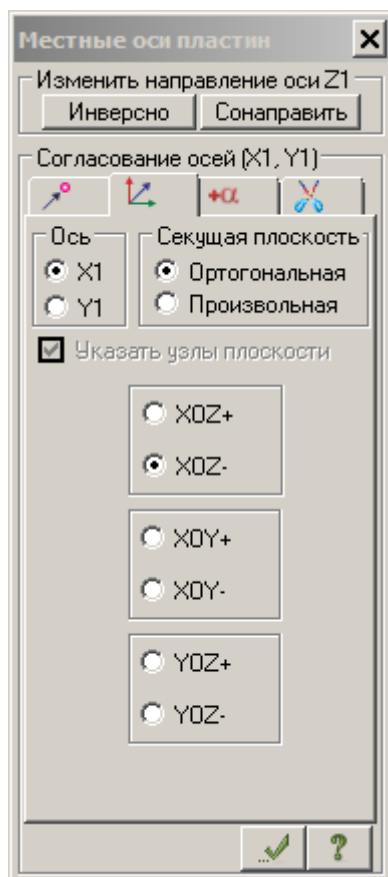






Рис.23.35. Диалоговое окно **Местные оси пластин**

- Закройте диалоговое окно щелчком по кнопке  - **Заккрыть**.
- Щелкните по кнопке  – **Отметка элементов** в раскрывающемся списке **Отметка элементов** на панели инструментов **Панель выбора**, чтобы снять активность с операции выделения элементов.

### Этап 17. Редактирование монтажной таблицы

- Вызовите диалоговое окно **Моделирование нелинейных загрузений конструкции** (рис.23.36) щелчком по кнопке  – **Стадии монтажа** (панель **Нелинейность** на вкладке **Расчет**).
- В этом окне перейдите на закладку **Доп. Загрузки**.
- Выделите строку соответствующую пятой стадии монтажа в поле **История**.
- В таблице **Коэффициенты учета дополнительных загрузений** задайте коэф.для 6-го загрузения равным **1** и для 7-го загрузения равным **1**.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

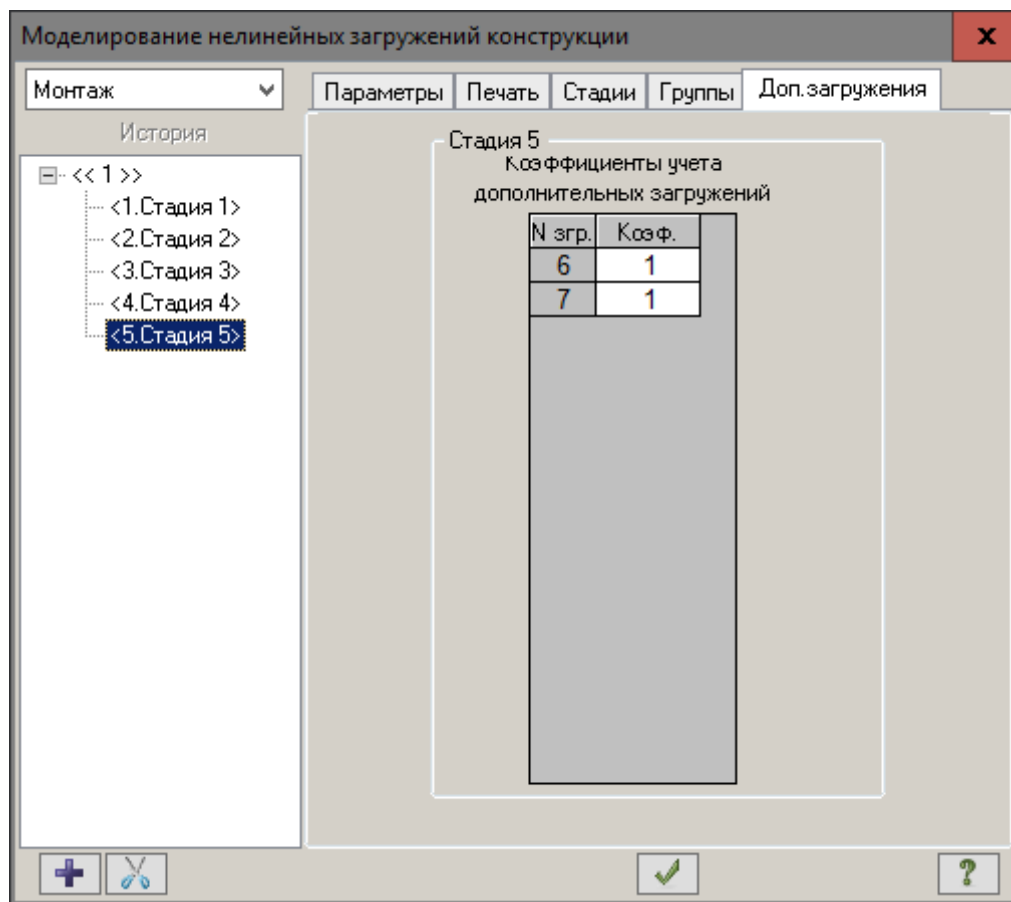



Рис.23.36. Диалоговое окно **Моделирование нелинейных нагружений конструкции**


### Этап 18. Полный расчет схемы

- Запустите задачу на расчет щелчком по кнопке  – **Выполнить расчет** (панель **Расчет** на вкладке **Расчет**.)




### Этап 19. Просмотр и анализ результатов статического расчета




После расчета задачи, просмотр и анализ результатов статического и динамического расчетов осуществляется на вкладке **Анализ**.


- В режиме просмотра результатов расчета по умолчанию расчетная схема отображается с учетом перемещений узлов для первой стадии монтажа. Для отображения схемы без учета перемещений узлов щелкните по кнопке  – **Исходная схема** (панель **Деформации** на вкладке **Анализ**).

### Вывод на экран эпюр внутренних усилий



- Выведите на экран эпюру **My** щелчком по кнопке  – **Эпюры My** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).
- Для вывода эпюры **Qz** щелкните по кнопке  – **Эпюры поперечных сил Qz** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).
- Для вывода эпюры **N** щелкните по кнопке  – **Эпюры продольных сил N** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

- Чтобы вывести мозаику усилия  $N$ , выберите команду  – **Мозаика усилий в стержнях** в раскрывающемся списке **Эпюры/мозаика усилий** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).




#### Смена номера текущего загрузки

- В строке состояния (находится в нижней области рабочего окна) в раскрывающемся списке **Сменить номер загрузки** выберите строку соответствующую второй стадии монтажа и щелкните по кнопке  – **Применить**.



#### Вывод на экран изополей перемещений

- Чтобы вывести на экран изополя перемещений по направлению  $Z$ , выберите команду  – **Изополя перемещений в глобальной системе** в раскрывающемся списке **Мозаика/изополя перемещений** и после этого щелкните по кнопке  – **Изополя перемещений по Z** (панель **Деформации** на вкладке **Анализ**).

#### Вывод на экран мозаик напряжений

- Чтобы вывести на экран мозаику напряжений по  $M_x$ , выберите команду  – **Мозаика напряжений** в раскрывающемся списке **Мозаика/изополя напряжений** и после этого щелкните по кнопке  – **Мозаика напряжений по  $M_x$**  (панель **Напряжения в пластинах и объемных КЭ** на вкладке **Анализ**).
- Для отображения мозаики напряжений по  $N_x$ , щелкните по кнопке  – **Мозаика напряжений по  $N_x$**  (панель **Напряжения в пластинах и объемных КЭ** на вкладке **Анализ**).

#### Формирование и просмотр таблиц результатов расчета

- Для вывода на экран таблицы со значениями расчетных сочетаний усилий в элементах схемы, выберите команду  – **Стандартные таблицы** в раскрывающемся списке **Документация** (панель **Таблицы** на вкладке **Анализ**).
- После этого в диалоговом окне **Стандартные таблицы** (рис. 23.37) выделите строку **Усилия**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить** (для создания таблиц в формате HTML нужно включить радио-кнопку **HTML**. Для создания таблиц в формате для дальнейшей работы в режиме программы «Графический Макетировщик» нужно включить радио-кнопку **RPT**).

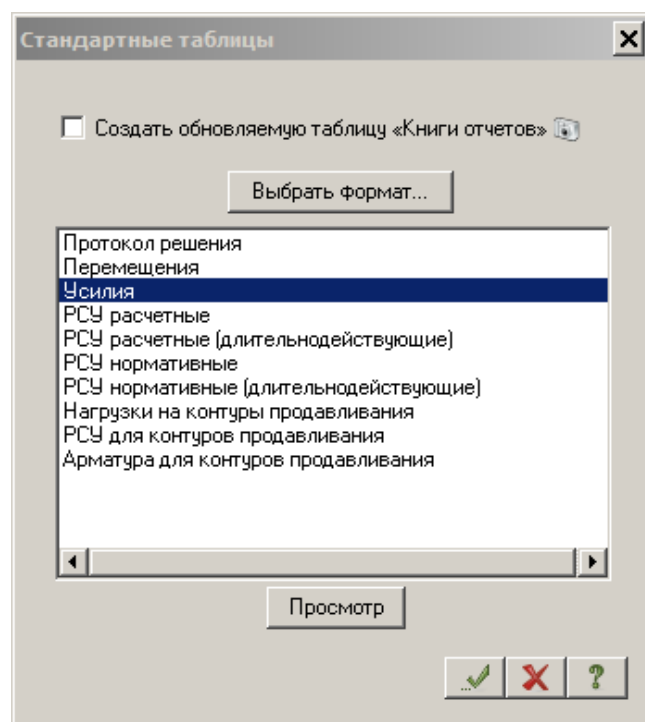



Рис.23.37. Диалоговое окно **Стандартные таблицы**

- В новом окне **Выбор загрузений** (рис.23.38), при активной строке **Все загрузения**, щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

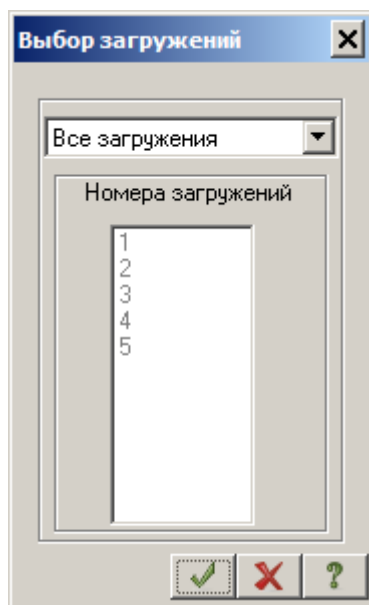


Рис.23.38. Диалоговое окно **Выбор загрузений**

- Для того чтобы закрыть таблицу, выполните пункт меню **Файл ⇒ Закреть**.





## Этап 20. Просмотр и анализ результатов конструирования





После расчета задачи, просмотр и анализ результатов конструирования осуществляется на вкладке **Конструирование**.

- Просмотр результатов армирования



- Для просмотра информации о выбранной арматуре в одном из конечных элементов, щелкните по кнопке  – **Информация об узле или элементе** на панели инструментов **Панель выбора** и укажите курсором на любой пластинчатый элемент.
- В появившемся диалоговом окне перейдите на закладку **Информация о выбранной арматуре** (в этом окне содержится полная информация о выбранном элементе, в том числе и с результатами подбора арматуры).
- Закройте диалоговое окно щелчком по кнопке  – **Закреть**.
- Для установки режима отображения симметричного армирования в сечениях стержней, выберите команду  – **Симметричное армирование** в раскрывающемся списке **Армирование** (панель **Стержни** на вкладке **Конструирование**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади продольной арматуры в нижнем левом угле сечения стержня AU1, щелкните по кнопке  – **Угловая арматура AU1** (панель **Стержни** на вкладке **Конструирование**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади продольной арматуры в нижнем правом угле сечения стержня AU2, щелкните по кнопке  – **Угловая арматура AU2** (панель **Стержни** на вкладке **Конструирование**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси X1, щелкните по кнопке  – **Нижняя арматура в пластинах по оси X1** (панель **Пластины** на вкладке **Конструирование**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси Y1, щелкните по кнопке  – **Нижняя арматура в пластинах по оси Y1** (панель **Пластины** на вкладке **Конструирование**).

#### Формирование и просмотр таблиц результатов подбора арматуры

- После щелчка по кнопке  – **Отметка вертикальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора** с помощью курсора выделите все элементы колонн.
- Вызовите диалоговое окно **Таблицы результатов** (рис.23.39), выбрав команду  – **Таблицы результатов для ЖБ** в раскрывающемся списке **Документация** (панель **Таблицы** на вкладке **Конструирование**).
- В этом окне в поле **Элементы** включите кнопку **Арматура в стержнях** (по умолчанию в поле **Создать таблицу** включена радио-кнопка **для всех элементов**, а в поле **Формат таблиц** включена радио-кнопка **Текстовые**).
- Щелкните по кнопке **Таблицу на экран** (для создания таблиц результатов подбора арматуры в формате HTML нужно включить радио-кнопку **HTML**. Для создания таблиц в других форматах нужно включить соответствующую радио-кнопку).

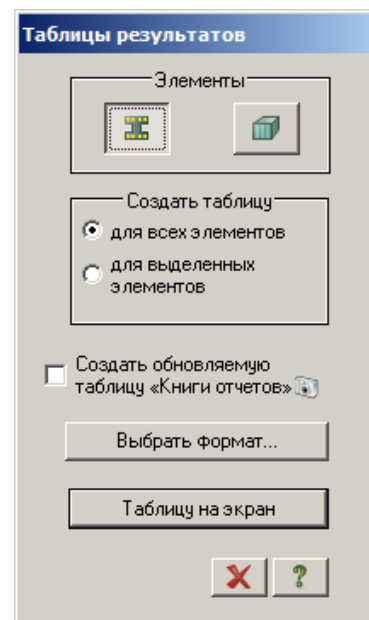



Рис.23.39. Диалоговое окно **Таблицы результатов**


#### **Этап 21. Экспорт результатов армирования плит перекрытий в САПФИР**

- Для экспорта результатов армирования плит перекрытия в системе **ВИЗОР-САПР** нужно открыть диалоговое окно **Экспорт в САПФИР результатов армирования**. Для этого откройте меню приложения и выберите пункт  – **Экспорт в САПФИР**.

- В этом диалоговом окне, при выбранном типе файлов **Результаты армирования для САПФИР(\*.asp)**, заданном имени файла **Example23** и выбранной папке, в которую будет сохранен файл, созданный в результате экспорта (по умолчанию папка **Data**), щелкните по кнопке **Сохранить**.



Файл результатов (\*.asp), сформированный ПК ЛИРА-САПР рекомендуется сохранить в папку, где лежит исходный файл модели (\*.spf), с тем же именем **Example23**. Тогда в

САПФИРе результаты подгрузятся автоматически при нажатии на кнопку  - **Показать результаты** (флажок **Автозагрузка результатов** в свойствах проекта).



## Этап 22. Импорт результатов подбора арматуры в систему САПФИР-ЖБК

Для того чтобы продолжить работу с ПК САПФИР, выполните следующие команды Windows:

**Пуск** ⇒ **Программы** ⇒ **LIRA SAPR** ⇒ **ЛИРА-САПР 2015** ⇒ **САПФИР 2015**.

Для того чтобы продолжить работу с примером воспользуйтесь **Меню приложения** ⇒ **Открыть**. В открывшемся диалоговом окне **Открыть** выберите папку, в которую Вы выполняли сохранение задачи (по умолчанию используется папка **Data**). Выделите строку с именем задачи **Example23.spf** и щелкните по кнопке **Открыть**.

### Импорт результатов КЭ расчета

- В ПК САПФИР при открытой модели **Example20** в диалоговом окне **Виды** выполните двойной щелчок по строке  **Общий вид**.
- Вызовите диалоговое окно **Фильтр видимости объектов** (рис.23.40) щелчком по кнопке  - **Фильтр визуализации** на панели инструментов **Визуализация**.
- В открывшемся диалоговом окне прокрутите список вниз и снимите флажок с объекта **Нагрузка**.
- После этого выполните щелчок по кнопке **ОК**.

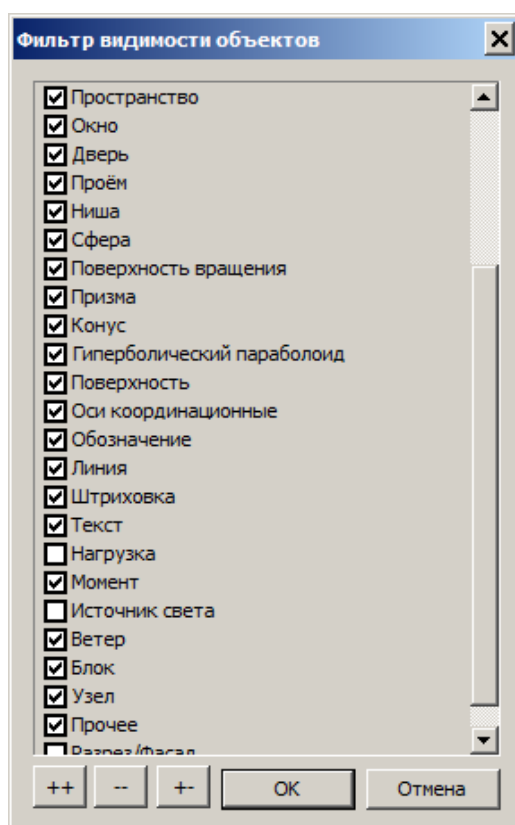




Рис.23.40. Диалоговое окно **Фильтр видимости объектов**

- Для отображения результатов подбора арматуры щелкните по кнопке  - **Показать** (панель **Результаты армирования** на вкладке **Армирование**).
- Во время импорта результатов расчета армирования в окне **Служебная информация** отображаются следующие данные:
  - нормативный документ, согласно которому был проведен расчет – **СНиП 2.03.01-84\***;
  - вид расчета сечений – **PCY**;
  - номер варианта конструирования – **Вариант 1**;
  - 1290 КЭ (из 9964) геометрически соотнесены с армируемыми диафрагмами;
  - 55 стержневых КЭ (из 55) геометрически соотнесены с армируемыми элементами конструкции.
- Выделите плиту перекрытия между четвертым и пятым этажами.
- Щелкните по кнопке  - **Заармировать** (панель **Основная арматура** на вкладке **Армирование**).
- В появившемся диалоговом окне САПФИР (рис.23.41) щелкните по кнопке **Да**.

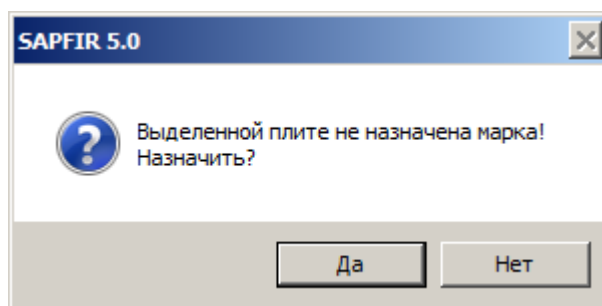


Рис.23.41. Диалоговое окно SAPFIR 5.0

- В открывшемся диалоговом окне **Маркировка элементов конструкции** (рис.23.42) согласитесь с предложенной маркой **Пм-1** щелчком по кнопке **ОК**.

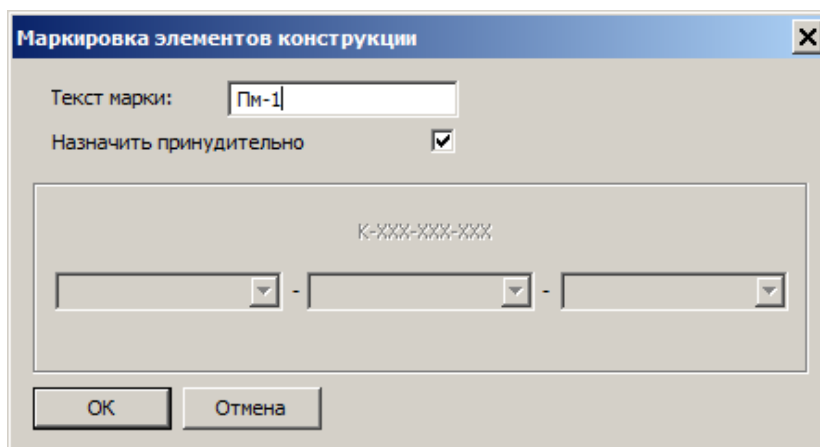



Рис.23.42. Диалоговое окно Маркировка элементов конструкции



Если результаты расчета арматуры не хранятся в той же папке, что и модель, программа предложит Вам загрузить результаты расчета армирования. Найдите папку, в которой хранятся результаты, выберите их и щелкните по кнопке **Открыть**.

- Система откроет новую закладку окна под названием **Example23.spf: Пм-1** с опалубочным чертежом плиты перекрытия и переключится на вид сверху.

## Настройка шкалы армирования

- Вызовите диалоговое окно **Настройка шкалы армирования** (рис.23.43) щелчком по кнопке  - **Шкала армирования** в раскрывающемся списке **Шкала** (панель **Настройки** на вкладке **Армирование**).
- В открывшемся диалоговом окне задайте следующее:
  - щелкните правой кнопкой мыши в области окна и выберите команду **Цвета DT(М) ДАКК**;
  - установите флажок **Для всех**;
  - щелкните по кнопке **ОК**.

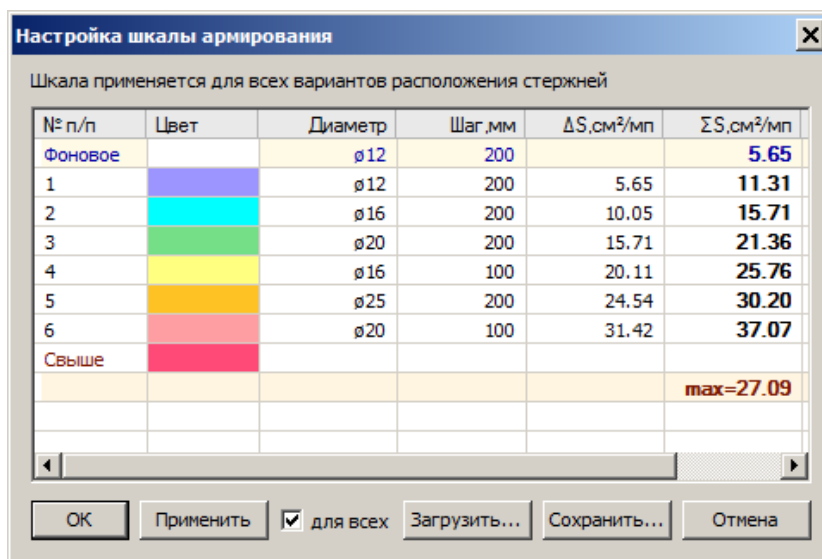



Рис.23.43. Диалоговое окно **Настройка шкалы армирования**



В диалоговом окне **Настройка шкалы армирования** сложная шкала позволяет варьировать диаметрами и шагом для фонового и дополнительного армирования, создавать новые комбинации диаметра и шага арматуры и удалять существующие. Настроенная шкала может быть сохранена в файл и в дальнейшем загружена в другие проекты.

- Выберите визуализацию и раскладку верхнего армирования по Y щелчком по кнопке  - **Верхняя арматура вдоль Y** (панель **Плита** на вкладке **Армирование**).
- Опалубочный чертеж плиты перекрытия с результатами армирования в виде мозаики будет выглядеть следующим образом (рис.23.44)

Армирование перекрытия Пм-1 на отм.+16,000  
Схема расположения верхней арматуры вдоль цифровых осей

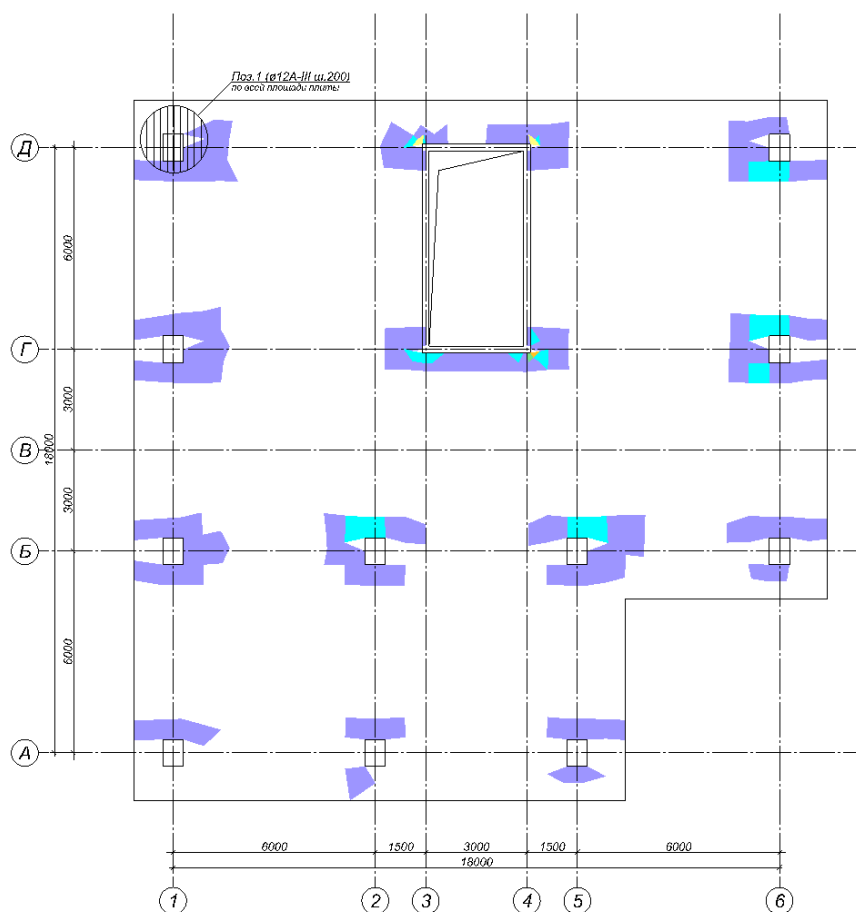



Рис.23.44. Мозаика площадей армирования у верхней грани плиты вдоль оси Y.

### Этап 23. Расположение на схеме участков дополнительного армирования

#### Расчет длины анкеровки

- Вызовите диалоговое окно **Анкеровка и нахлестка ненапрягаемой арматуры** (рис.23.45) щелчком по кнопке  - **Анкеровка и нахлест** (панель **Настройки** на вкладке **Армирование**).
- В открывшемся диалоговом окне задайте следующие данные:
  - выберите из раскрывающегося списка **класс бетона В25**;
  - выберите из раскрывающегося списка **диаметр арматуры 12мм**;
  - щелкните по кнопке **Расчет**.
- После этого щелкните по кнопке **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно.

Нормы: СНиП 2.03.01-84\*

Вид бетона: Тяжелый и мелкозернистый

Мелкозернистый бетон группы Б

Класс бетона: В25 Rb: 14,5 МПа

Класс арматуры: А-III d=6...40 Rs: 365 МПа

Диаметр: 12 мм Профиль арматуры: Периодический

Отношение необходимой по расчету и фактической площади сечения арматуры: As расч./As факт.: 1

As расч.: 2,54469 см<sup>2</sup> As факт.: 2,54469 см<sup>2</sup>

Условия работы ненапрягаемой арматуры:
 

- Заделка растянутой арматуры в растянутом бетоне
- Заделка сжатой или растянутой арматуры в сжатом бетоне
- Стыки арматуры внахлестку в растянутом бетоне
- Стыки арматуры внахлестку в сжатом бетоне

$\omega_{an}$ : 0,7  $\Delta\lambda_{an}$ : 11

10d: 120 мм

Не менее:
 

- $\lambda_{an}$ : 20
- $l_{an}$ : 250 мм
- $\lambda_{an}d$ : 240 мм

По формуле:
 

- $\lambda_{an}$ : 28,6207
- $l_{an}$ : 343,448 мм

Длина анкеровки:  $l_{an}$ : 343 мм

Кнопки: Расчет, ОК

Рис.23.45. Диалоговое окно Анкеровка и нахлестка ненапрягаемой арматуры



По умолчанию, все зоны диафрагм получают начальное значение длины анкеровки согласно назначенному диаметру. Значение длины анкеровки берется из таблицы **Набор арматурных стержней** (меню **Настройки**  $\Rightarrow$  **Арматура**). Вы можете создать свой пользовательский набор арматурных стержней и настроек для него, сохранить его в файл. Пользовательский набор может использоваться в дальнейшем в других проектах.


#### Раскладка прямоугольных зон дополнительного армирования




- Щелкните по кнопке - **Прямоугольный участок** в раскрывающемся списке **Плита** (панель **Основная арматура** на вкладке **Армирование**).
- В строке свойств инструмента Прямоугольный участок выберите из раскрывающегося списка **Ø12 шаг 200мм**.
- В диалоговом окне **Свойства построения: Участок армирования плиты** введите **Длина анкеровки 340мм**.
- После этого щелкните по кнопке - **Применить к объекту**.
- Растяните несколько прямоугольников армирования над опорами таким образом, чтобы покрыть все пятно дополнительного армирования. Для расположения прямоугольного участка дополнительного армирования необходимо указать две вершины диагонали прямоугольника (рис.23.46).
- Щелкните по кнопке - **Недоармирование** в раскрывающемся списке **Мозаика** (панель **Результаты армирования** на вкладке **Армирование**).



При включенном режиме визуализации **Недоармированные участки**, как только пятно перекрывается дополнительным армированием, оно перестает отображаться на опалубочном чертеже.

- Выделите участок армирования, расположенный у внутреннего угла плиты перекрытия.
- В строке свойств инструмента Прямоугольный участок щелкните по кнопке  - **Обрезать по месту**, чтобы пометить данный участок \* и обозначить, что он будет обрезаться на строжке.
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с участка армирования.



При включенном режиме  - **Получить из модели САПФИР-ЖБК** автоматически получает из мозаики или изополей армирования ту интенсивность арматуры (диаметр и шаг), которые необходим по расчету, чтобы покрыть данное пятно армирования.

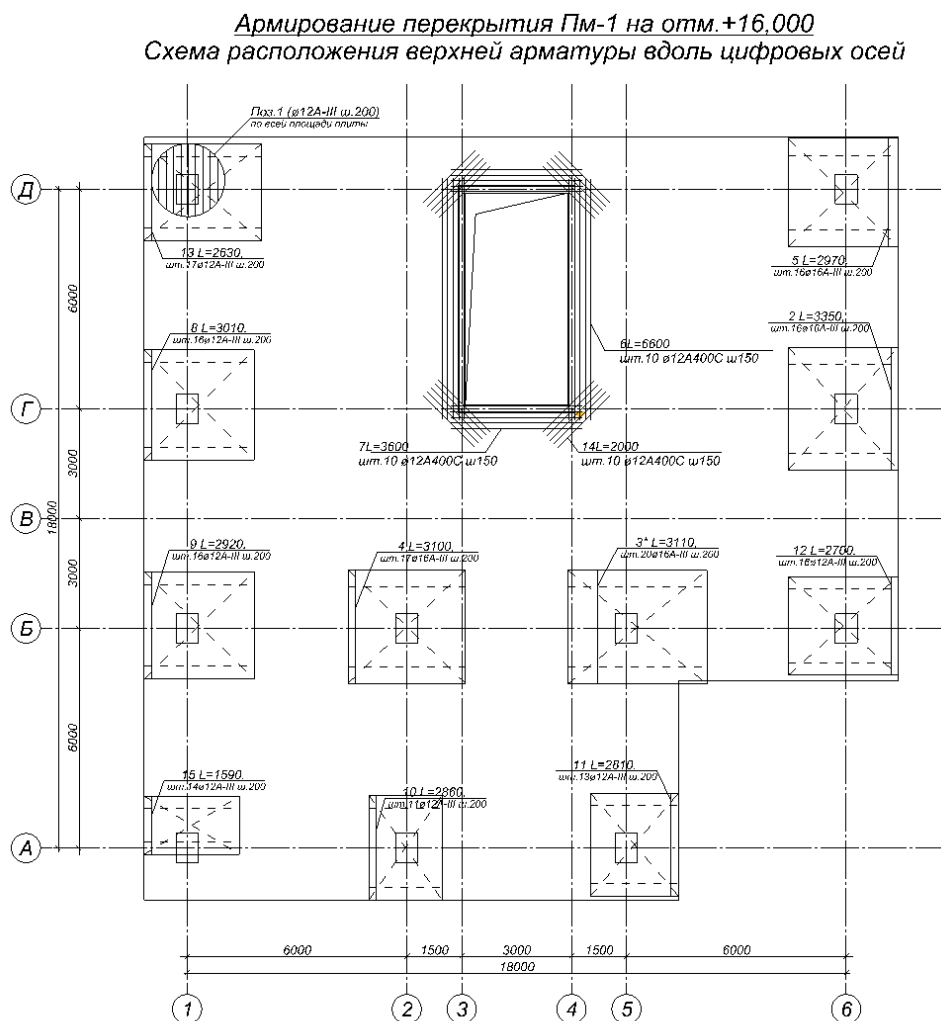





Рис.23.46. Схема расположения верхней арматуры по направлению Y

## Этап 24. Обрамление отверстия в плите перекрытия

### Обрамление отверстия

- Выделите отверстие в плите перекрытия.
- Вызовите диалоговое окно **Обрамление отверстия** (рис.23.47) щелчком по кнопке  - **Обрамление отверстия** в раскрывающемся списке **Обрамление** (панель **Дополнительная арматура** на вкладке **Армирование**).
- В открывшемся диалоговом окне введите следующие данные:
  - в блоке **Прямые стержни шаг S, мм** – 150;
  - **количество** – 5;



- щелкните по кнопке  - **одинаковые параметры**;
  - в блоке **Прямые стержни по диагонали** шаг  $S$ , мм – 150;
  - **количество** – 5;
  - щелкните по кнопке  - **П-элементы**, чтобы отключить размещение П-элементов.
- После этого щелкните по кнопке **Принять**.

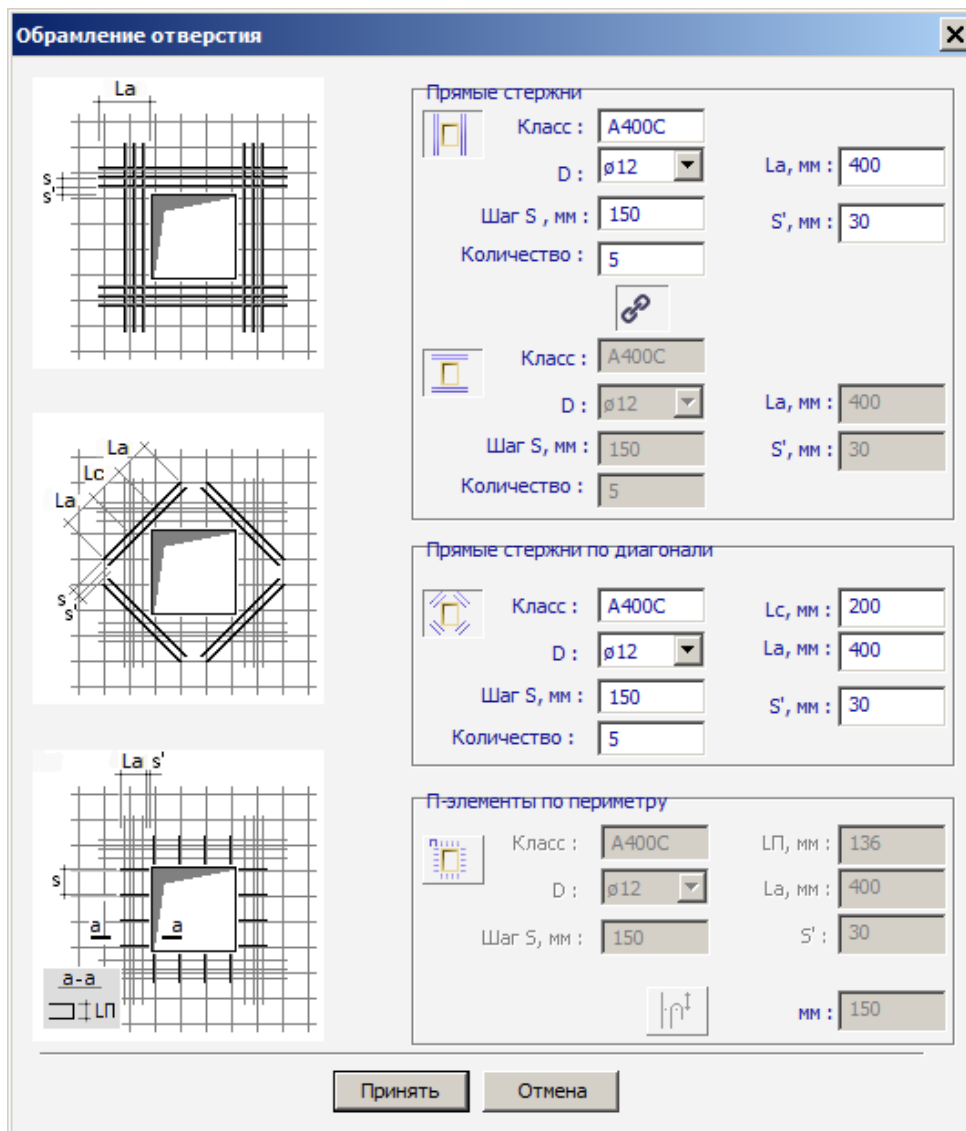






Рис.23.47. Диалоговое окно **Обрамление отверстия**

#### Создание марок-выносок для арматуры обрaмления

- Выделите вертикальные стержни обрaмления.
- Щелкните по кнопке  - **Марка-выноска** в строке свойств инструмента Арматурный стержень.
- Создайте выноски для остальных стержней арматуры обрaмления (рис.23.46).
- При необходимости отредактируйте положение выносок, используя команду  - **Перенос вершины** (панель **Корректировка** на вкладке **Армирование**).

### Назначение размеров

- Щелкните по кнопке  - **Автоматическое создание размеров** (панель **Аннотации** на вкладке **Армирование**).
- В автоматическом режиме для всех зон раскладок в конструируемой плите создадутся размеры, обозначающие габариты зоны и ее привязку к координационным осям.
- Отредактируйте положение размеров используя инструмент  - **Перенос вершины** (панель **Корректировка** на вкладке **Армирование**).

### Армирование перекрытия Пм-1 на отм.+16,000 Схема расположения верхней арматуры вдоль цифровых осей

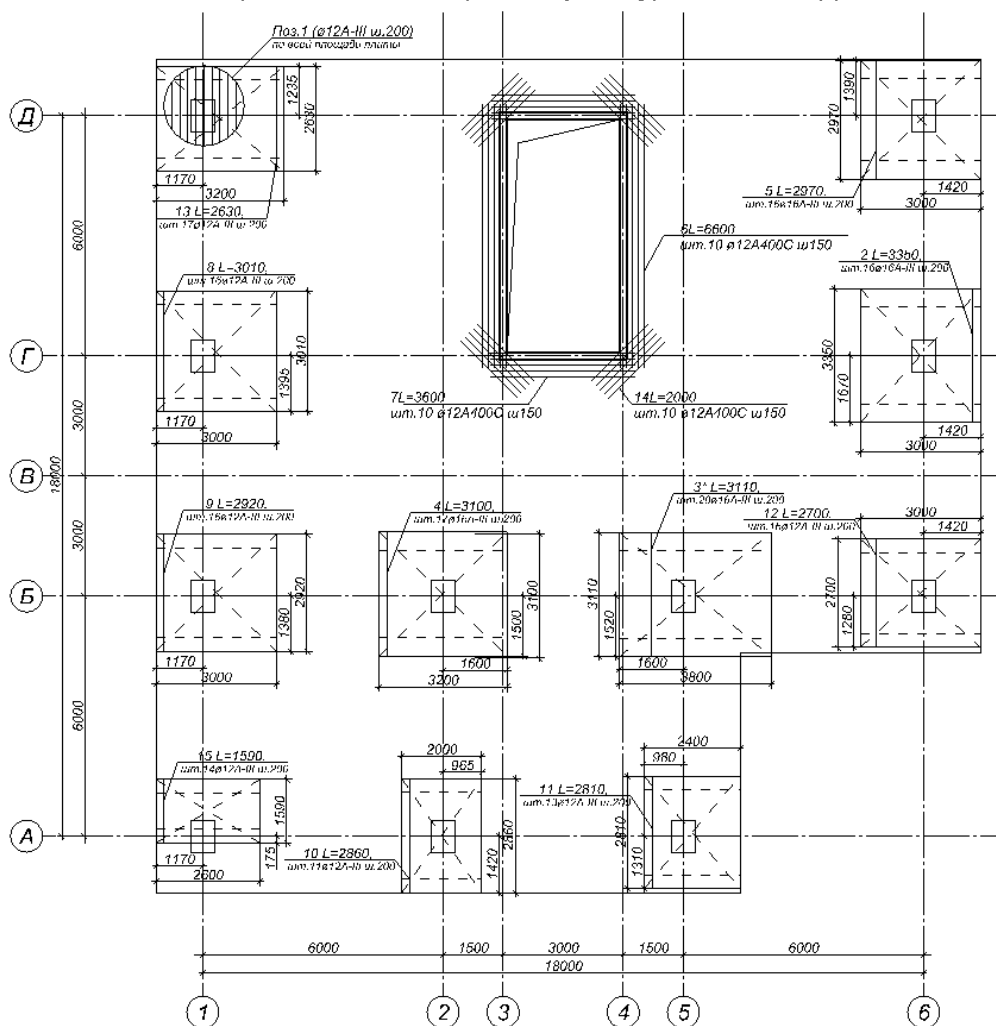



Рис.23.48. Схема расположения верхней арматуры по направлению Y с привязкой участков к осям

### Этап 25. Формирование спецификаций арматуры и листа чертежа

#### Унификация зон дополнительного армирования

- Вызовите диалоговое окно **Спецификация арматуры. Пм-1** (рис.23.49) щелчком по кнопке  - **Спецификация** (панель **Документация** на вкладке **Армирование**).
- В открывшемся диалоговом окне выделите позицию, которую необходимо слить с близкой по значению и выполните щелчок правой кнопкой мыши.
- В появившемся контекстном меню выберите пункт **Слить позицию с предыдущей** (после выполнения слияния позиций в столбце **Δm**, кг указывается значение на перерасход арматуры в результате унификации).




Так как раскладка зон дополнительного армирования выполнялась не точно по размерам и зависит от выставленного шага длины стержней и шага арматуры (шаг длины стержней и другие параметры, выставленные по умолчанию можно поменять воспользовавшись меню **Настройки** ⇒ **Настройки САПФИР** ⇒ **Армирование**), то количество и длина стержней в таблице **Спецификация арматуры** может отличаться от приведенной в примере. Слияние позиций необходимо выполнять для участков, где это рационально в зависимости от длины стержней.

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса	Униф. Дл.кг	Примечание
1	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, ZL=7801 м.п.	-	6926.0	-	Учтён перерасход на на...
2	ГОСТ 10884-94	Ø16А-III, L=3350	16 шт.	84.6	-	
3	ГОСТ 10884-94	Ø16А-III, L=3110	20 шт.	98.2	7.6	
4	ГОСТ 10884-94	Ø16А-III, L=3100	33 шт.	161.5	0.5	2 участка
5	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=6600	20 шт.	117.2	-	
6	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=3600	20 шт.	63.9	53.3	
7	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=3010	32 шт.	85.5	16.8	2 участка
8	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=2860	24 шт.	60.9	3.2	2 участка
9	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=2700	16 шт.	38.4	2.3	
10	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=2630	17 шт.	39.7	1.1	
11	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=2000	40 шт.	71.0	22.4	
12	ГОСТ 10884-94	Ø12А-III, L=1590	14 шт.	19.8	5.1	
ОСп1	ГОСТ 10884-94	Ø10Ат400С, L=1200	588 шт.	435.0	-	100мм высота
Пм-1		B25	75.37 м³			
Итого:				8201.7		в среднем 108.8 кг/м³
					5.1 кг	суммарные затраты на у...

Рис.23.49. Диалоговое окно **Спецификация арматуры**

- Для выполнения слияния трех и более позиций, а также, если необходимо задать длину унифицированных стержней выделите три позиции в таблице и щелкните по кнопке **Унифицировать...**
- В открытом диалоговом окне **Унификация длин стержней** необходимо задать новое значение длины (по умолчанию это значение принимается наибольшим из тех позиций, которые унифицируются)
- Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно **Спецификация арматуры. Пм-1**.

#### Формирование листа чертежа

- Вызовите диалоговое окно **Спецификация арматуры. Пм-1** (рис.23.49) щелчком по кнопке  - **Спецификация** (панель **Документация** на вкладке **Армирование**).
- Вызовите диалоговое окно **Вычертить таблицы ведомостей и спецификаций арматуры** (рис.23.50) щелчком по кнопке **Поместить на чертёж...** в диалоговом окне **Спецификация арматуры. Пм-1**.

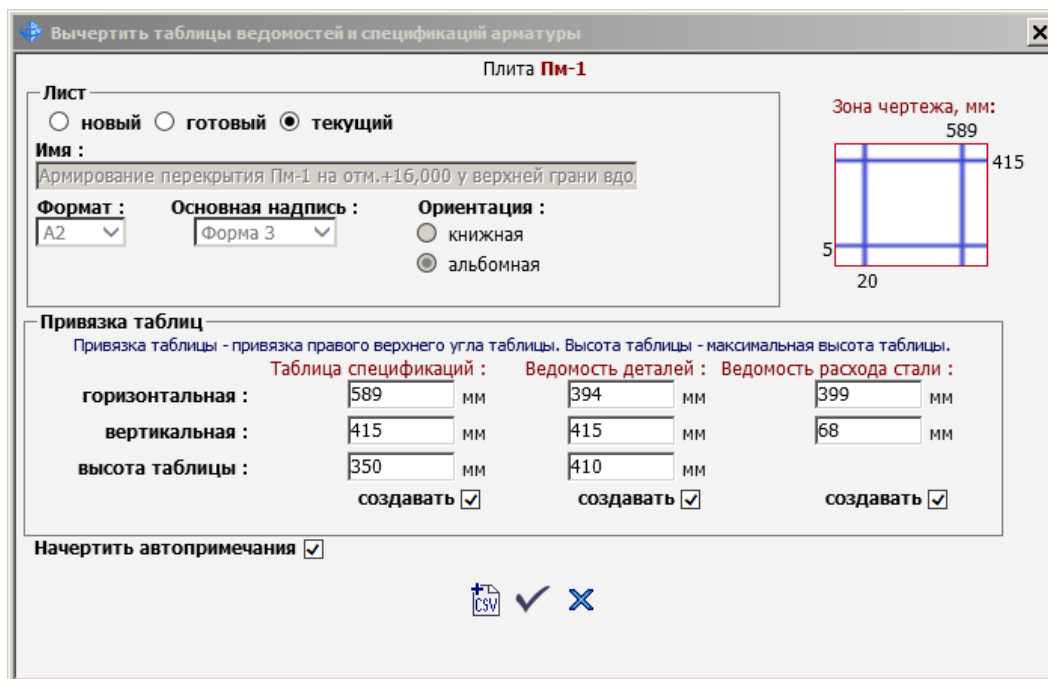


Рис.23.50. Диалоговое окно **Вычертить таблицы ведомостей и спецификаций арматуры**

- В открывшемся диалоговом окне щелкните по кнопке - **Применить**, чтобы поместить сформированные таблицы спецификаций и ведомости на лист.
- Система откроет новую закладку окна под названием **Example23.spf:Лист 1**, на котором уже будут размещены спецификация плиты, ведомость расхода стали, ведомость деталей и примечания.

#### Размещение схемы армирования на листе чертежа

- Чтобы поместить на лист схему армирования плиты перекрытия, в диалоговом окне **Виды** щелчком разверните древовидный список **Сборочные узлы**.
- В списке **Сборочные узлы** выделите строку **Пм-1** и выполните щелчок правой кнопкой мыши.
- В появившемся контекстном меню выберите команду **Поместить на чертеж**.
- На листе чертежа появится опалубочный чертеж плиты со схемой расположения арматуры.
- Выделите схему расположения арматуры.
- Для выполнения переноса схемы нажмите левую кнопку мыши и удерживая нажатой начните перемещать схему.
- Зафиксируйте положение схемы в свободном пространстве листа выполнив одинарный щелчок левой кнопкой мыши (рис.23.51).
- Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение со схемы.

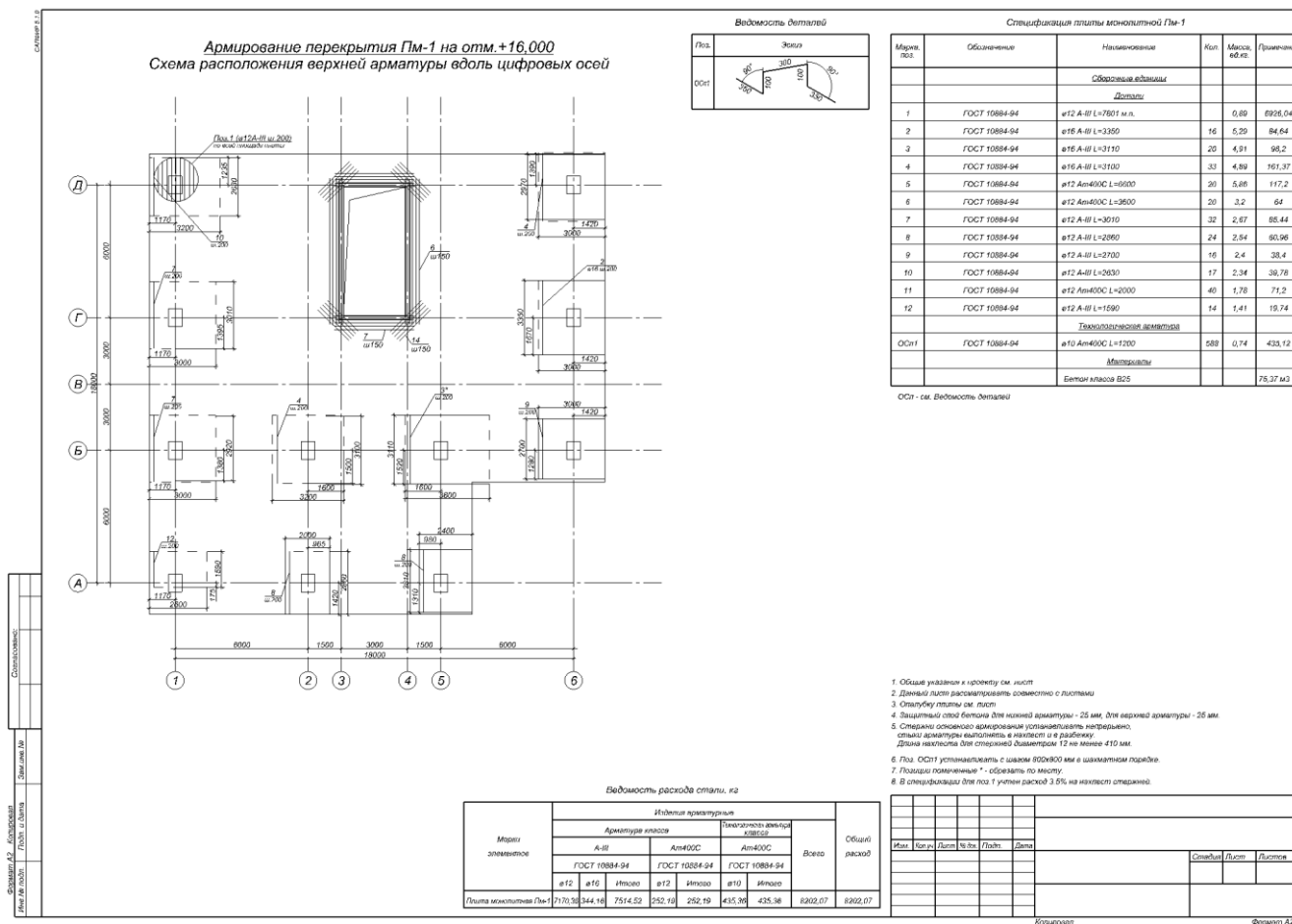


Рис.23.51. Чертеж расположения арматуры в плите перекрытия на отметке +16.000