

Компьютерный практикум №3

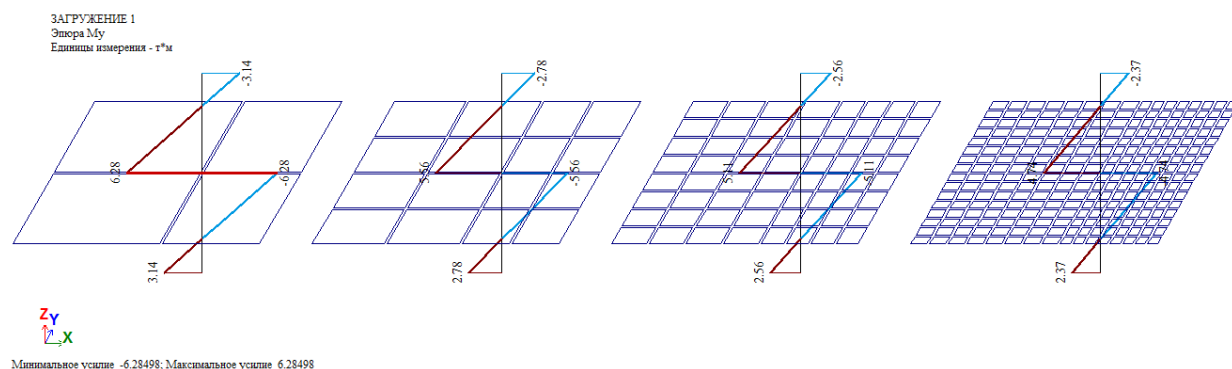
Компьютерное моделирование строительных конструкций для анализа их напряженно-деформированного состояния

Выбор способа моделирования напряженно-деформированного состояния строительной конструкции или узлов ее сопряжения часто зависит от возможностей применяемого расчетного комплекса. Например, сопряжение монолитной колонны и плиты перекрытия в различных программных комплексах позволяет по-разному решить поставленную задачу.

При моделировании стыка плита-колонна в безригельном каркасе следует учитывать количество степеней свободы в узле элемента. Так, стержневой КЭ 10 имеет 6 степеней свободы в узле (X, Y, Z, uX, uY, uZ). Элемент оболочка имеет 5 степеней свободы в узле (X, Y, Z, uX, uY).

Кроме того изгибающий момент в стержне не зависит от размеров сетки, передается на плиту как момент, сосредоточенный в узле сетки (сосредоточенность момента вытекает из одномерности стержневого элемента). С другой стороны, плита под действием сосредоточенного изгибающего момента получает бесконечный угол поворота в плоскости действия момента в месте его приложения, а точнее, в выражении для угла поворота возникает особенность логарифмического типа. Таким образом, плита не оказывает сопротивления на сосредоточенный поворот, а значит, и не защемляет элементов каркаса.

Таким образом, сгущение сетки КЭ плиты вокруг колонны приводит к снижению изгибающего момента в колонне



Для создания данной задачи создадим новый файл

Описание схемы

Признак схемы

5 - Шесть степеней свободы в узле [X,Y,Z,Ux,Uy,Uz]

Имя задачи: сопряжение плита колонна

☐ Результаты расчета в отдельной папке

Описание задачи (до 255 символов)

Создадим элементы плиты, пользуясь функцией – *Генерация прямоугольной сети - Генерация плиты.*

Создание плоских фрагментов и сетей

Генерация плиты

Угол поворота относительно оси Z 0

Координаты первого узла

☒ Указать курсором

X 0

Y 0

Z 0

Выбор плоскости

☒ XOY ☐ XOZ ☐ YOZ

☐ Произвольная

☐ Указать узлы

Шаг вдоль первой оси

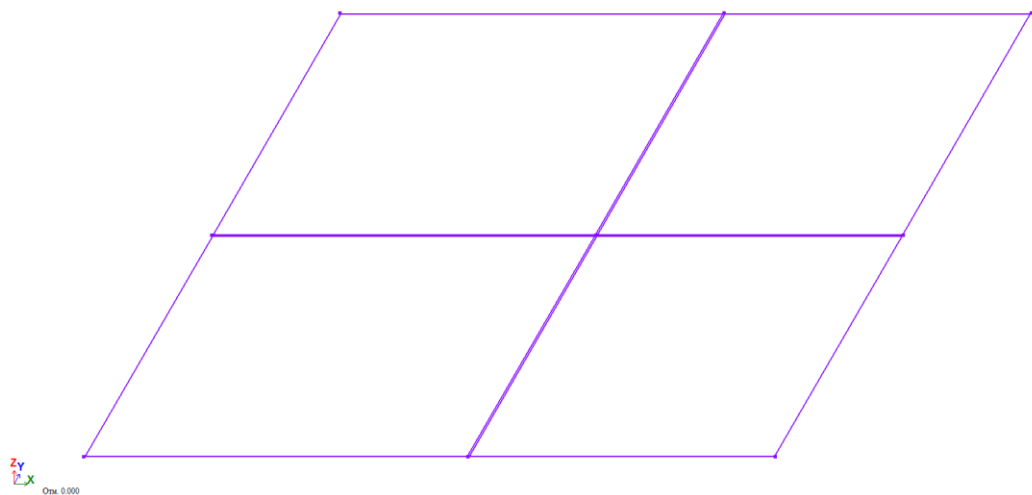
Значение	Количество
L(m)	N
1.25	1
1.00	1

Шаг вдоль второй оси

Значение	Количество
L(m)	N
1.00	1
1.00	1

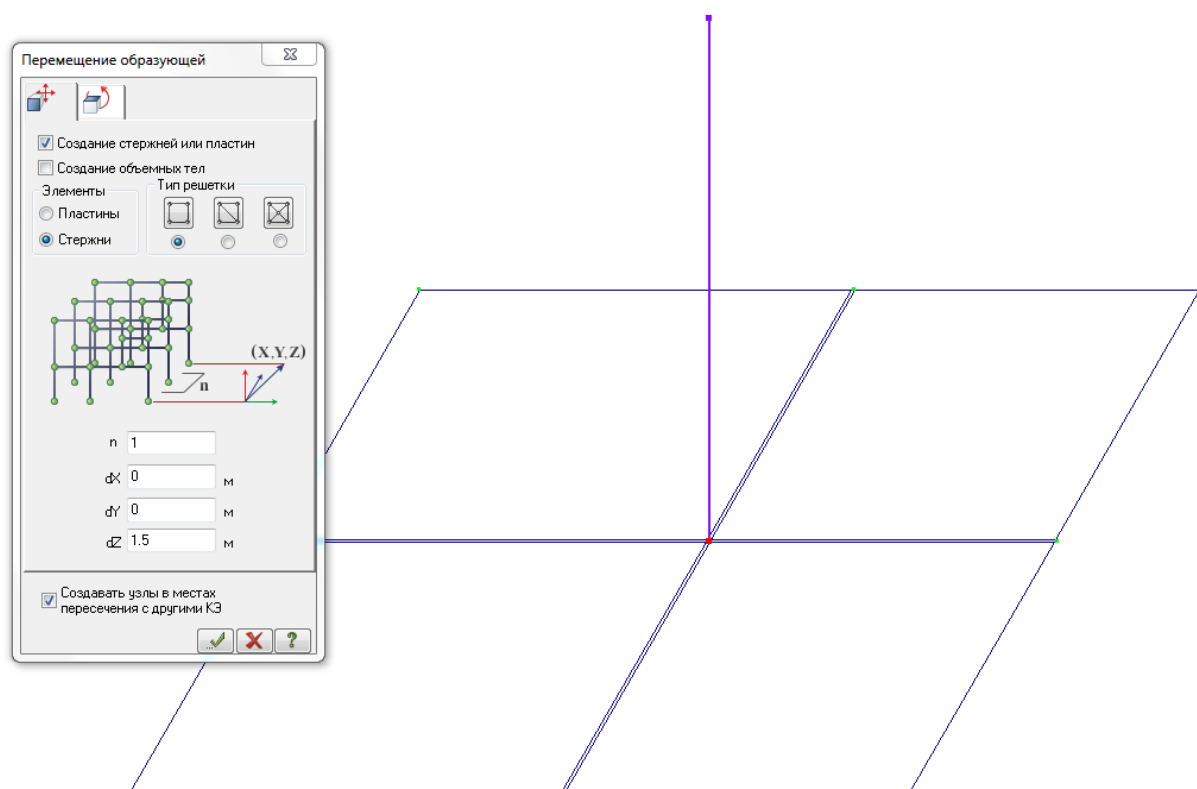
☒ Создавать узлы в местах пересечения с другими КЭ

... X ?

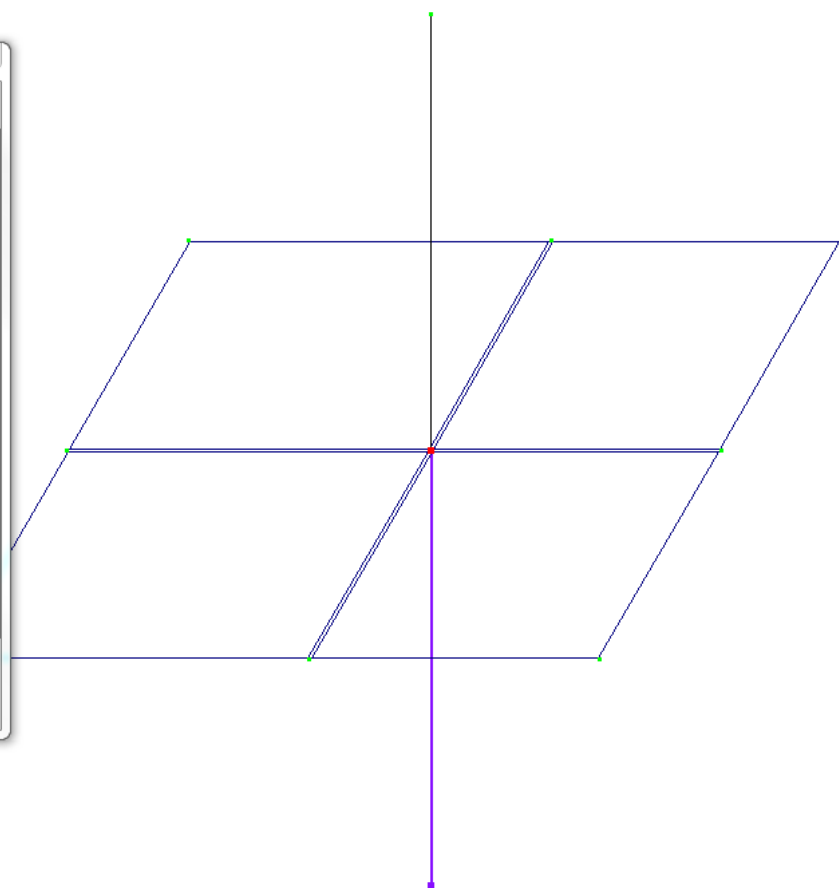
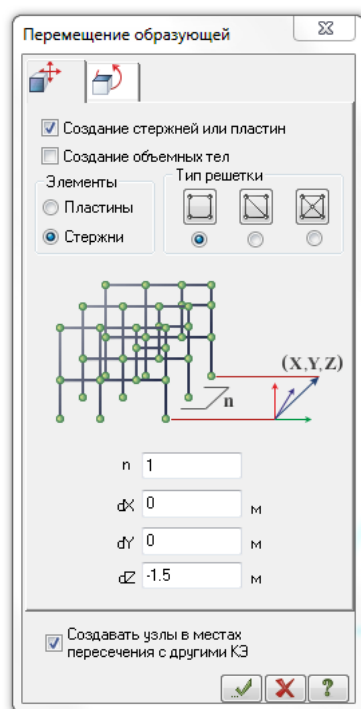


Создадим колонну из стержневых элементов, проходящих через внутренний узел плиты. Для этого выделим внутренний узел в плите (он окрасится в красный цвет).

Пользуясь функцией – *Перемещение образующей* – создадим два стержня, выходящих вертикально к плите: один вверх, другой – вниз.

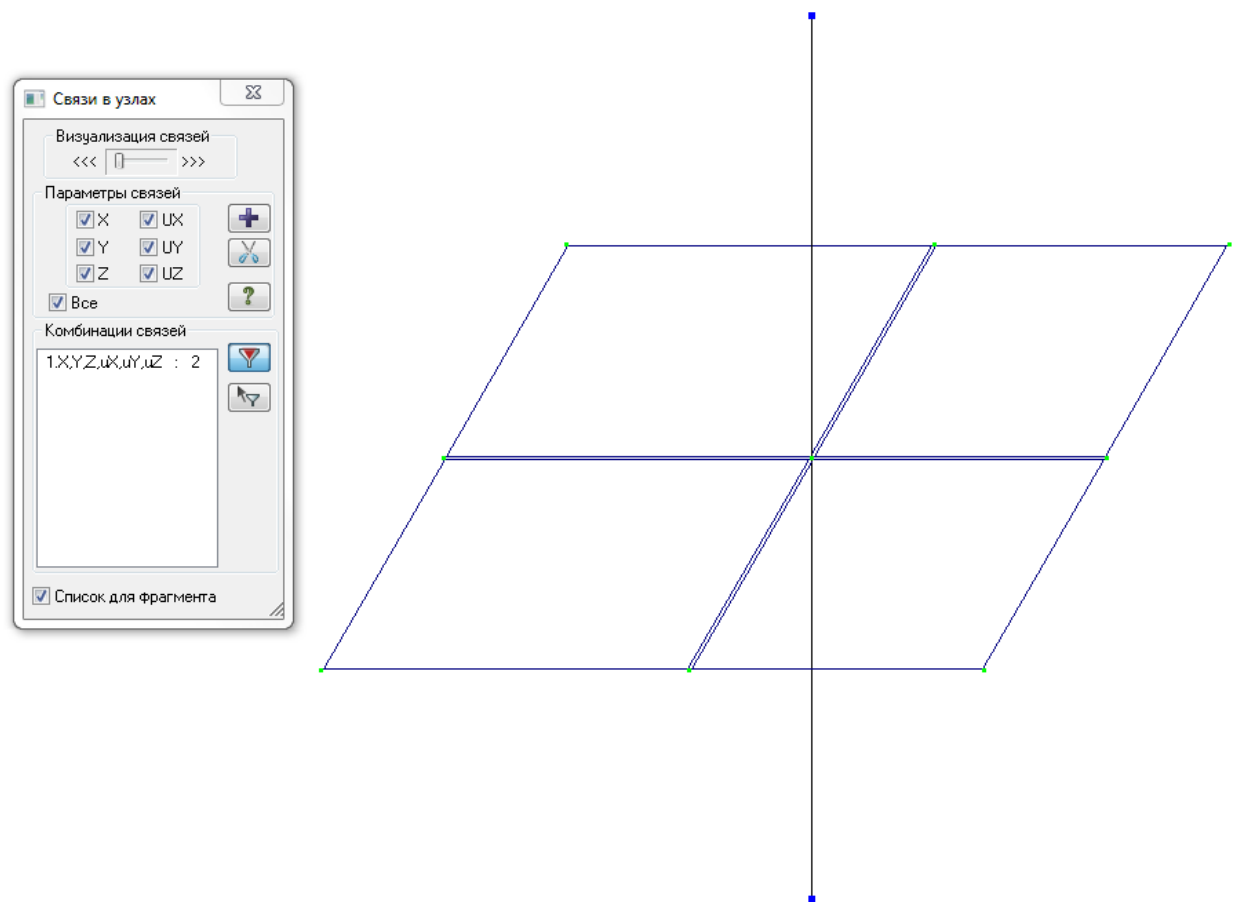


И еще один элемент – вниз.

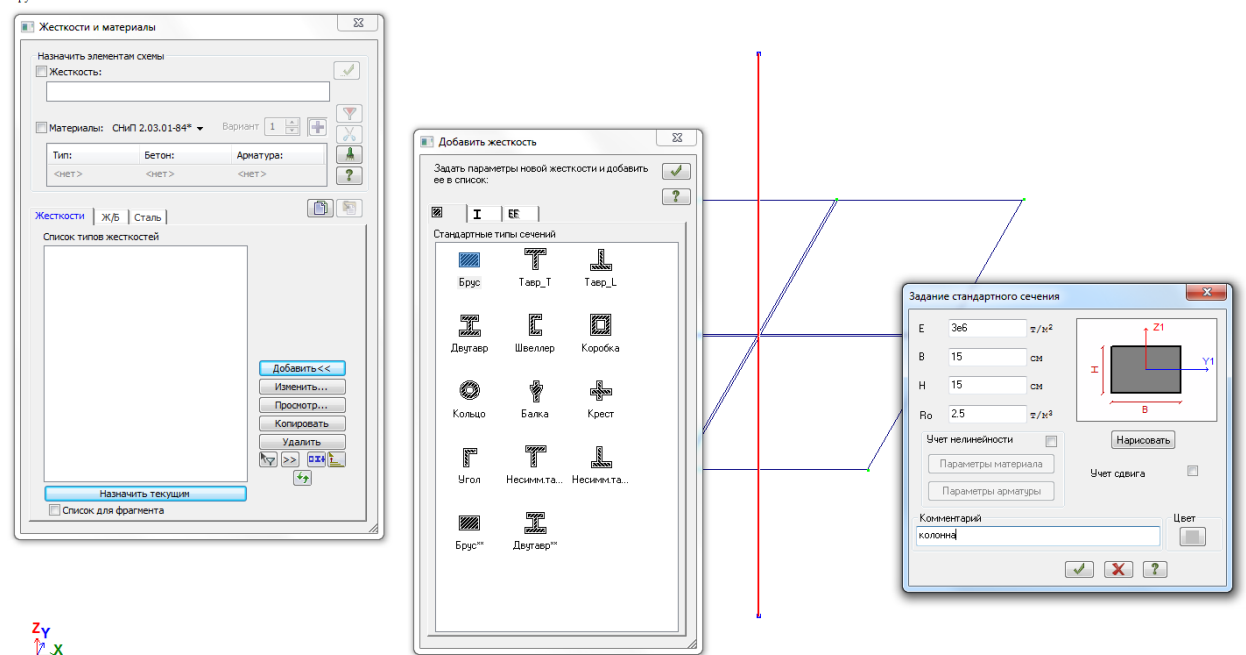


Выполним упаковку схемы.

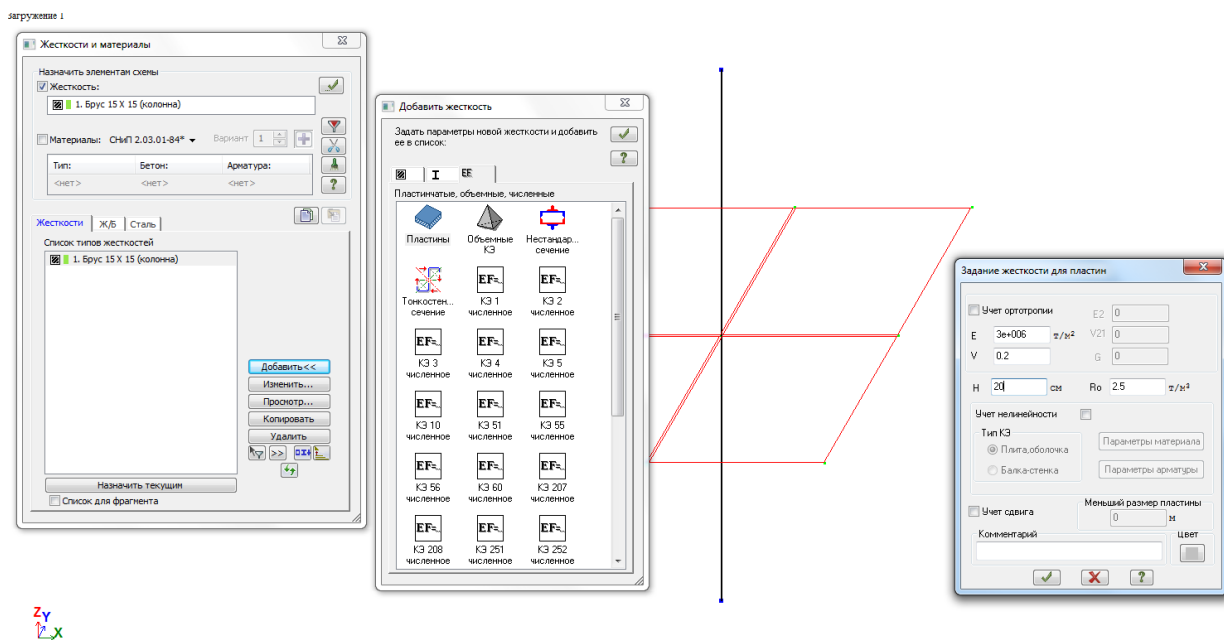
Создадим закрепление свободных концов колонн.



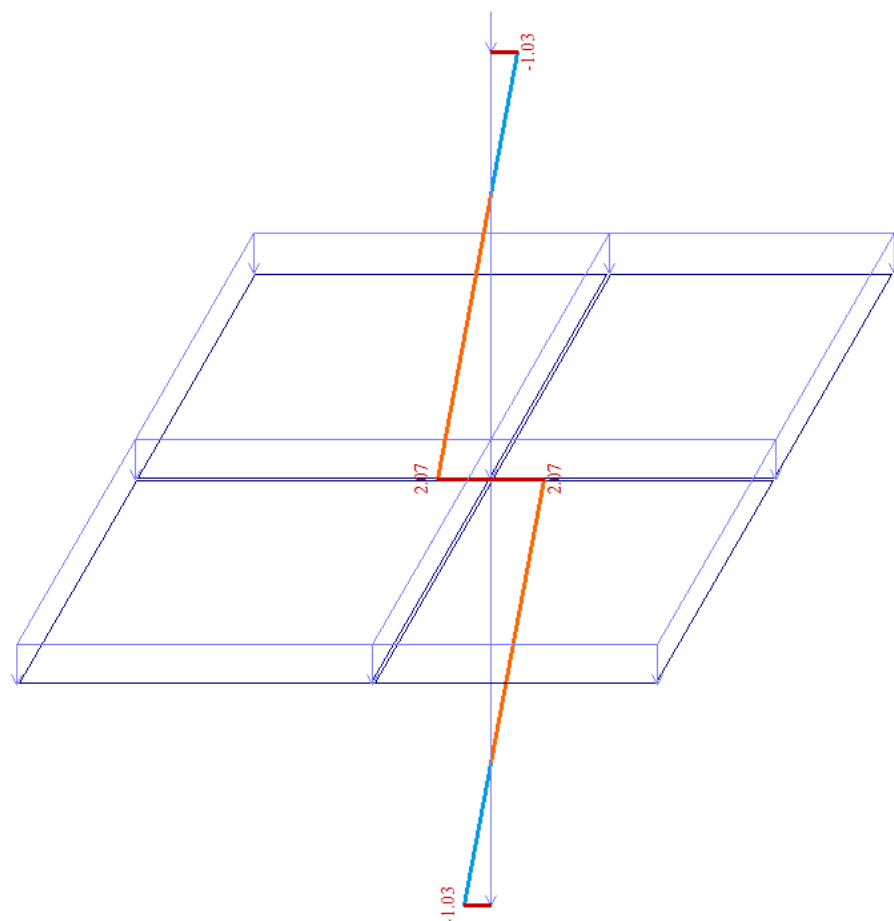
Создадим жесткости для колонн: сечение колонны 15x15см



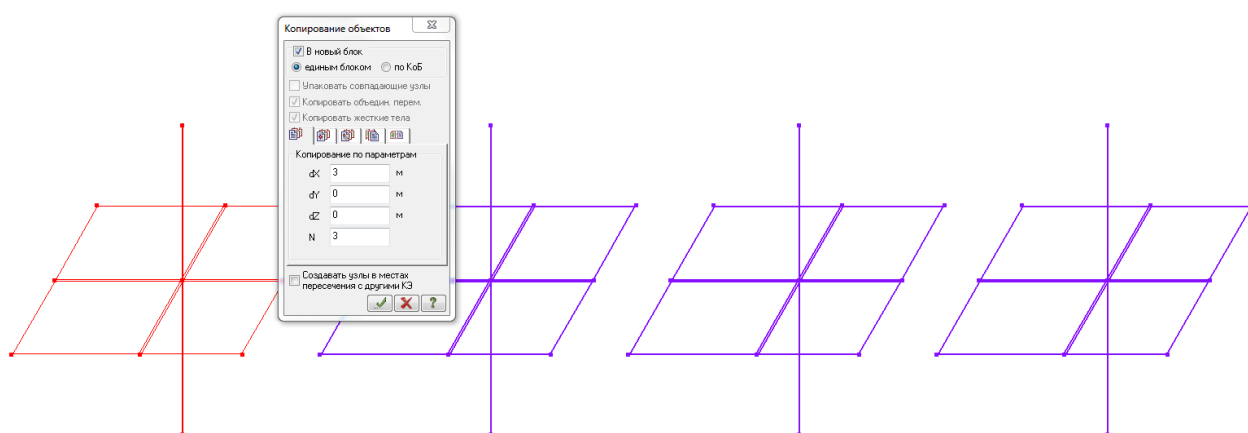
Создадим жесткости для перекрытий: толщина перекрытия 30см



Создадим нагрузку от собственного веса и выполним пробный расчет. В закладке – *Анализ – Усилия в стержнях* - посмотрим результаты по M_y (эпюры изгибающих моментов по M_y).

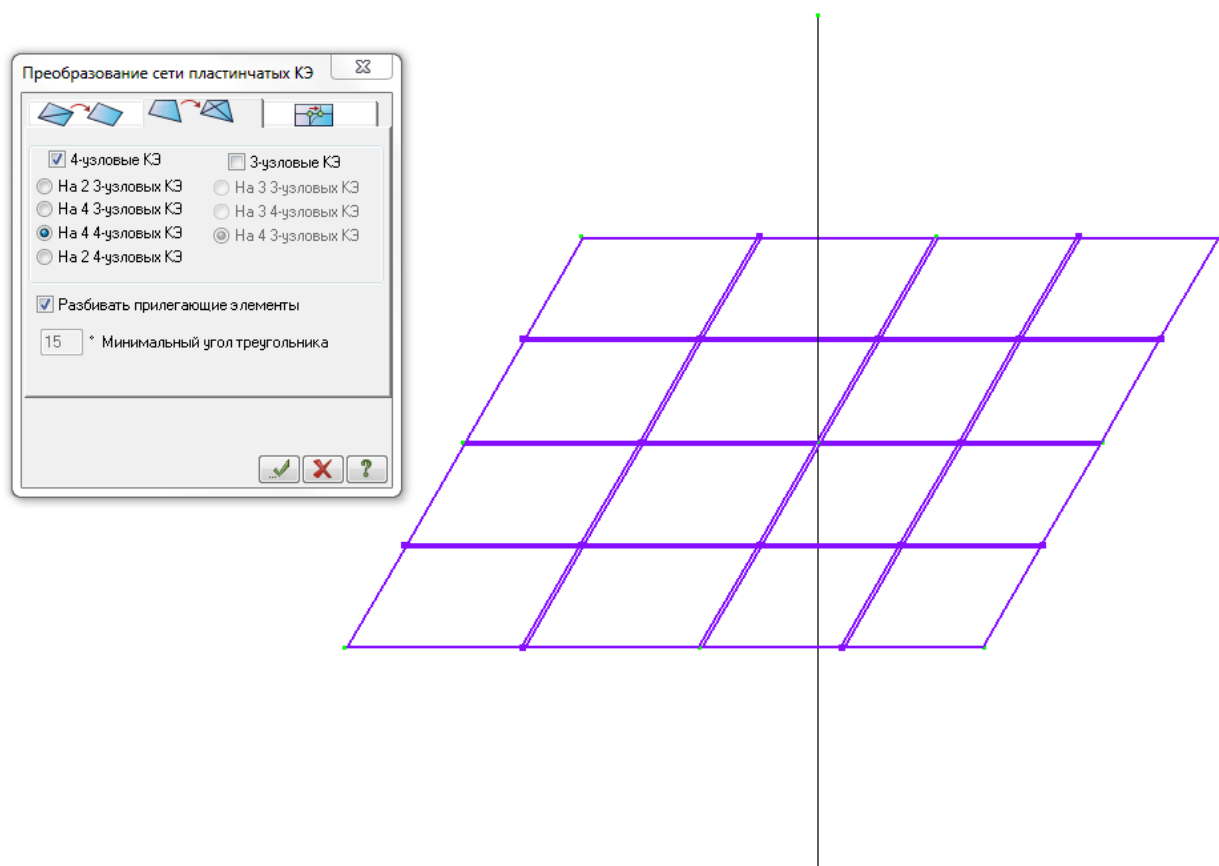


Выполним копирование полученной схемы 3 раза через 3 м

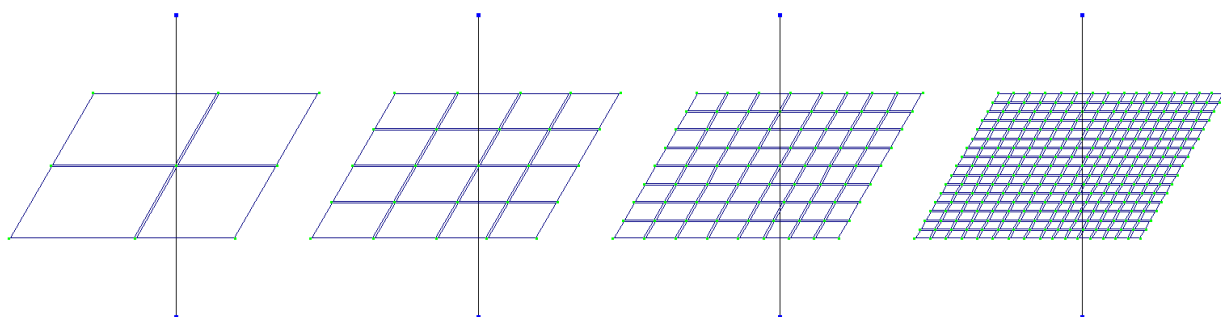


Выполним корректировку полученных расчетных схем путем разбивки элементов плиты на более мелкие элементы. Начиная со 2-й схемы выполняем корректировку количества элементов, пользуясь закладкой –

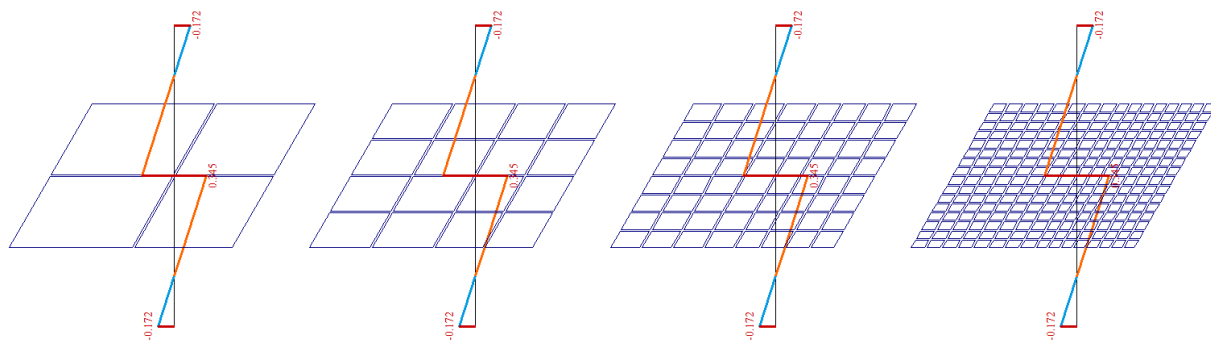
Редактирование - Автоматическое объединение - Преобразование сети пластинчатых элементов.



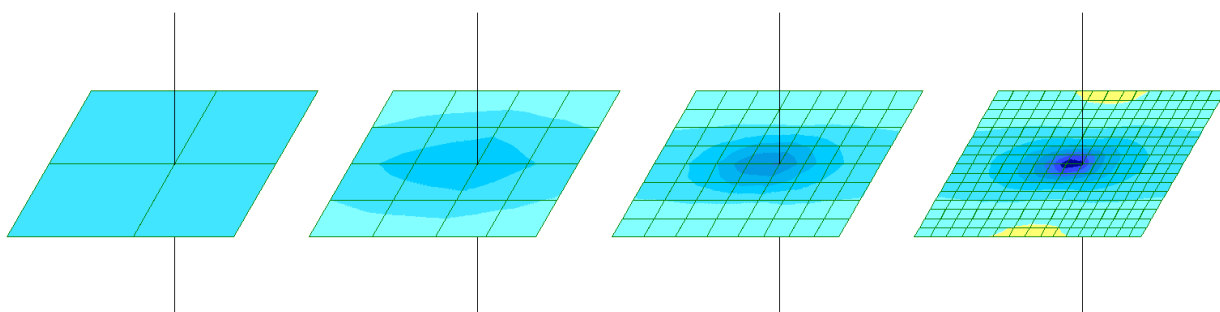
Получаем следующий вид схем. Выполним упаковку схемы.



Выполним расчет. Рассмотрим полученные результаты по изгибающим моментам в колоннах



Рассмотрим полученные результаты по изгибающим моментам в плитах перекрытия



$M_y^1 = -0.21 \text{ кН*м/м}$; $M_y^2 = -0.51 \text{ кН*м/м}$; $M_y^1 = -0.93 \text{ кН*м/м}$; $M_y^1 = -1.43 \text{ кН*м/м}$

Для того, чтобы корректно описать узел сопряжения плиты перекрытия и колонны, следует рассмотреть конструктивное решение в месте примыкания колонны.

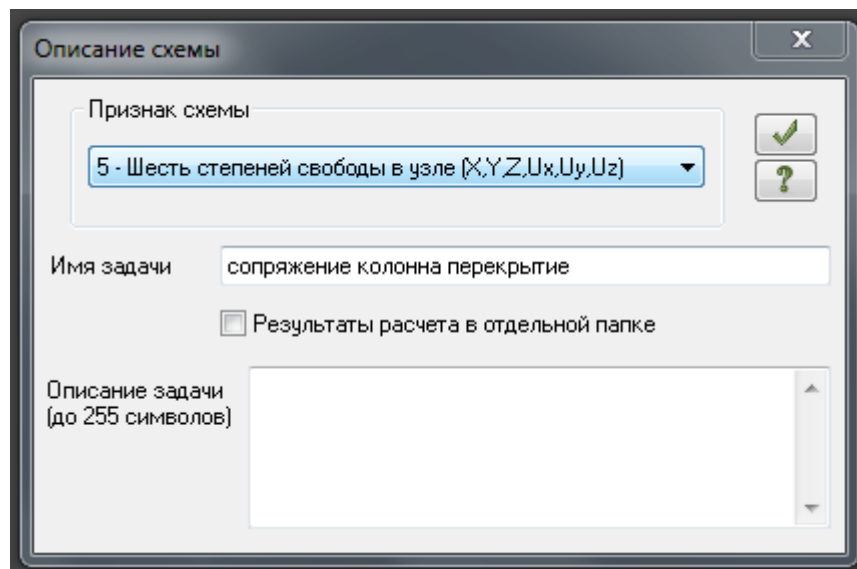
Элементы плиты, попадающие в поперечное сечение колонны, могут рассматриваться как абсолютно жесткое тело, не меняющее своих размеров при любых изменениях сетки КЭ плиты.

Этого можно добиться следующим путем:

- а) моделирование колонны объемными конечными элементами;
- б) моделирование колонны стержнем и введение фиктивных элементов большой жесткости по контуру колонны;

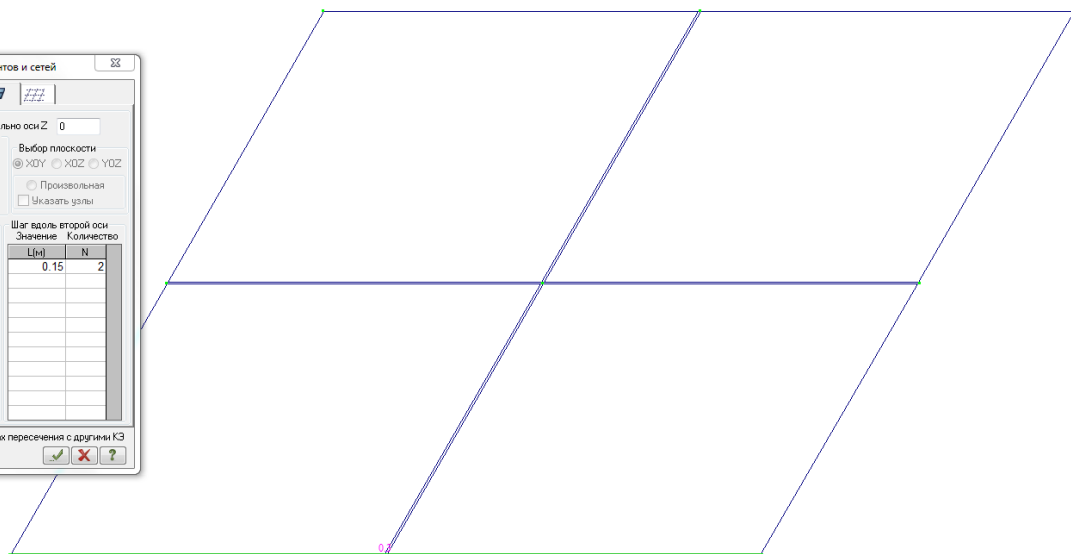
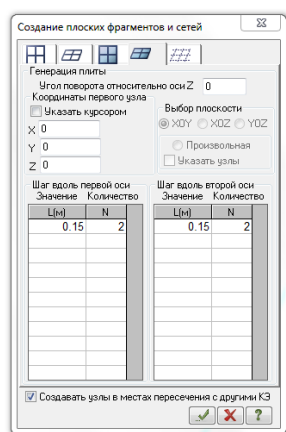
в) моделирование колонны стержнем с использованием АЖТ (абсолютно жесткого тела) по размеру поперечного сечения колонны.

Создадим новый файл



а) Создадим 1-ю модель: **Колонна из объемных элементов**

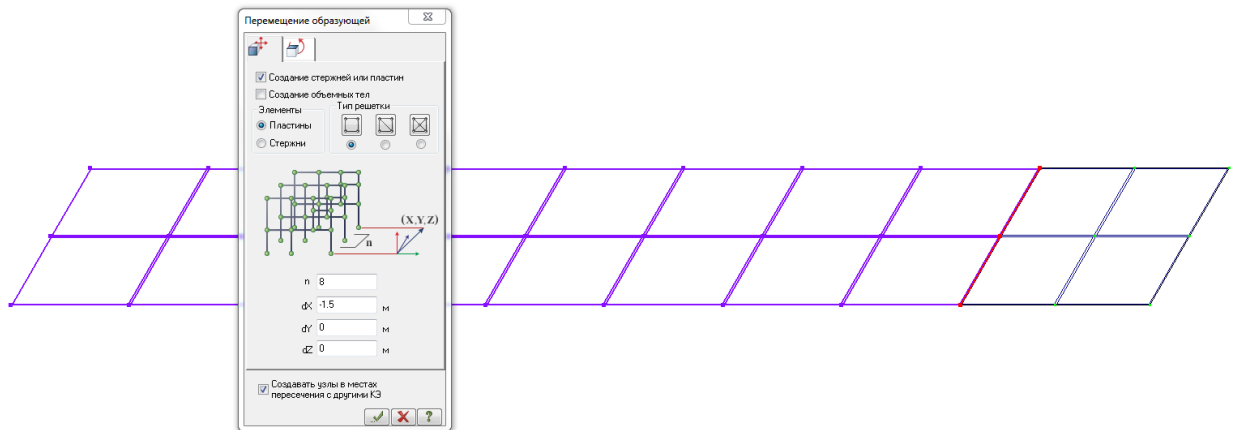
Создадим через закладку – *Генерация прямоугольной сети* - *Создание плоских фрагментов сетей* - *Генерация плиты* - очертания сечения колонны сечением 30х30см.



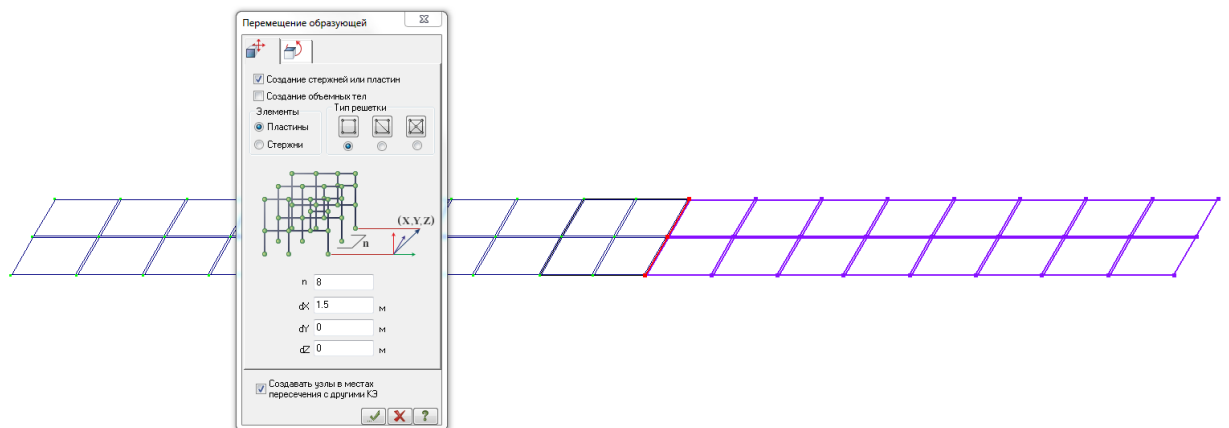
Первой создадим колонну из объемных элементов

Для этого, создадим вспомогательные стержни по контуру сечения колонны, используя функцию - *Добавить элемент - Добавить стержень*.

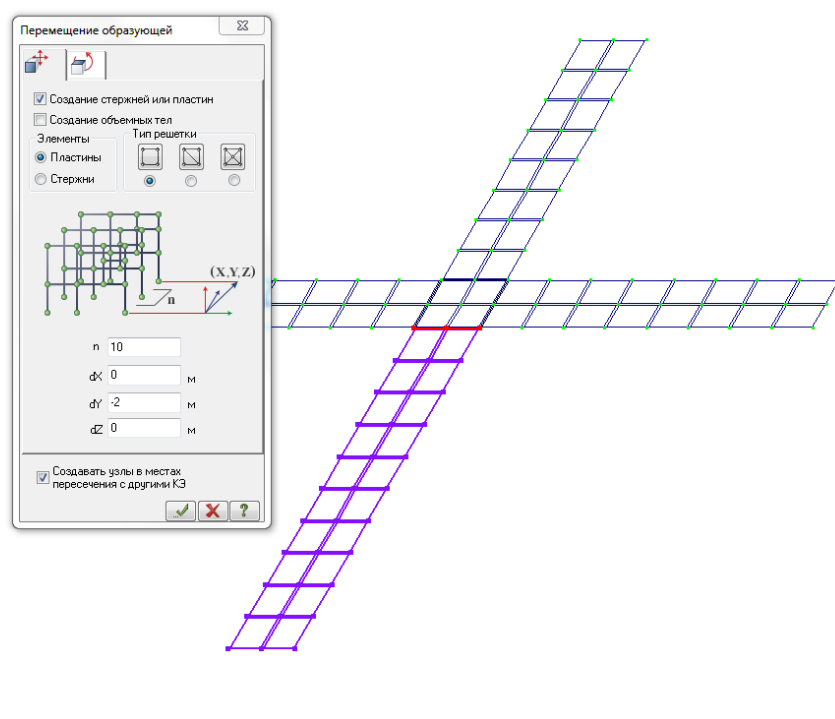
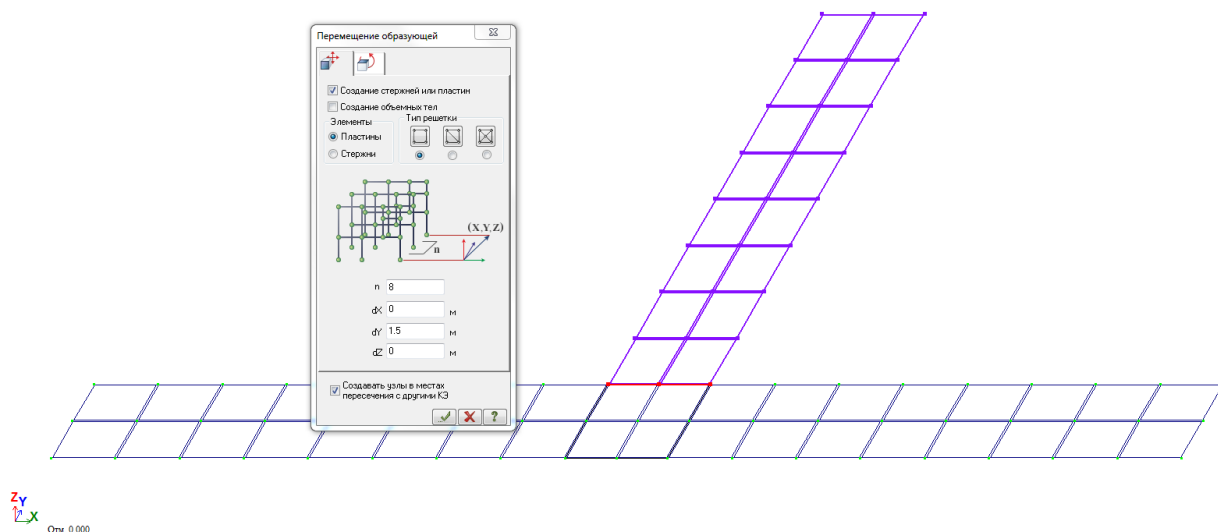
С помощью функции – *Перемещение образующей* - создадим пластины по левой стороне колонны



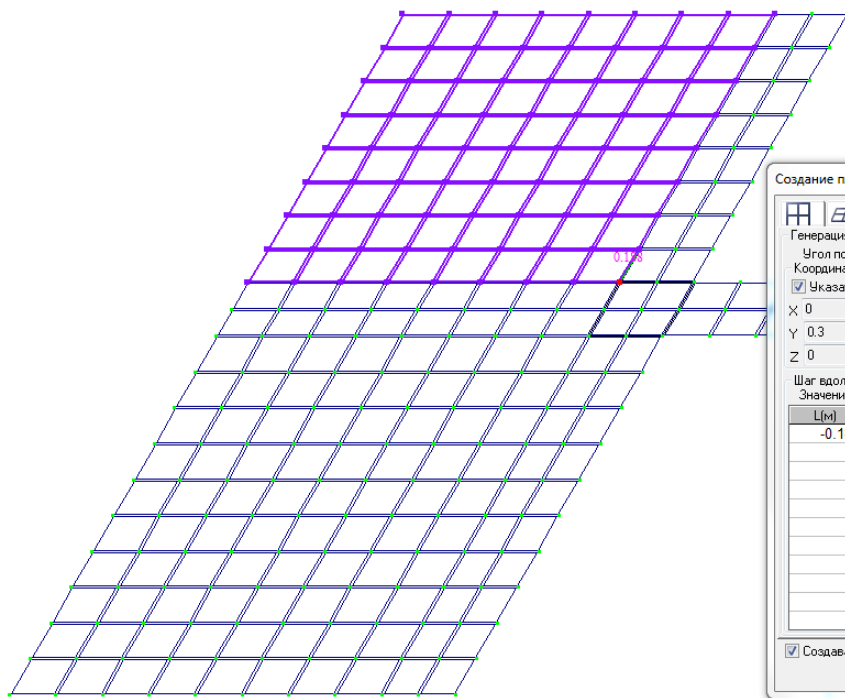
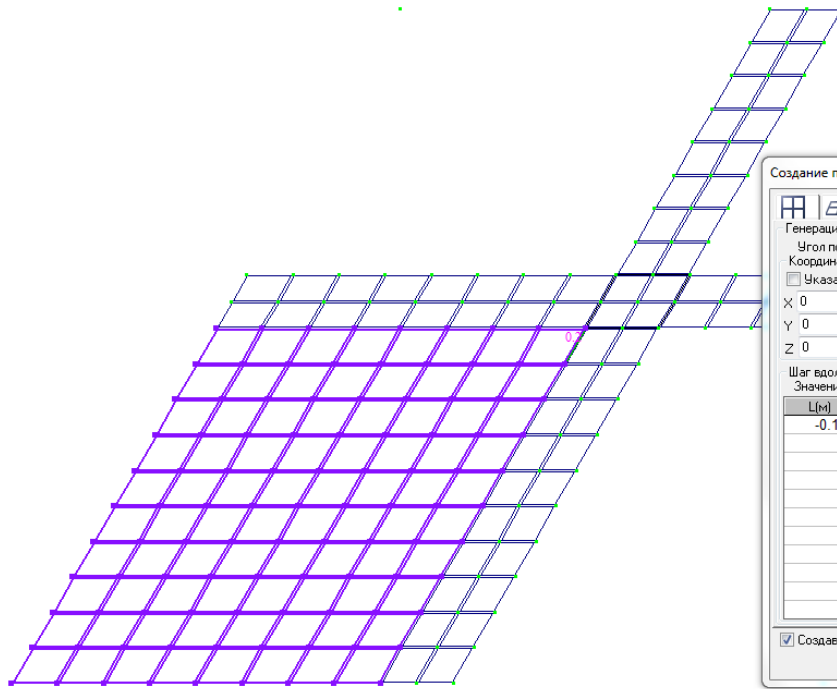
Аналогично создадим пластины перекрытия с правой стороны колонны

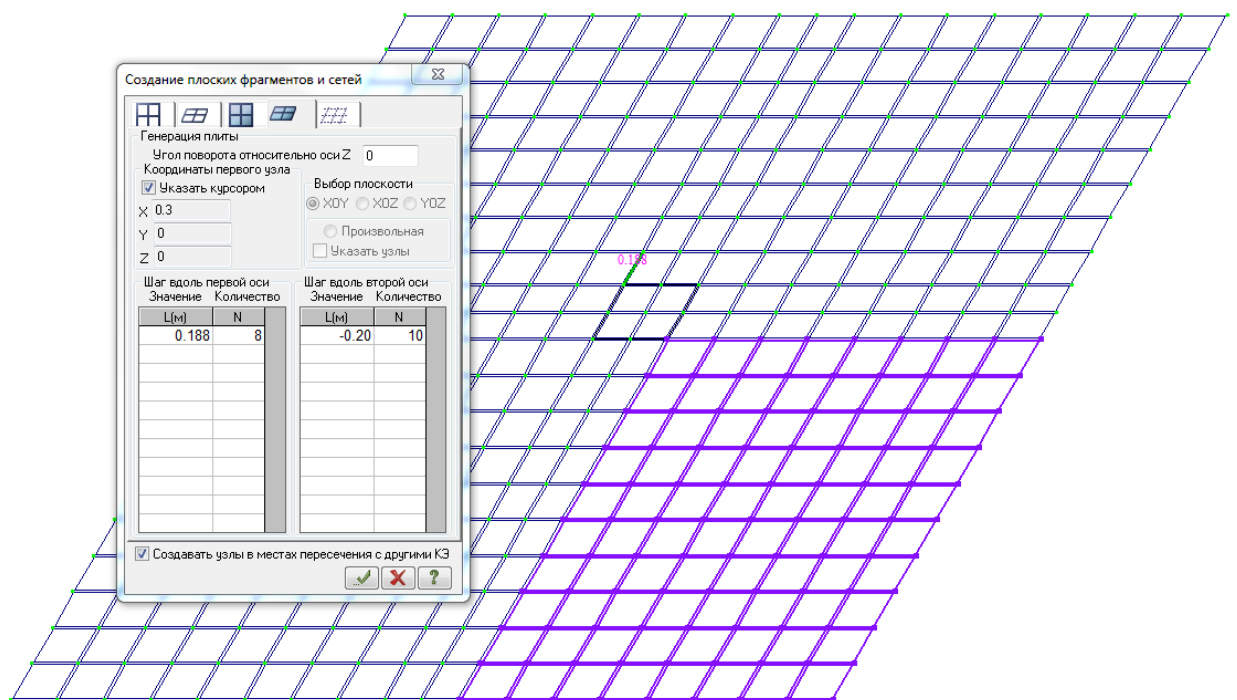
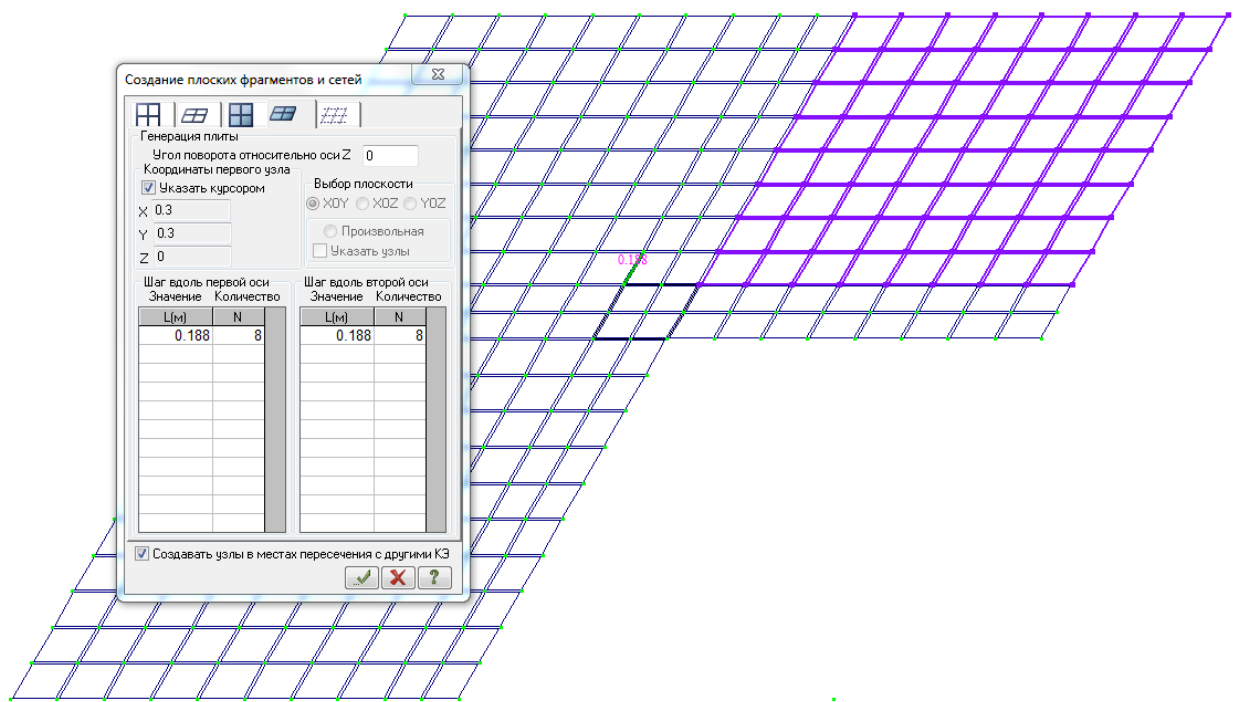


Аналогично по двум остальным сторонам от колонны



Создадим остальные элементы пластин перекрытия, используя вкладку –
Генерация прямоугольной сети

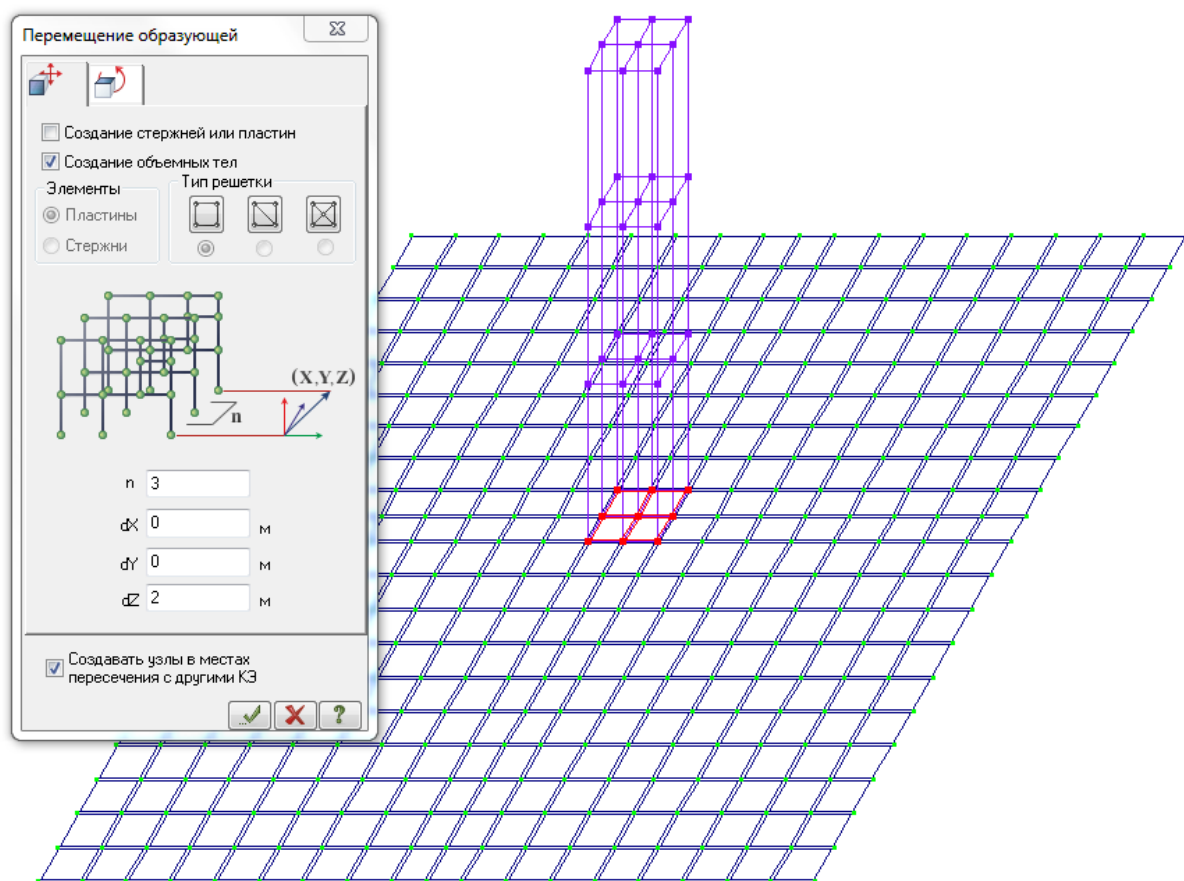




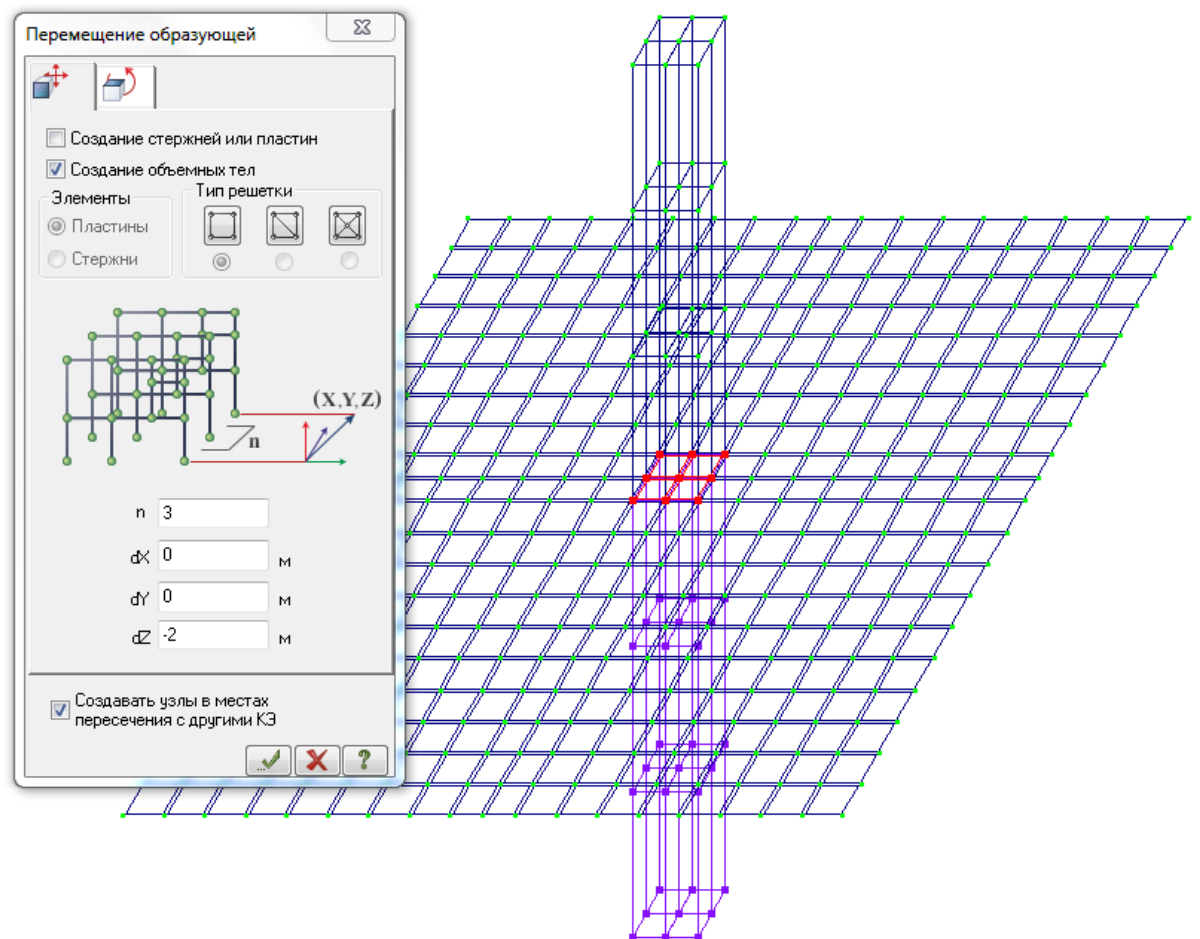
Выполним упаковку схемы

Создадим колонну из объемных элементов с помощью 2-х шагов

Шаг 1



Шар 2



Зададим жесткости конструкциям перекрытия

Задание жесткости для пластин

☐ Учет ортотропии

E т/м^2 E2 V21

V G

H см Ro т/м^3

Учет нелинейности ☐

Тип КЭ

☒ Плита, оболочка

☐ Балка-стенка

☐ Учет сдвига

Меньший размер пластины м

Комментарий

Цвет

Аналогично зададим жесткости объемным элементам колонны

2. 3D

☐ Учет ортотропии

E т/м^2 E2 E3

V V21 V13

V31 V23 V32

G12 G13 G23

Учет нелинейности ☐

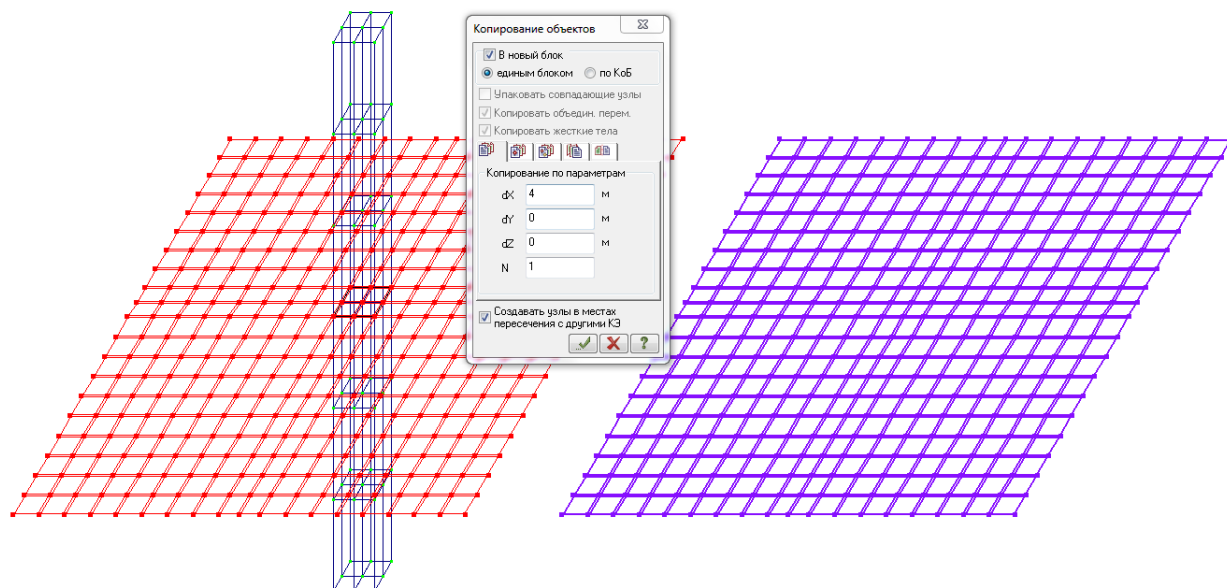
Ro т/м^3

Цвет

Комментарий

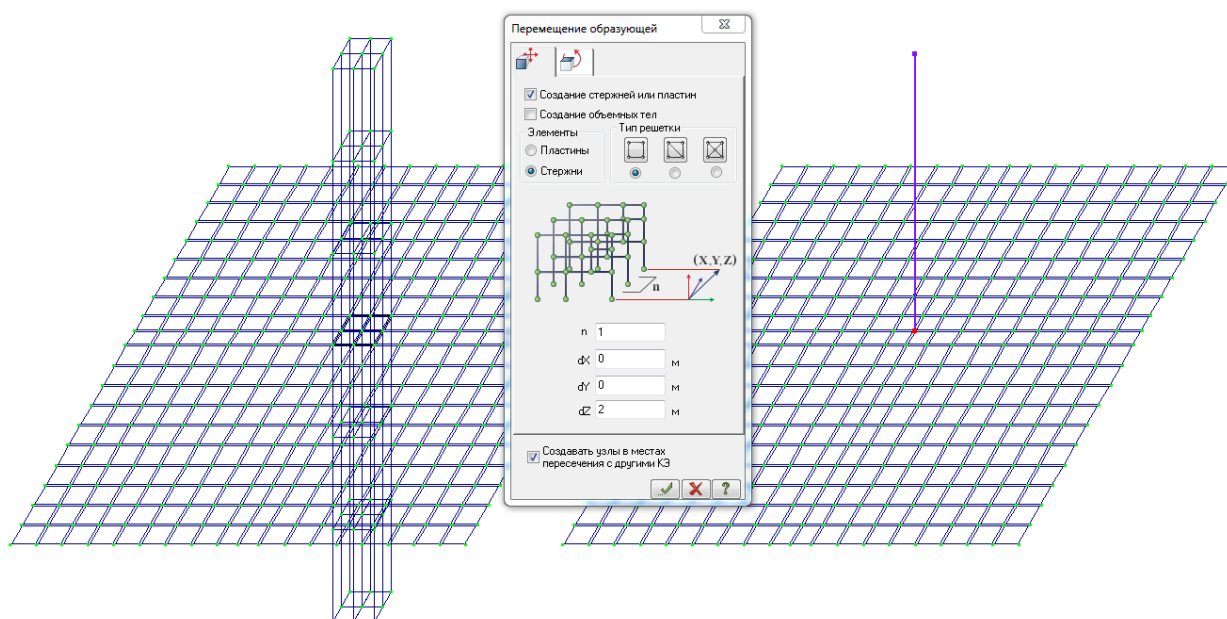
б) Создание 2-й модели : «Паучек» из стержней большой жесткости

Для этого скопируем элементы перекрытия вправо на 4 м

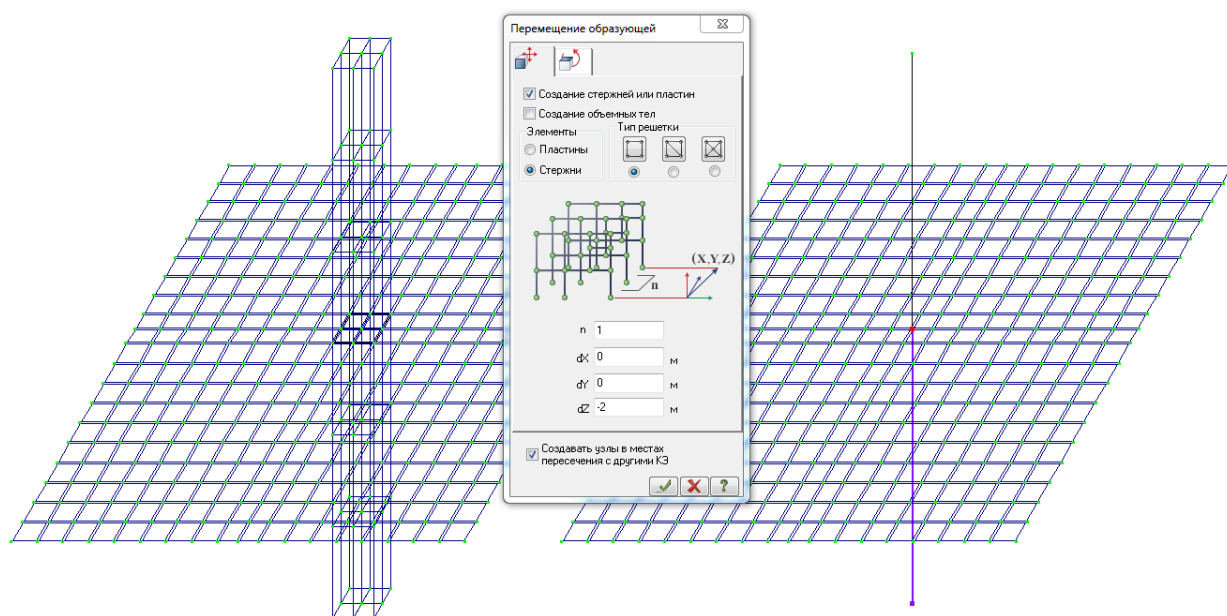


Создадим колонну из стержневых элементов за два шага

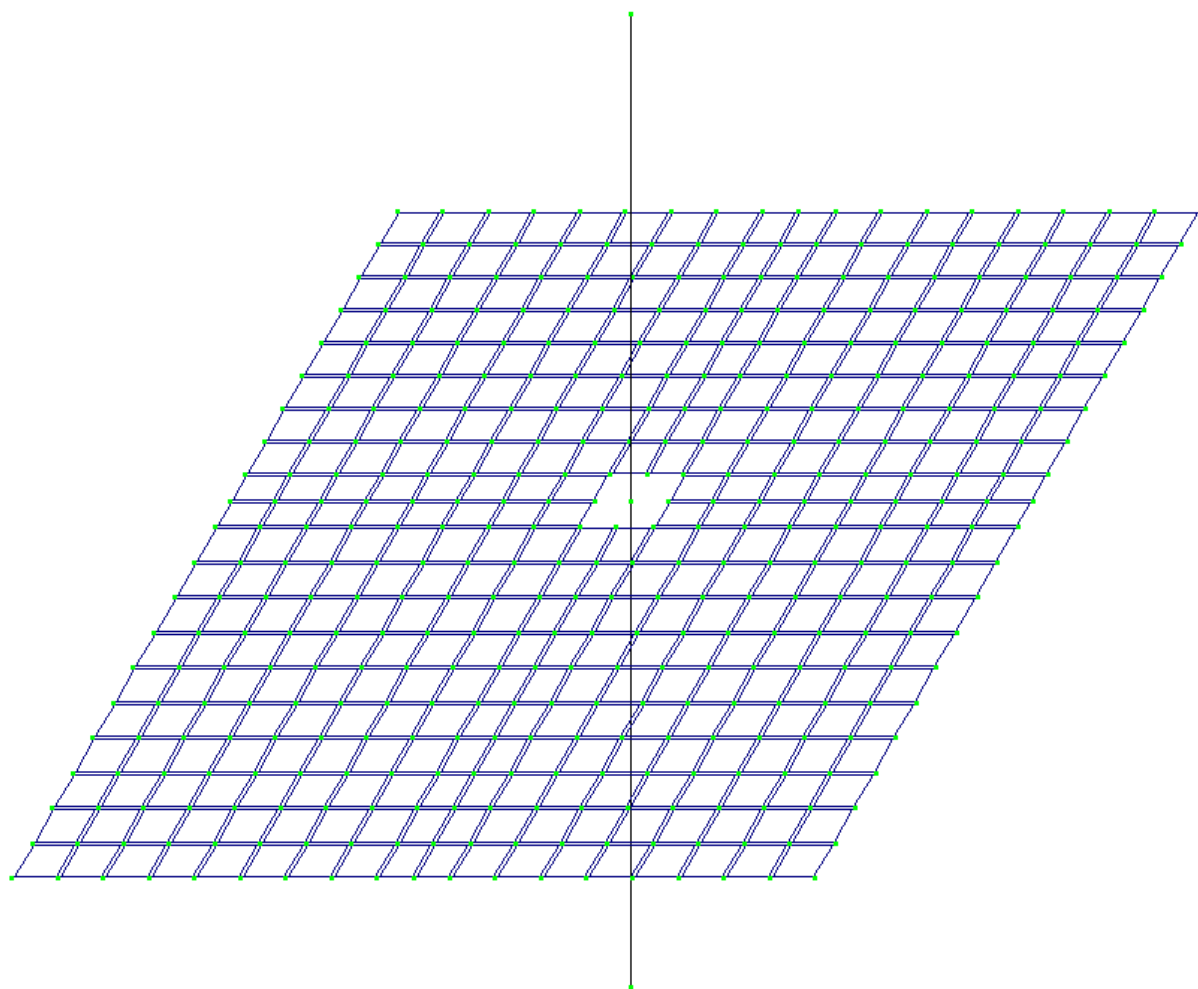
Шаг 1



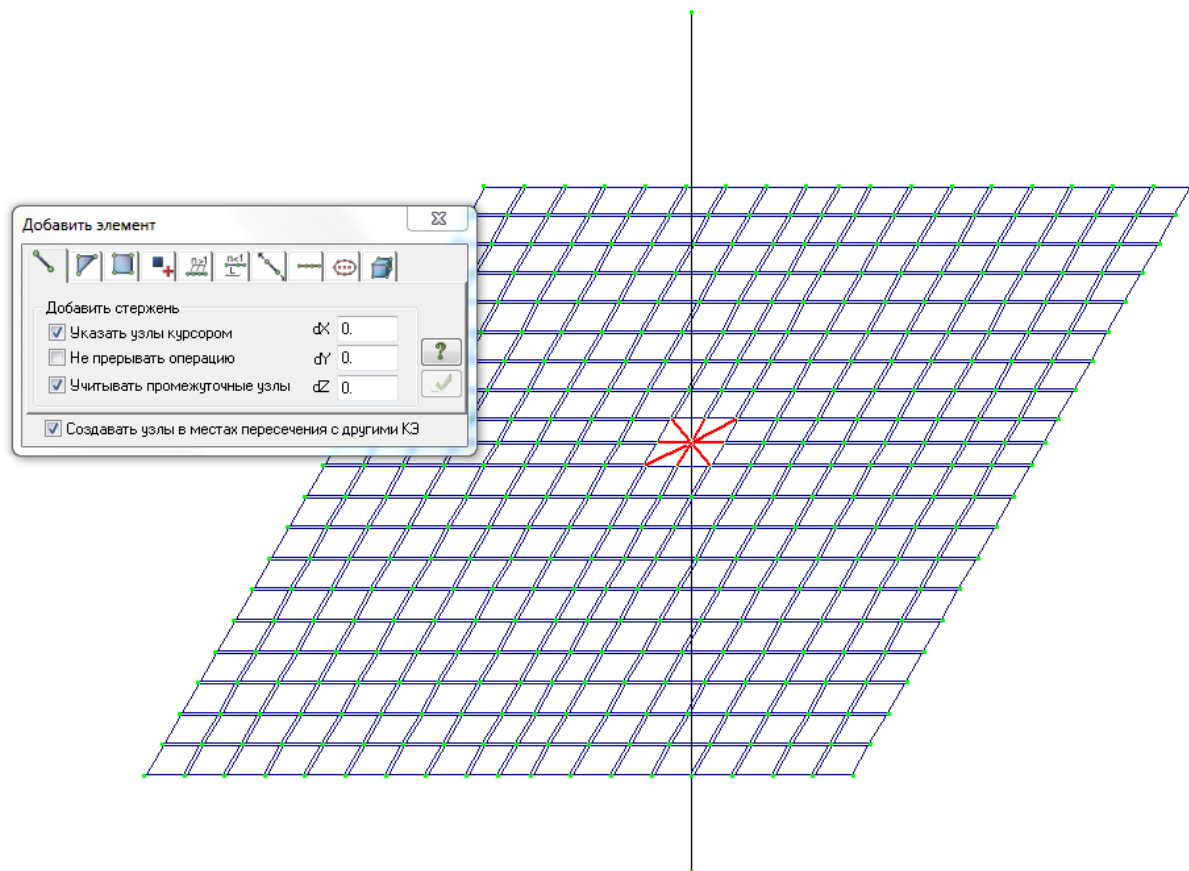
Шаг 2



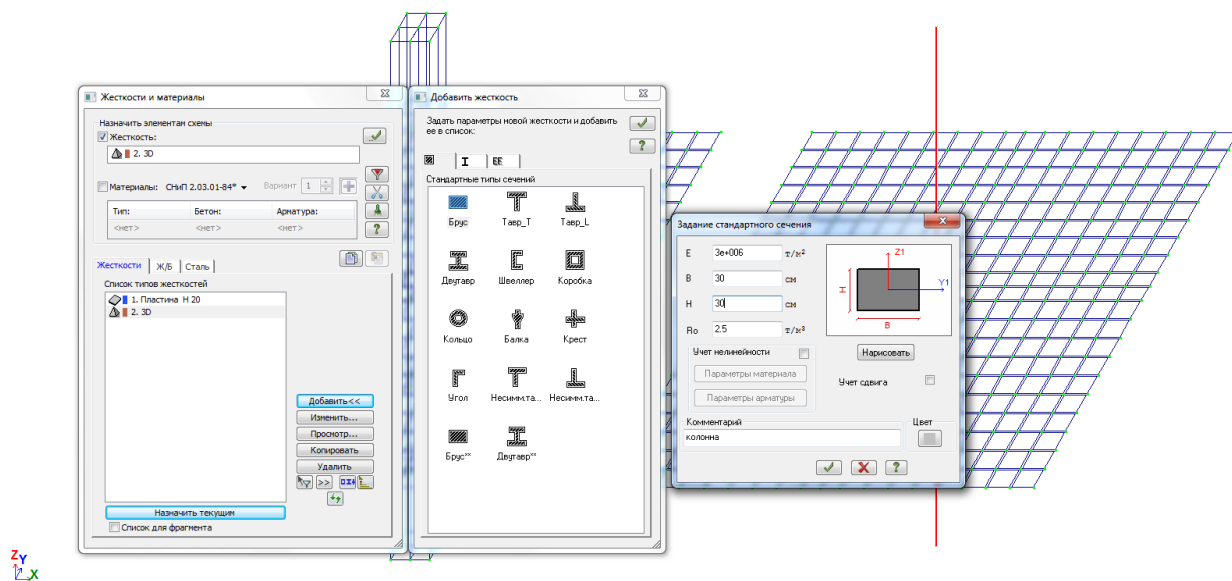
Удалим все элементы плиты в контуре сечения колонны



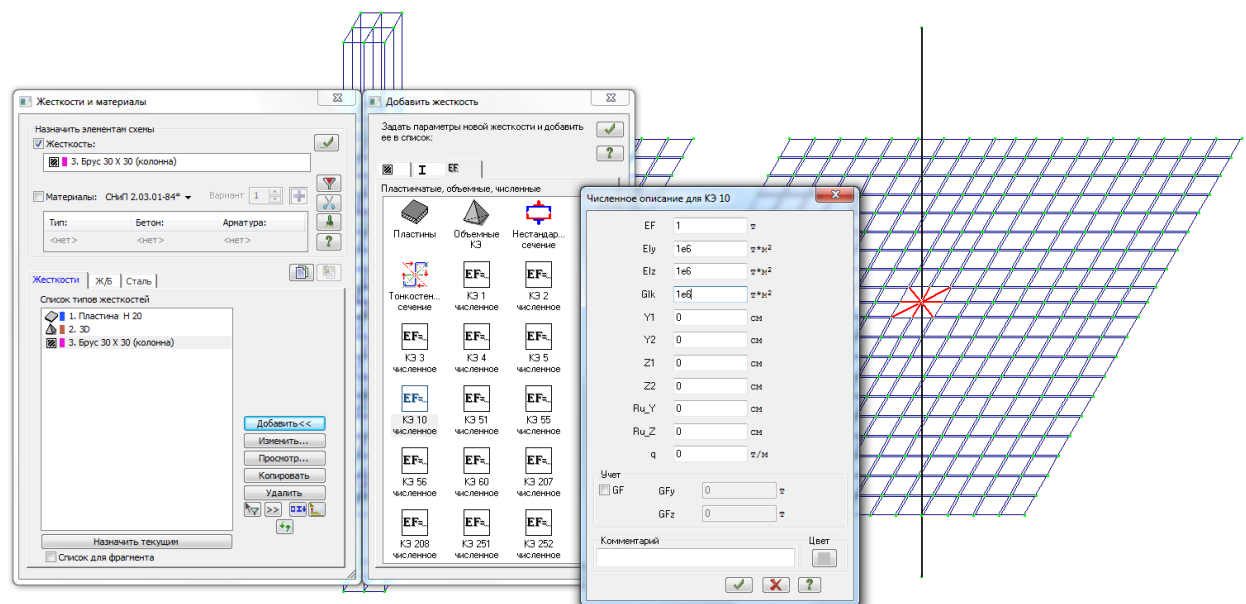
Создадим «паучек» из стержней большой жесткости, используя функцию – *Добавить элемент - Добавить стержень*.



Зададим жесткости элементам стержней колонны

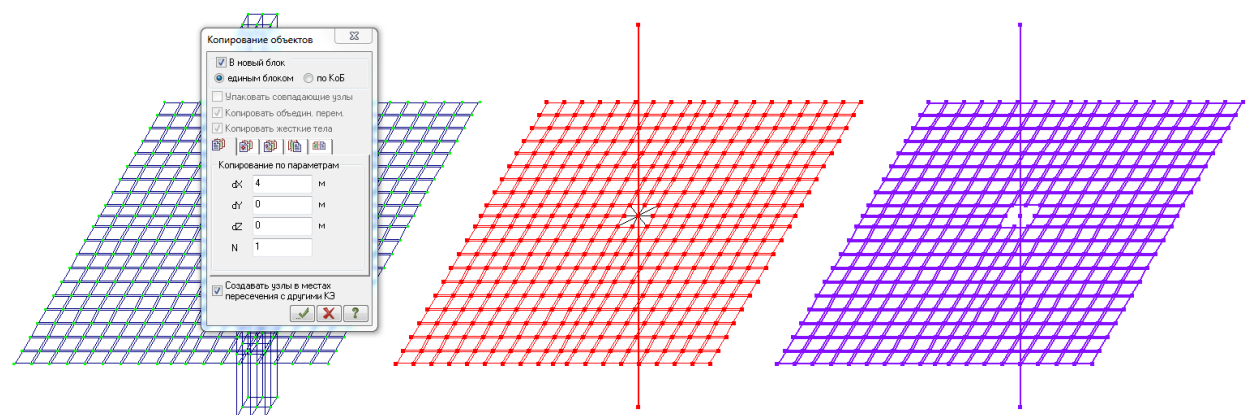


Зададим жесткости для «паучка»



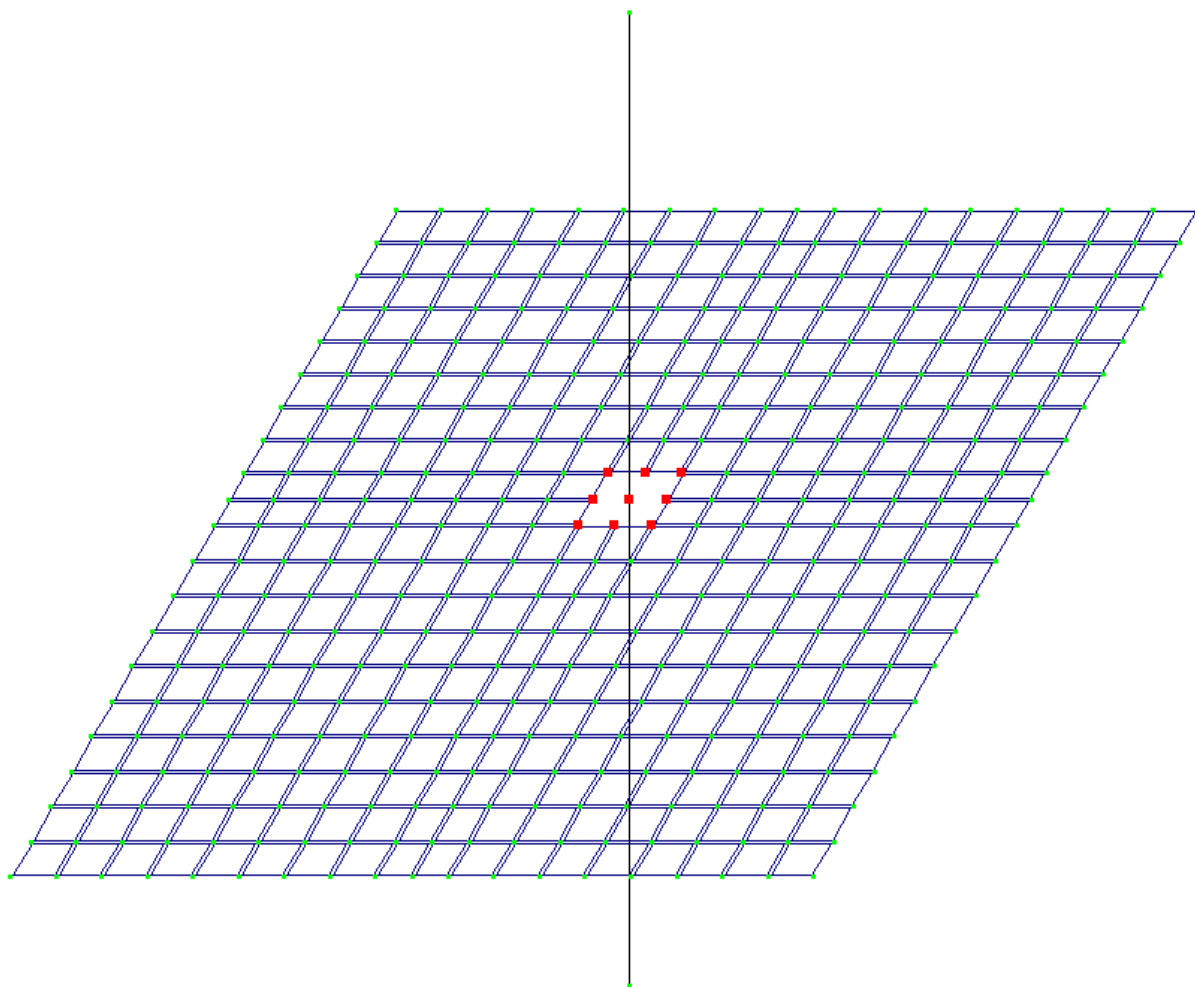
в) Создание 3-й модели : АЖТ по размеру колонны

Скопируем элементы плиты перекрытия и колонны из 2-й модели

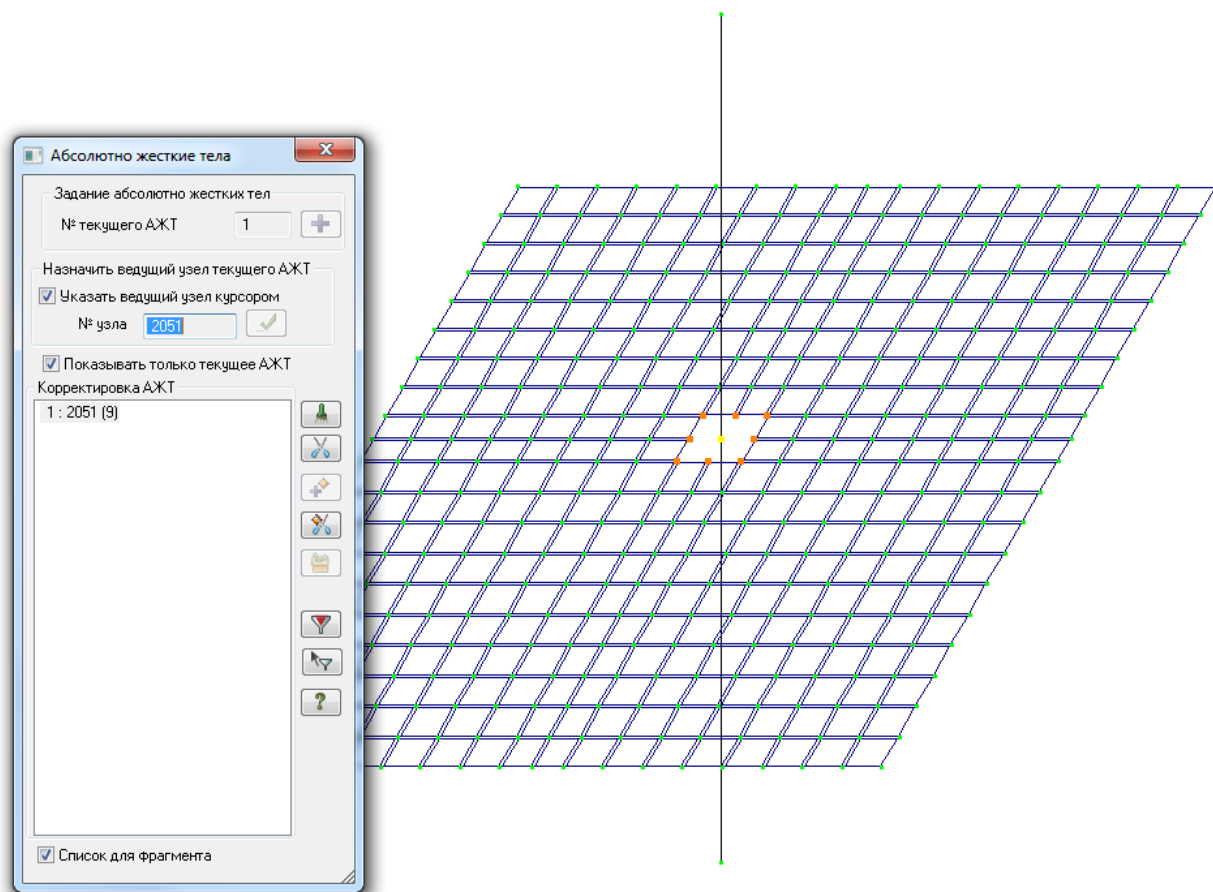


Создание АЖТ выполняется при помощи отметки на схеме соответствующих узлов и присвоения одному из них статуса ведущего узла

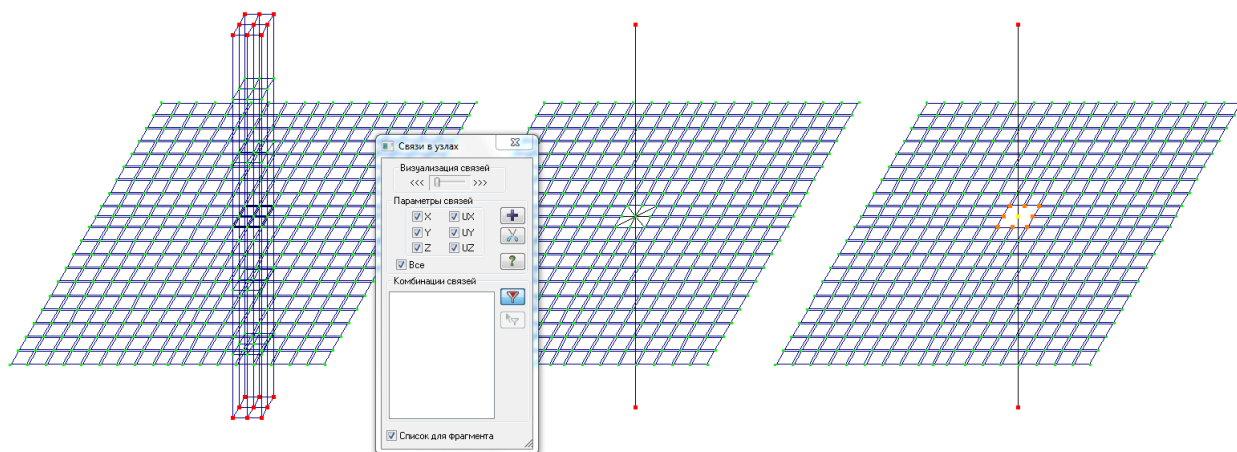
Выделим все узлы, относящиеся к контуру колонны



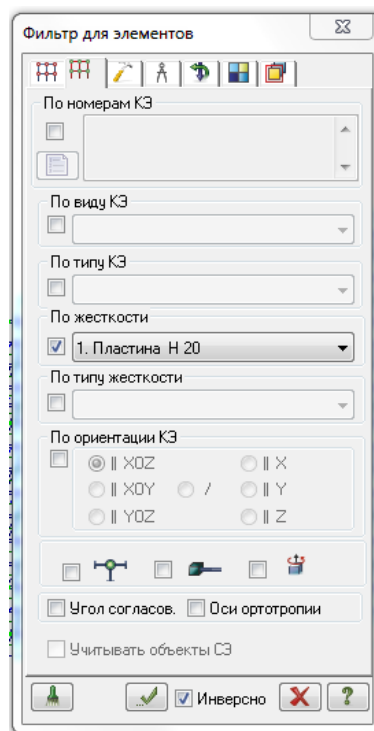
Во вкладке – *Жесткости и связи* - *Абсолютно жесткое тело* – отметим центральный узел колонны (он окрасится в черный цвет). Нажать кнопку «+»



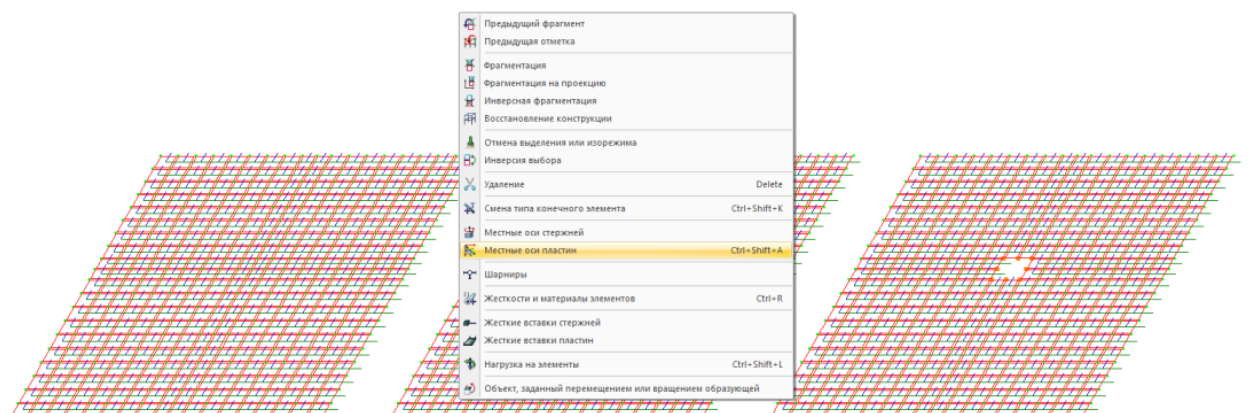
Зададим жесткое закрепление колонн во всех схемах



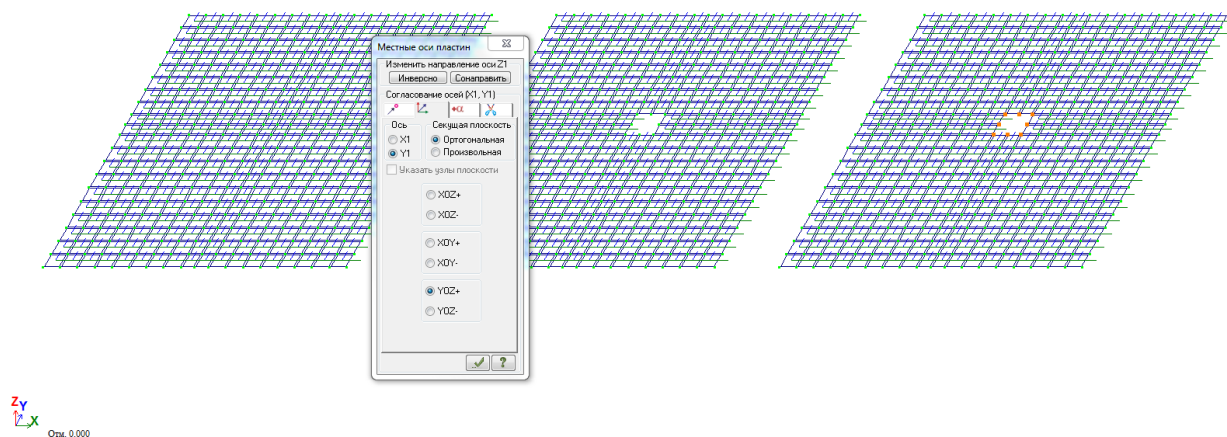
Выполним согласование местных осей пластин (для корректного чтения результатов). Для этого выделим все пластины перекрытия через Полифильтр - Фильтр для элементов - По жесткости.



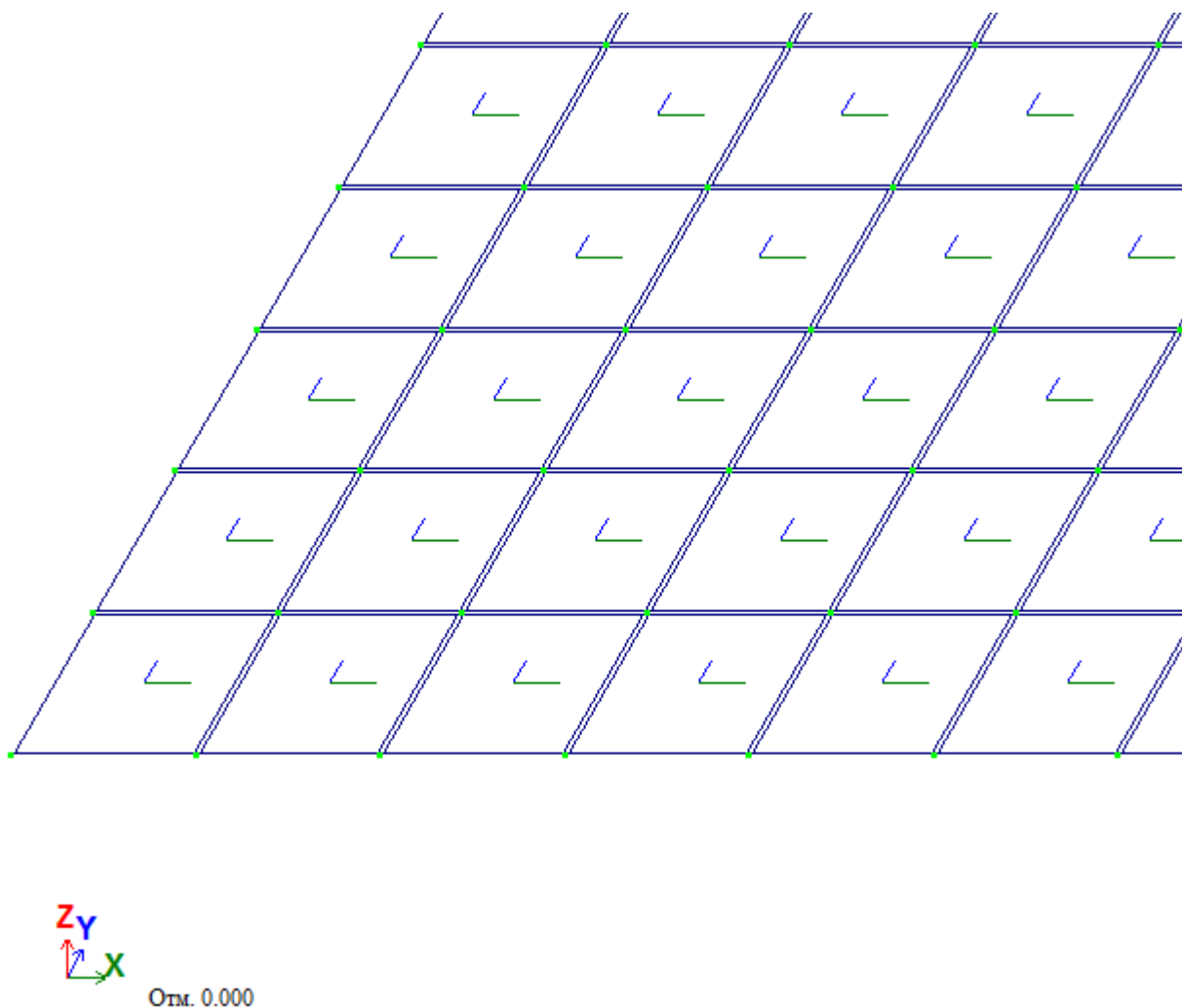
Нажав правую кнопку мыши обратимся к вспомогательному меню «Местные оси пластин»



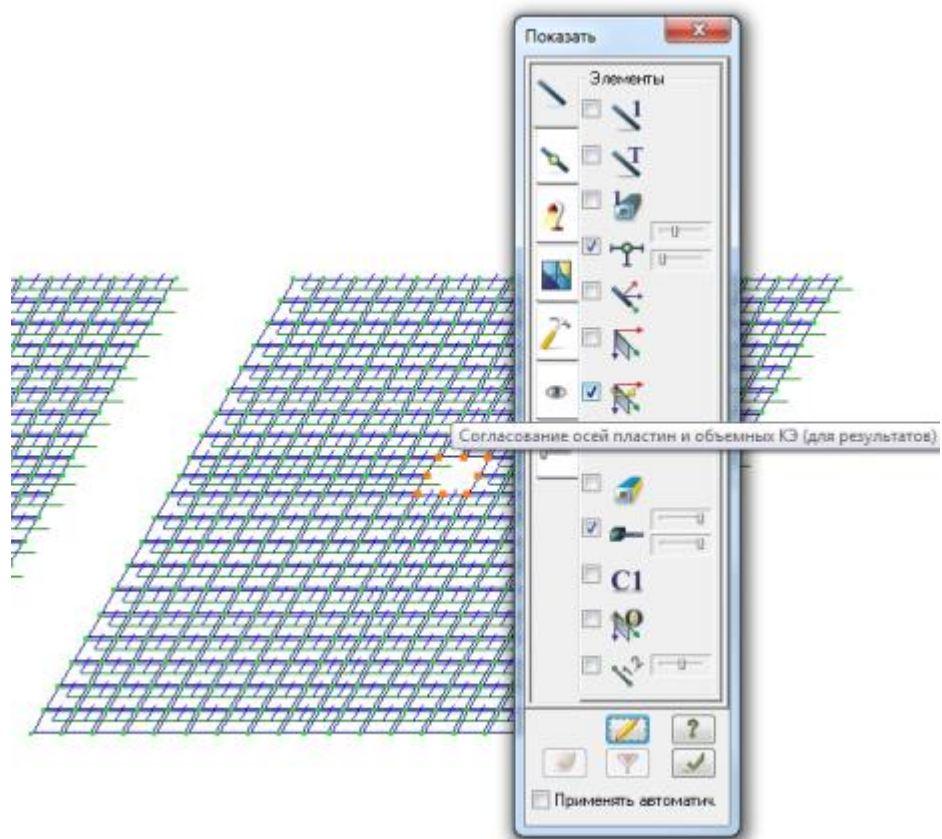
В котором выполним согласование местных осей Y и X пластин и глобальных осей (для удобства чтения результатов)



При этом будет выполнено согласование метных о лобальных осей всех элементов пластин, как указано на фрагменте.



Визуализация местных осей пластин выполняется через флаги рисования, как указано на рисунке.



Как видно по рис. ниже изгибающий момент в опорной зоне в плите имеет различия для различных схем. При этом, усредненные значения будут близки.

