

## Компьютерный практикум № 4

### Определение внутренних усилий в элементах конструкции для анализа результатов испытаний.

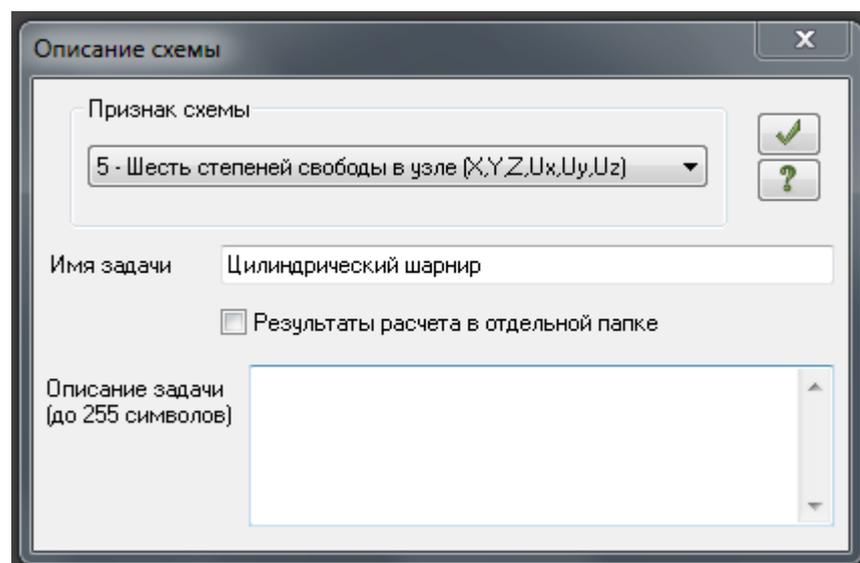
Определение внутренних усилий в элементах конструкций для анализа результатов экспериментальных исследований значительно зависит от способа моделирования условий опирания исследуемой конструкции на смежные опорные конструкции.

В данном компьютерном практикуме будет рассмотрена задача моделирования условий опирания пластинчатых элементов на примере программного комплекса ЛИРА-САПР.

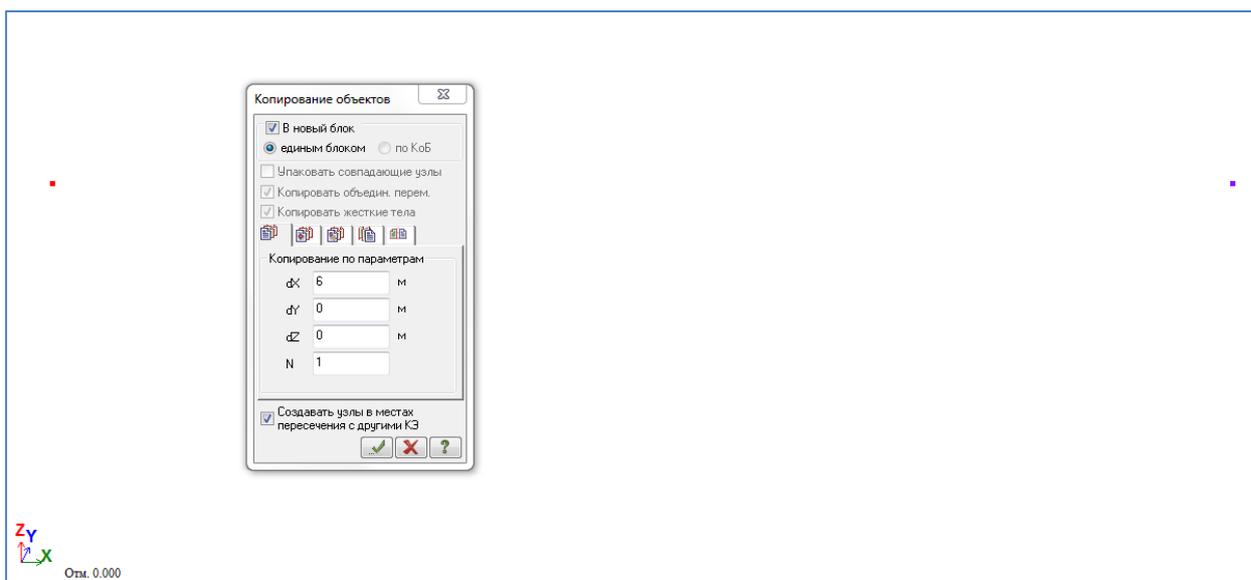
По умолчанию КЭ оболочки (стены и плиты) сопрягаются друг с другом жестко.

Для моделирования шарнирного опирания плиты перекрытия на стены необходимо создать цилиндрический шарнир помощью функции объединение перемещений – создать шарнир с расшивкой узлов.

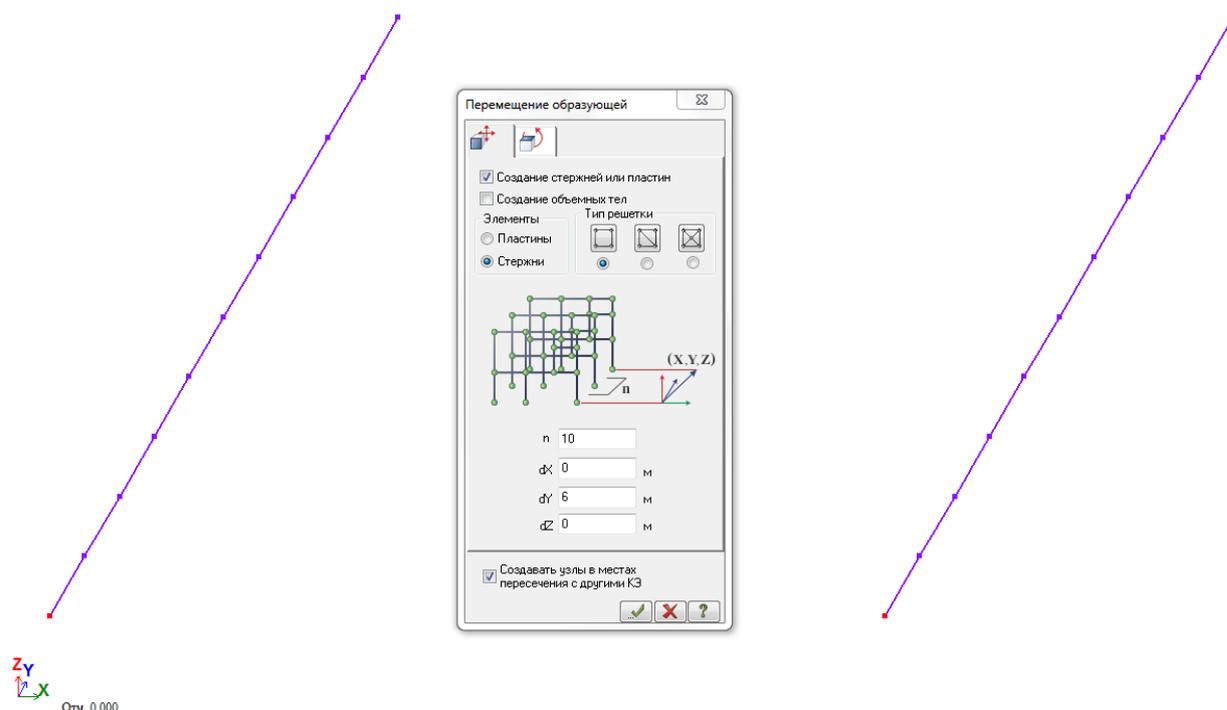
Создадим новую задачу



Создадим первый узел и скопируем его в направлении X на 6 метров.

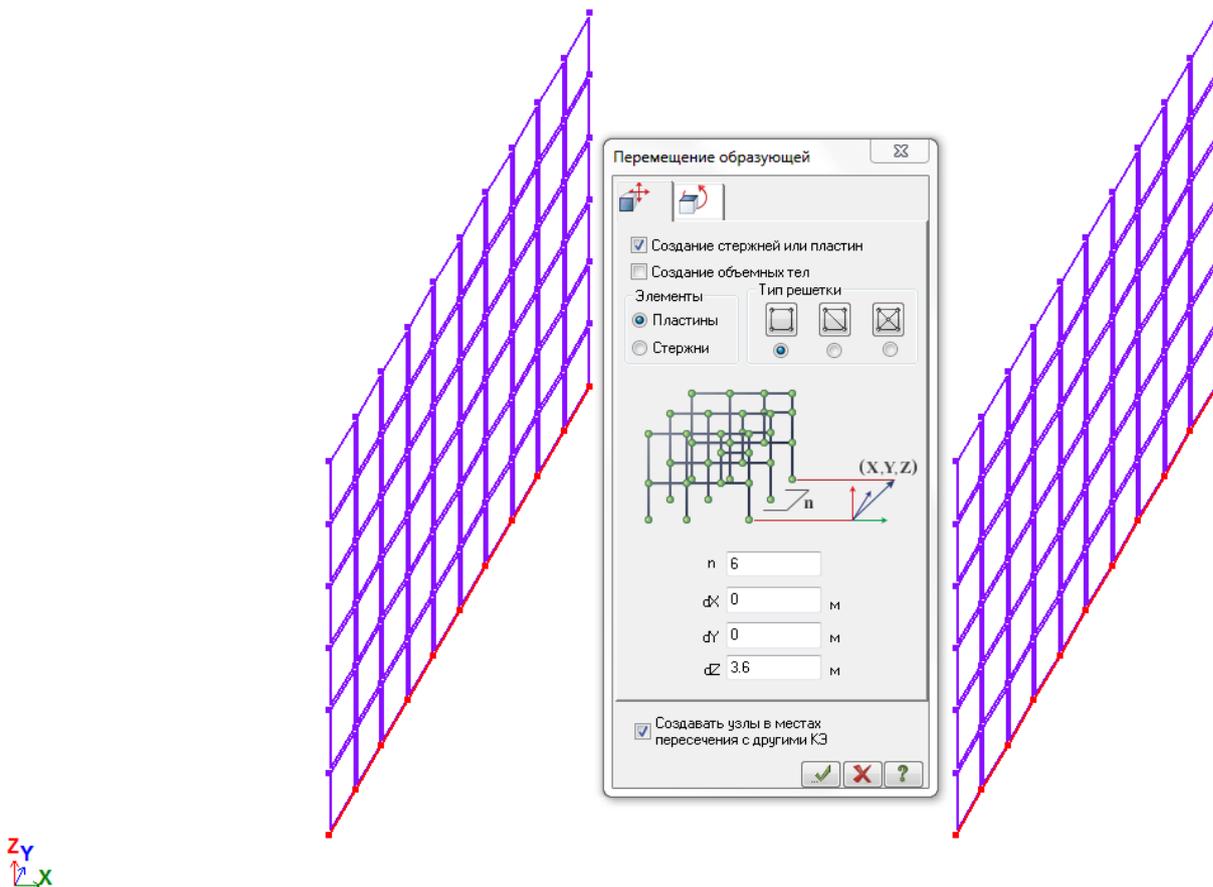


Создадим из полученных двух узлов и используя функцию – *Перемещение образующей* - два вспомогательных стержня, состоящих их 10 равных частей в направлении Y на 6 метров.

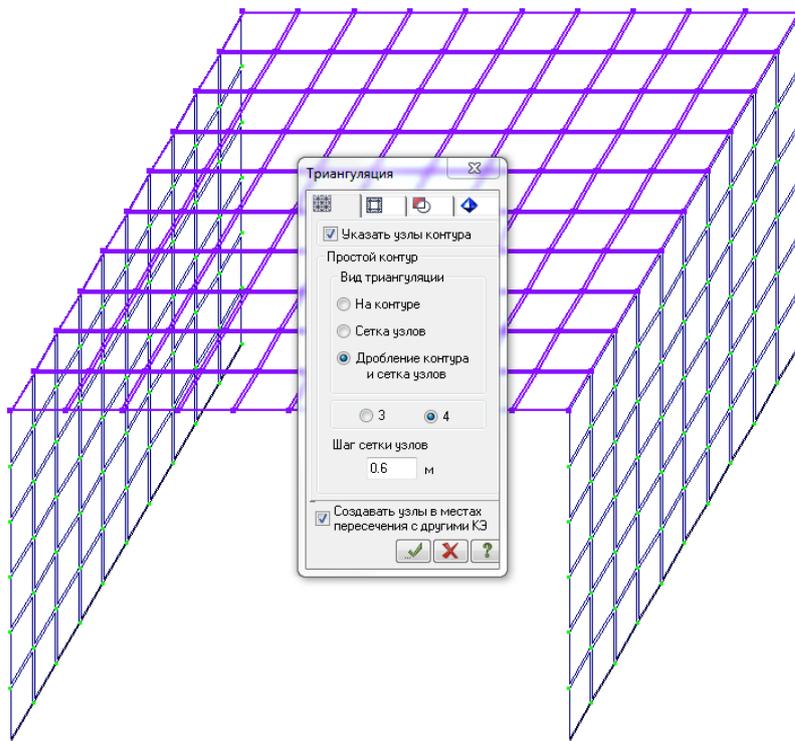
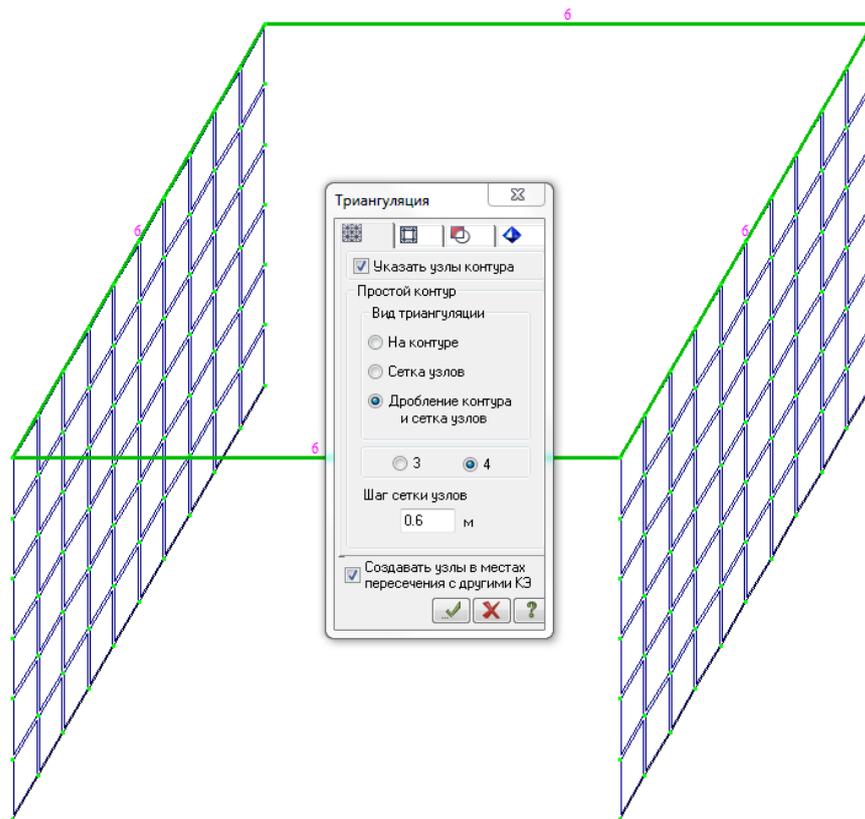


Используя функцию – *Перемещение образующей* – создадим из вспомогательных стержней пластины в вертикальном направлении Z на

3,6метра (количество элементов на 3,6 метра – 6 элементов). Таким образом, мы создадим элементы для стен.

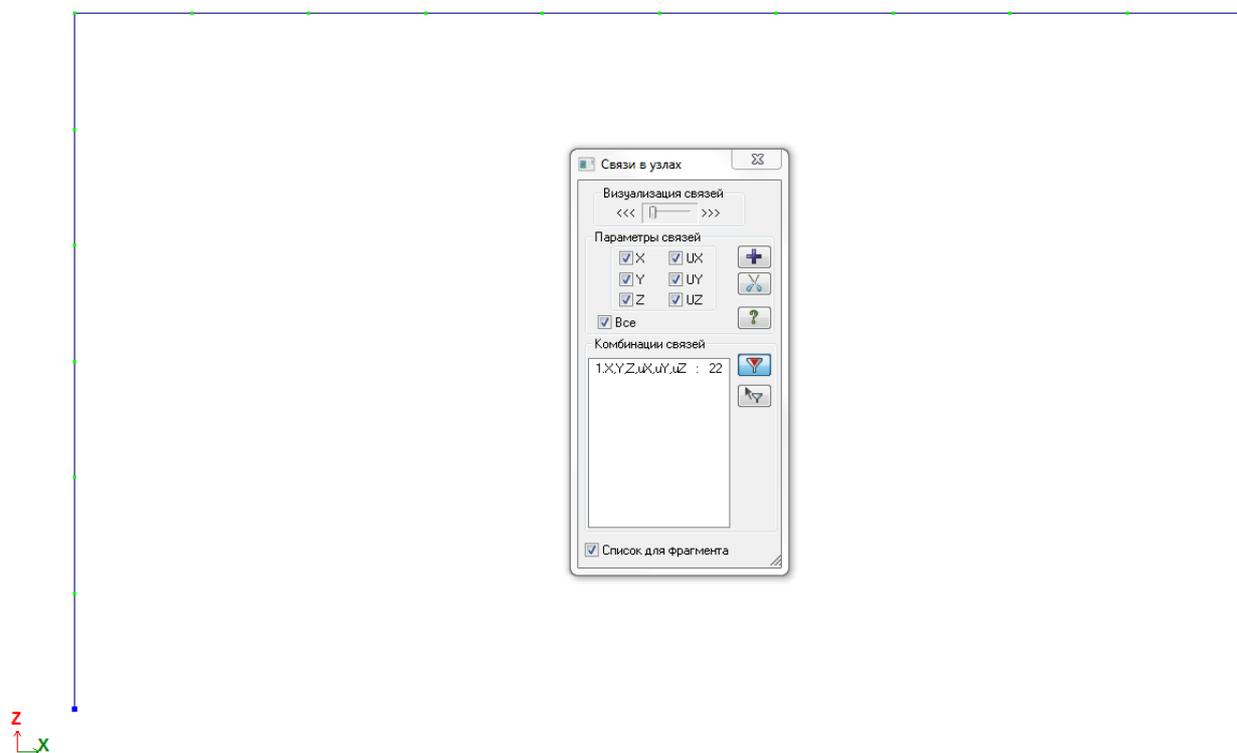


Помощью функции – *Создание и триангуляция контуров* - создадим конструкции перекрытия из пластинчатых элементов.

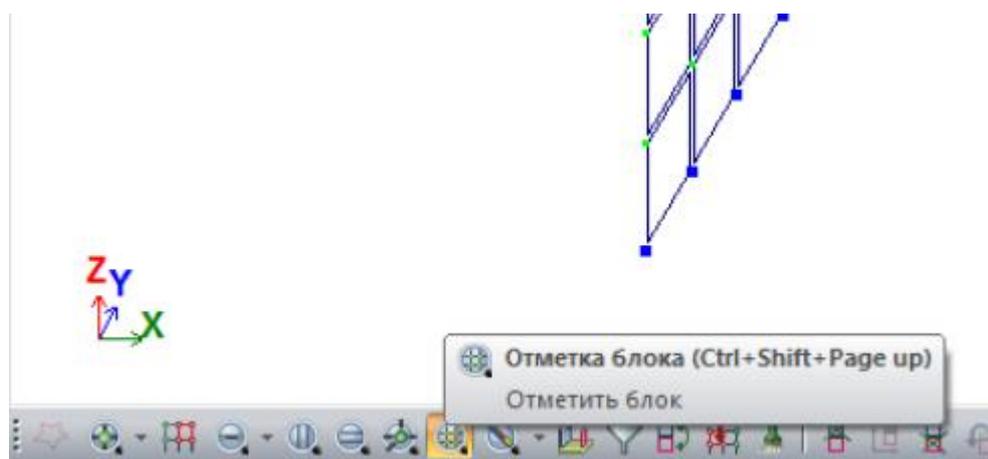


Удалим лишние элементы вспомогательных стержней. Выполним упаковку схемы.

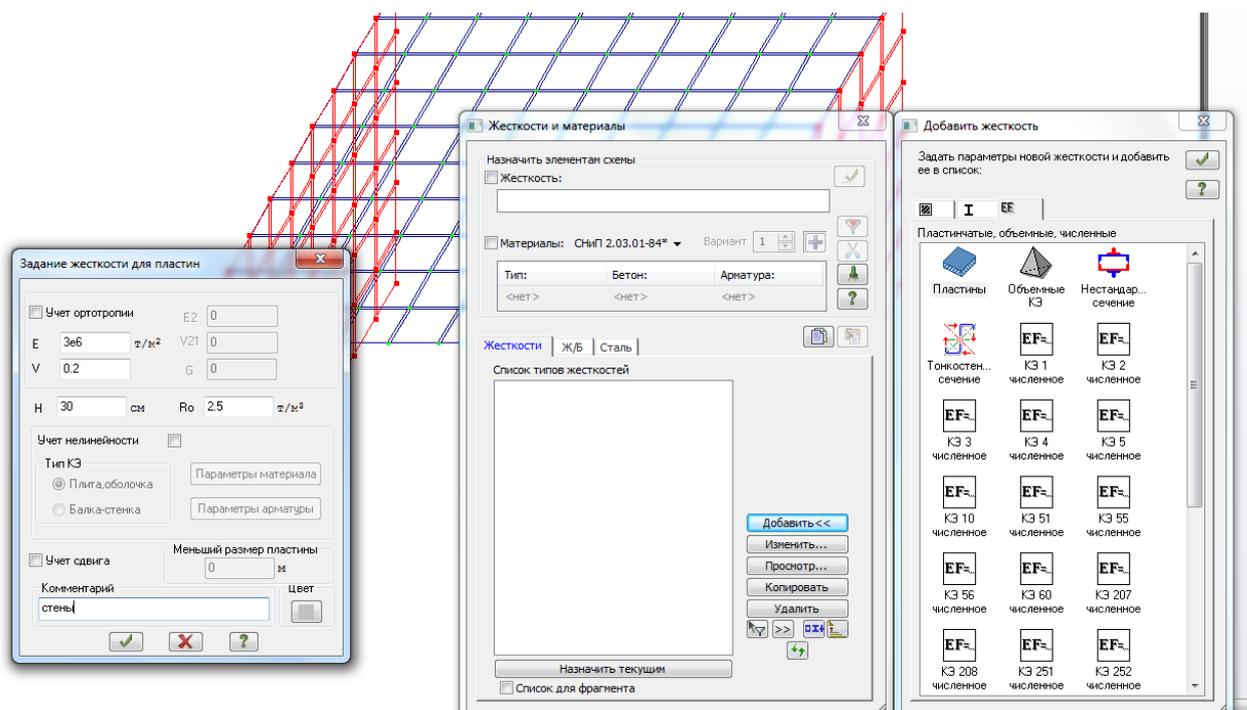
Зададим жесткое закрепление элементов стен в опорных зонах. Для этого повернем вид в проекции XOZ, выберем нижние опорные узлы стен и зададим их закрепление во всех направлениях.



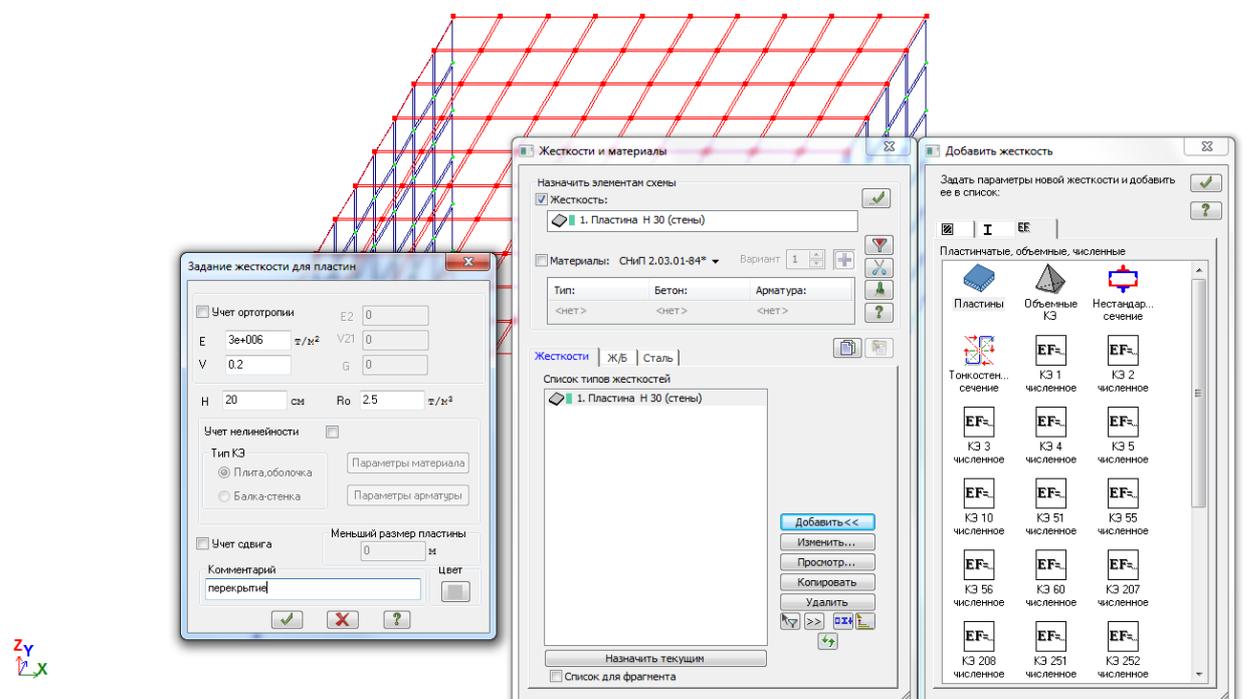
Зададим жест костные характеристики для элементов стен. Для этого выберем все элементы стен с помощью функции - *Отметка блока*.



Выбрав элементы стен, зададим жесткостные характеристики для железобетонной стены толщиной 30см.

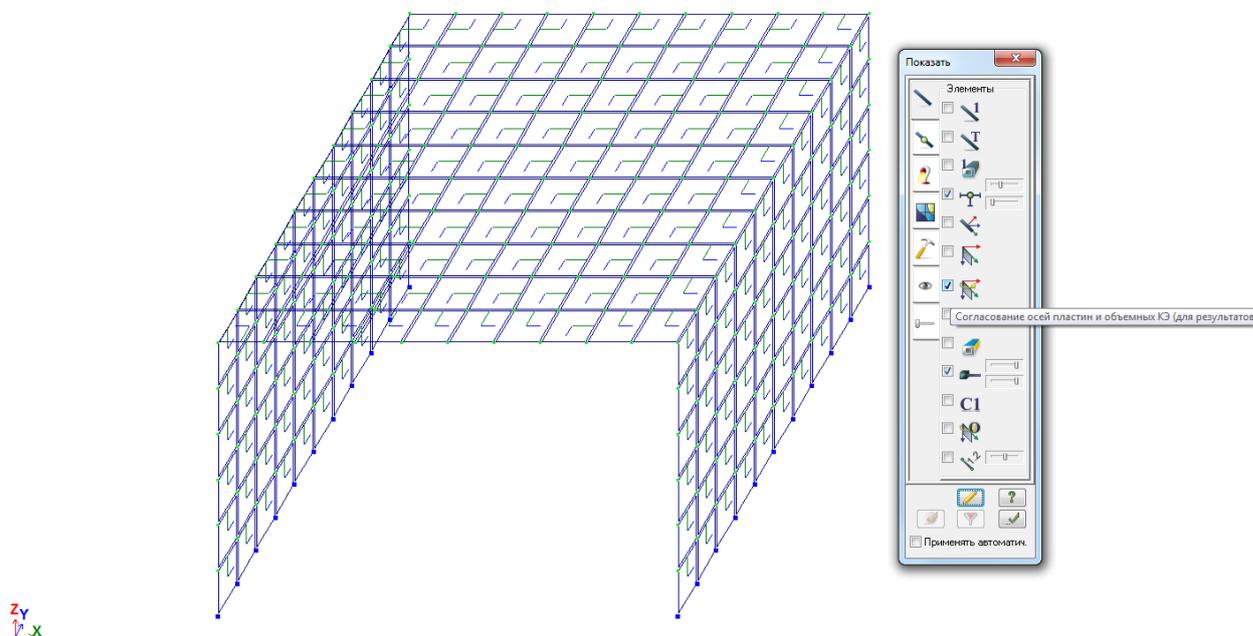


По аналогии создадим жесткостные характеристики для железобетонной плиты перекрытия толщиной 20 см, предварительно выбрав элементы, используя функцию – Выбор блока.

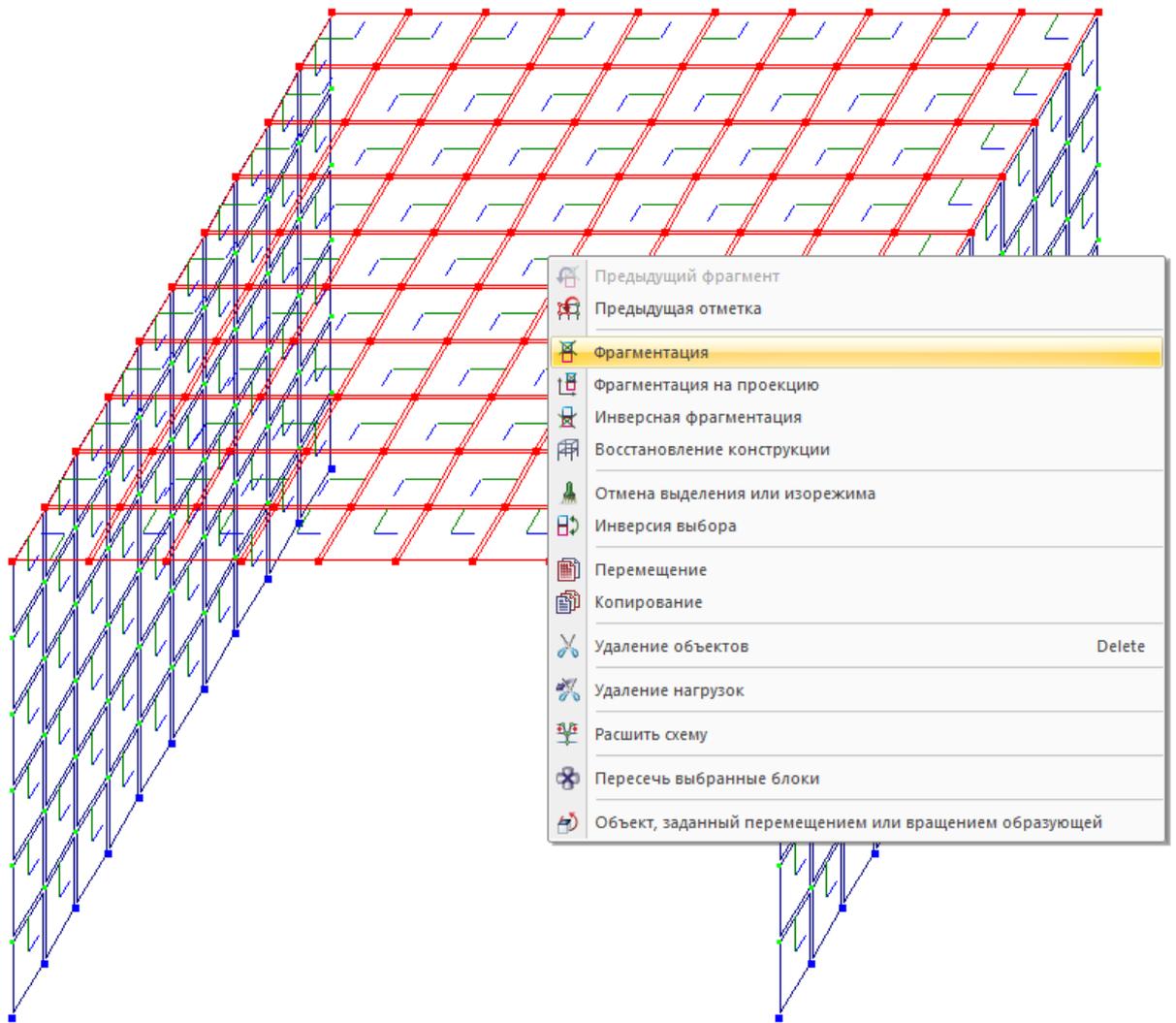


Выполним согласование ориентации положения элементов в пространстве. Для этого, используя функцию – *Флаги рисования* – зайдём в

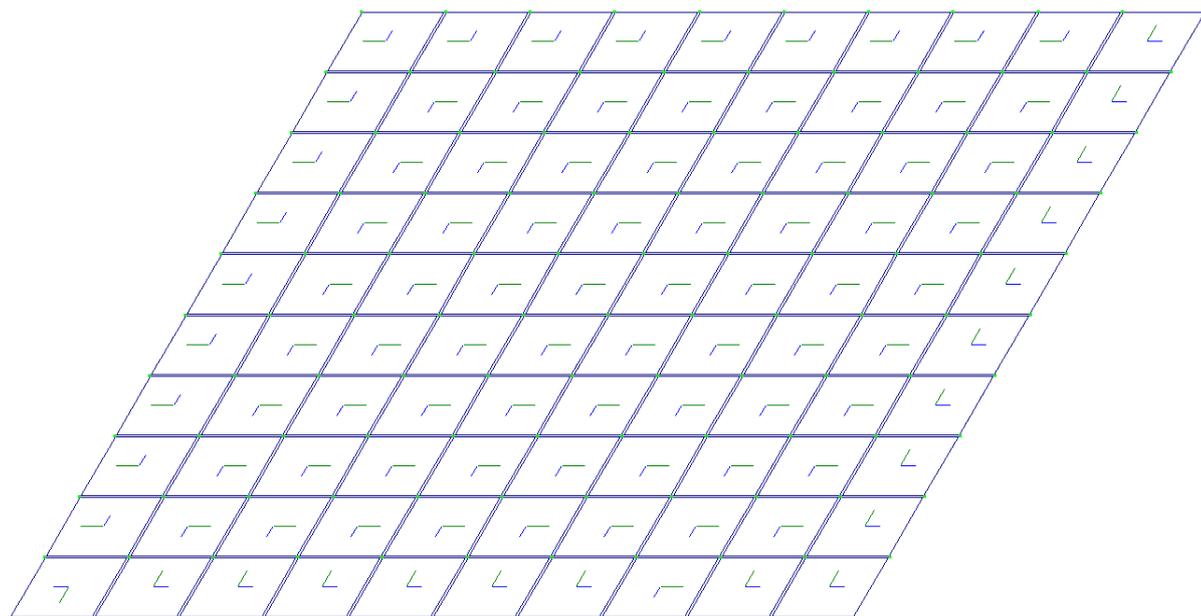
закладку – *Элементы* и поставим галочку – *Согласование осей пластин и объемных КЭ (для результатов)*. Нажать – *Применить*.



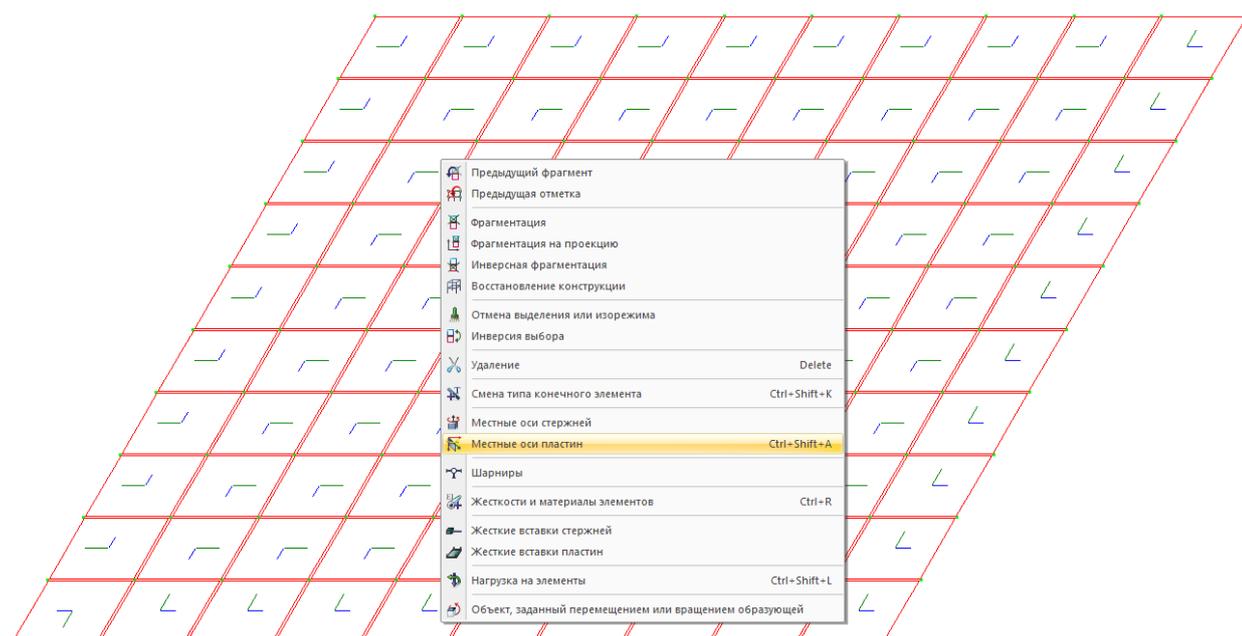
Используя функцию – *Выбор блока* - отметим элементы перекрытий. Далее нажав правую кнопку мыши, вызовем вспомогательное окно - *Фрагментация*.



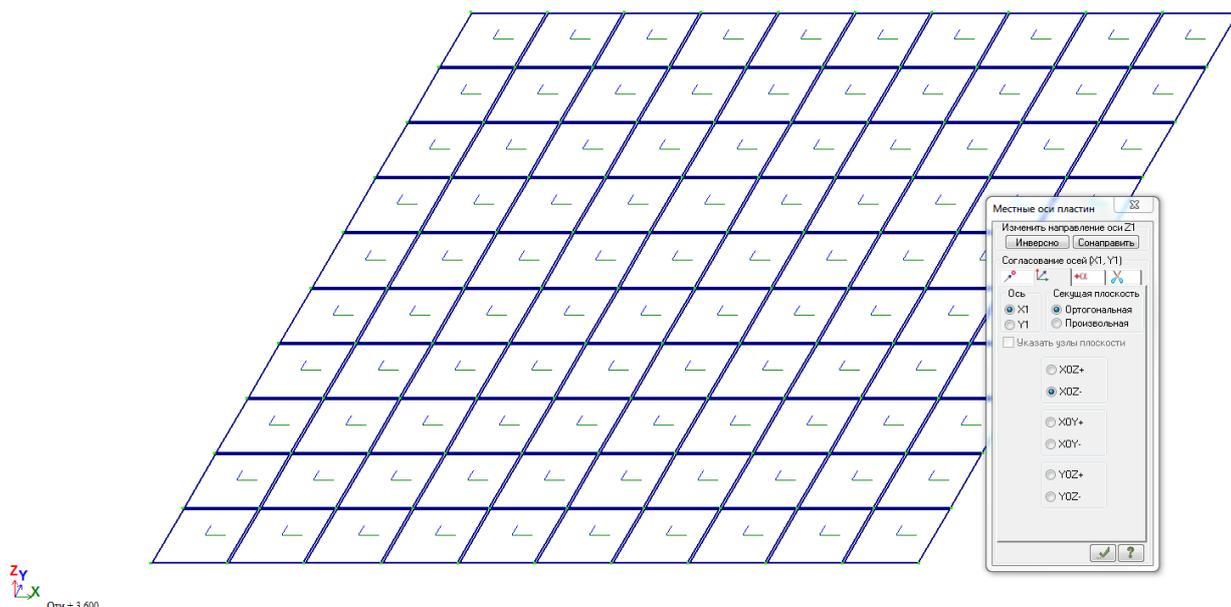
Обратим внимание, что при автоматическом триангулировании сетки элементов у нас отдельные элементы ориентированы не согласованно. Для правильного чтения результатов расчета необходимо, чтобы все элементы конструкции были ориентированы в едином направлении.



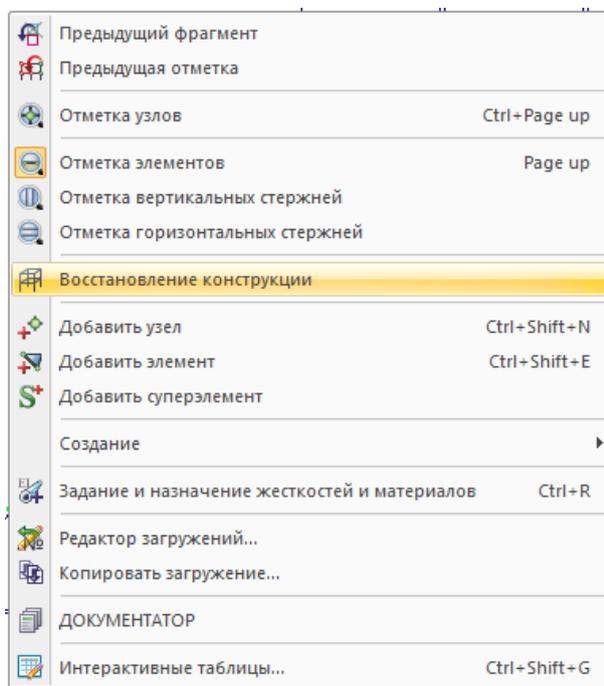
Выберем все элементы конструкции перекрытия, используя функцию – *Отметка элементов*. Далее нажав правую кнопку мыши, вызовем функцию – *Местные оси пластин*.



Нажмем – *Сонаправить*. Далее снова выберем элементы с помощью функции – *Выбор элементов*. Далее зайдя в закладку – *Согласование осей* ( $X1, Y1$ )- добиваемся согласования осей с направлением глобальных осей (для удобства чтения результатов).

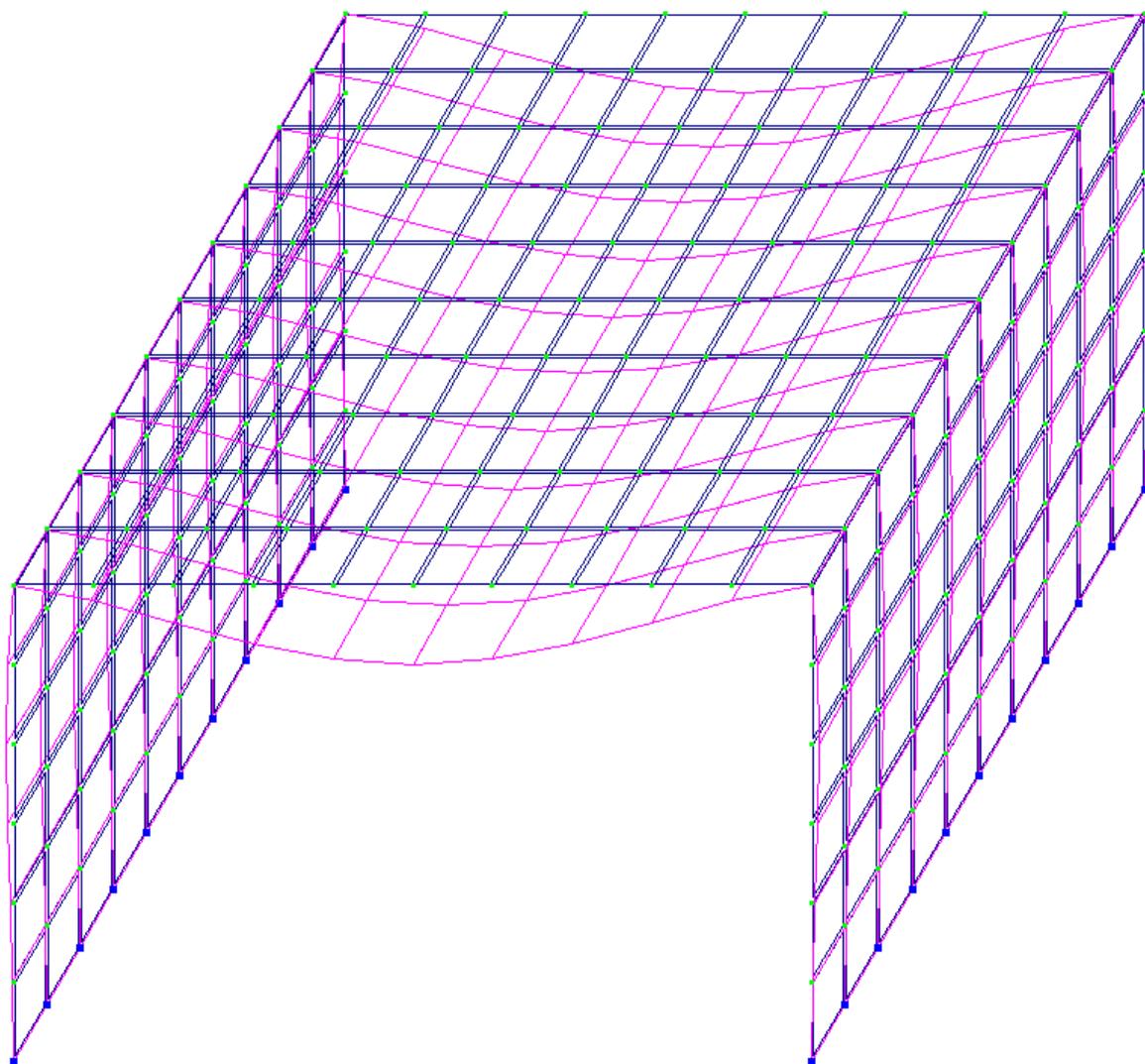


Выполнив данные операции, следует далее отключить во флагах рисования отображение местных осей. Для этого, используя функцию – *Флаги рисования* – зайдём в закладку – *Элементы* и **снимем** галочку – *Согласование осей пластин и объемных КЭ (для результатов)*. Нажать – *Применить*. И далее необходимо восстановить прежний вид всех конструкций с помощью меню правой кнопки мыши.



Зададим нагрузку от собственного веса. Зайдем во вкладку - *Нагрузки* и добавим собственный вес. Это необходимо сделать, чтобы выполнить

пробный поверочный расчет. Далее выполним расчет и проанализируем формы деформирования элементов.



На исходной схеме деформирования наблюдаем, что по умолчанию сопряжение элементов стен и плиты перекрытия в программе задается с жесткими узлами.

При выполнении экспериментальных исследований конструкций зачастую приходится выполнять проверку наличия шарнирного опирание конструкций. Например, опирание железобетонных плит на кирпичную кладку, опирание железобетонных плит на ригели, опирание железобетонных монолитных плит на стены в узлах температурно-деформационных швов и т.д. Все экспериментальные данные должны проверяться поверочными

расчетами. Для этого необходимо уметь пользоваться возможностями моделирования шарнирных соединений в различных расчетных комплексах.

Как отмечалось выше - по умолчанию КЭ оболочки (стены и плиты) сопрягаются друг с другом жестко. Для моделирования шарнирного опирания плиты перекрытия на стены необходимо создать цилиндрический шарнир помощью функции объединение перемещений – *Создать шарнир с расшивкой узлов*.

Шарнир в пластинах алгоритмически организуется при помощи расшивки схемы по соответствующей линии узлов, как правило, ориентированной вдоль одной из осей глобальной системы координат. Расшивка сопровождается раздвоением узлов на линии расшивки (в одних и тех же координатах появляется по два узла). Чтобы не допустить полного нарушения совместности, новым узлам должно быть дано указание, к каким именно элементам они должны принадлежать.

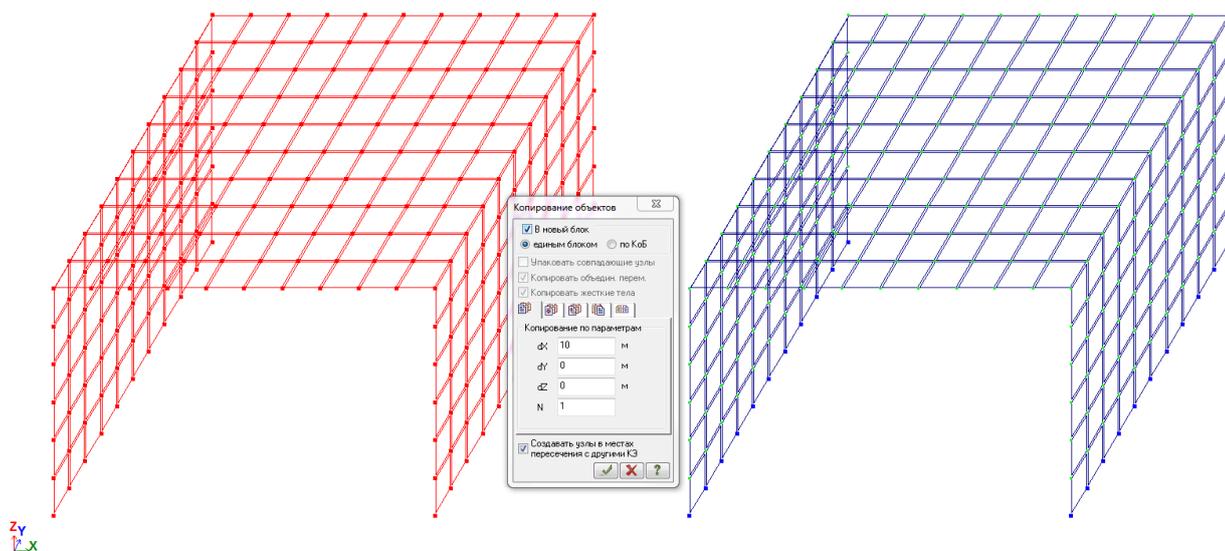
В связи с этим моделирование шарнира в пластине рекомендуется производить в следующем порядке:

- Отметить на схеме узлы, лежащие на линии расшивки.
- Отметить на схеме элементы, которым должны принадлежать новые узлы (элементы, примыкающие к отмеченным узлам).
- Создать для линии узлов расшивки группу объединения соответствующих перемещений и с помощью установки соответствующих флажков зафиксировать нужные перемещения -X, Y, Z, UX, UY, UZ. Так, например, если на линии расшивки необходимо создать шарнир вокруг оси Y, то в группу объединения войдут все перемещения, кроме UY.
- Занести созданную группу в поле ввода текущей группы и в поле накопления групп при помощи команды *Применить*.

В результате выполнения команды произойдет раздвоение всех узлов на линии стыка. Узлы с большими номерами будут принадлежать отмеченным ранее элементам.

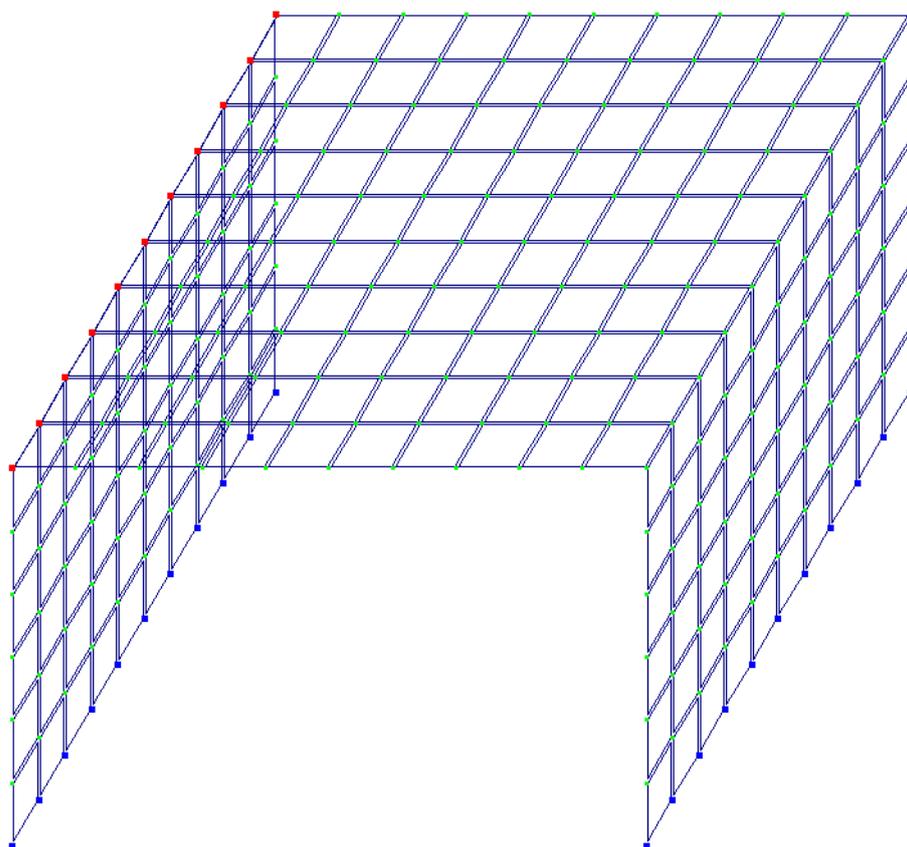
Реализуем это в нашем примере

Выполним копирование схемы по направлению  $X=10\text{м}$ .

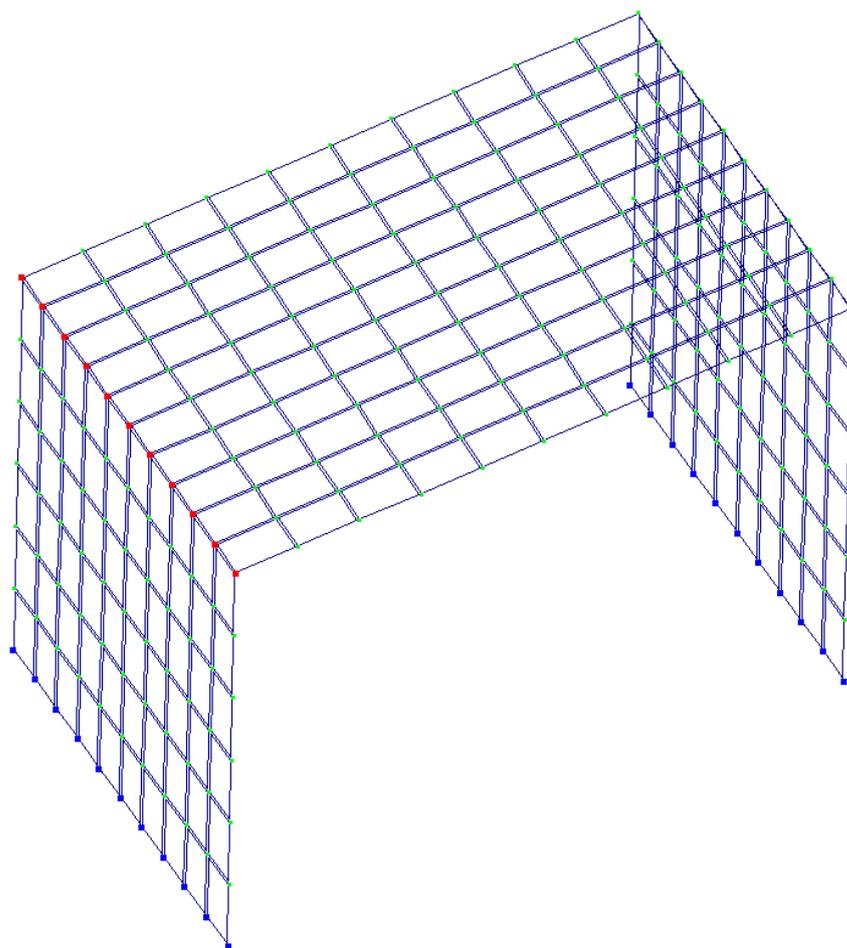


Начальную схему оставим для сравнения. Все операции будем выполнять на правой схеме.

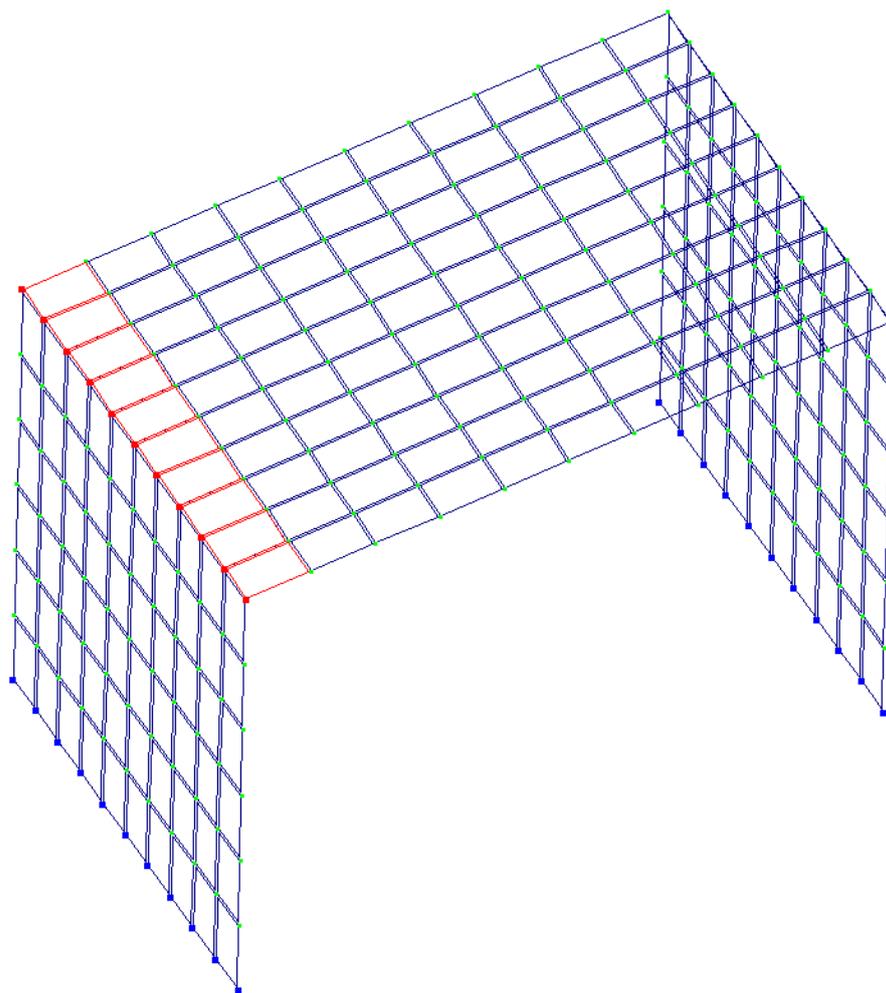
- Отметим на схеме узлы, лежащие на линии расшивки для левой стены



Для удобства можно развернуть вид на 90 градусов

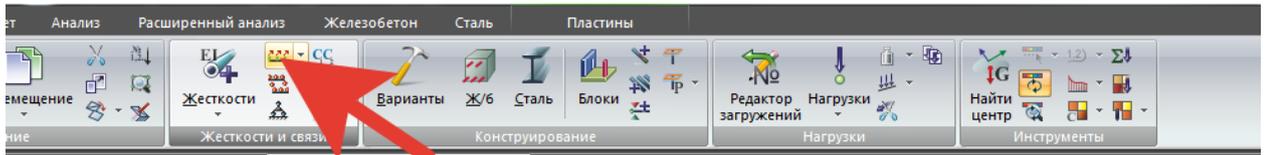


● Отметим на схеме элементы, которым должны принадлежать новые узлы (элементы, примыкающие к отмеченным узлам).

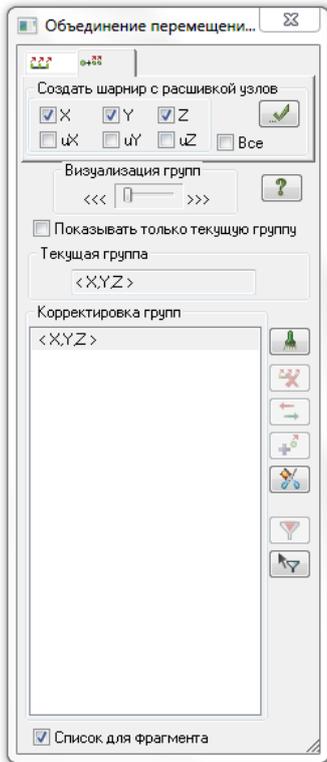
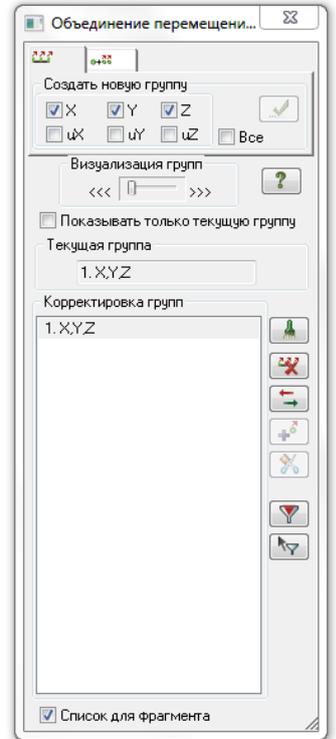
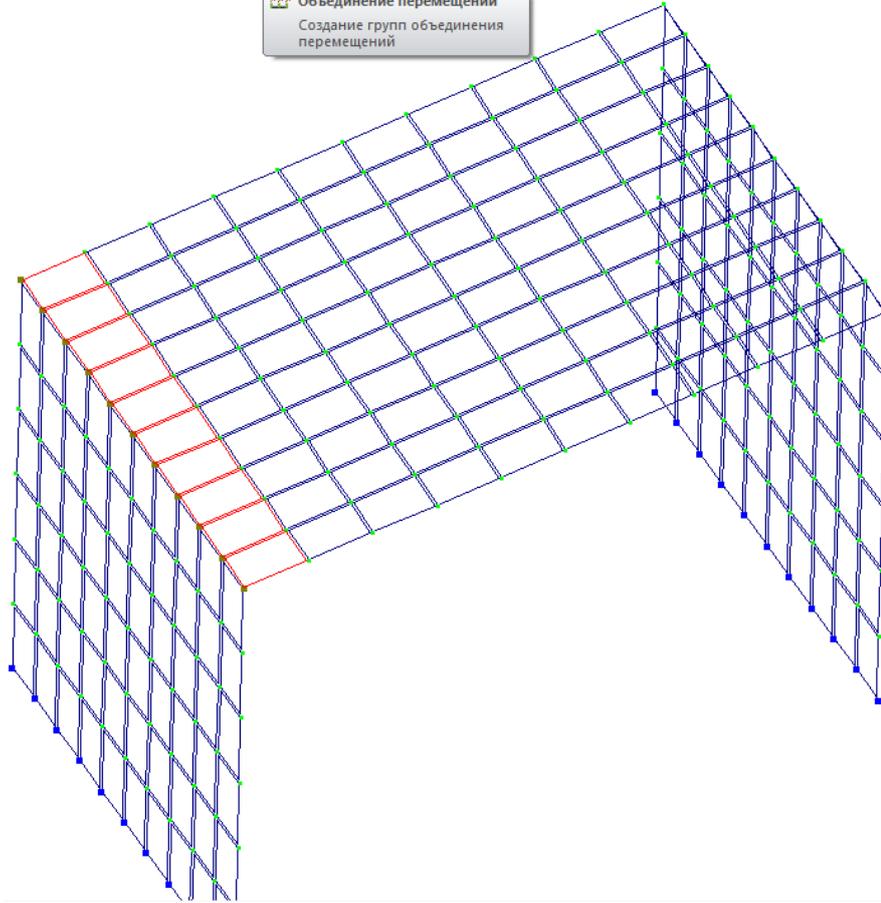


•Создадим для линии узлов расшивки группу объединения соответствующих перемещений и с помощью установки соответствующих флажков зафиксировать нужные перемещения  $-X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $UX$ ,  $UY$ ,  $UZ$ . Так, например, если на линии расшивки необходимо создать шарнир вокруг оси  $Y$ , то в группу объединения войдут все перемещения, кроме  $UY$ .

В меню – *Жесткости и связи* - нажмем функцию – *Объединение перемещений*. Поставим галочки для направлений  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ .

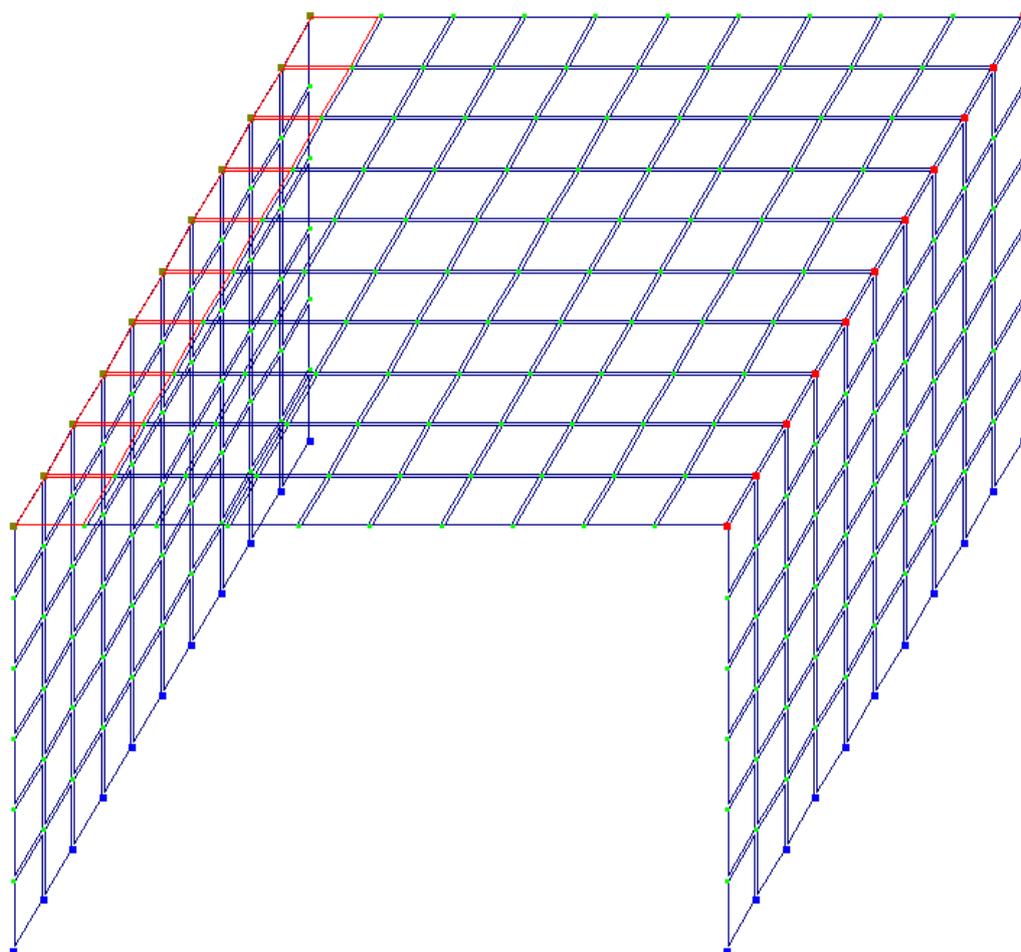


Объединение перемещений  
Создание групп объединения перемещений

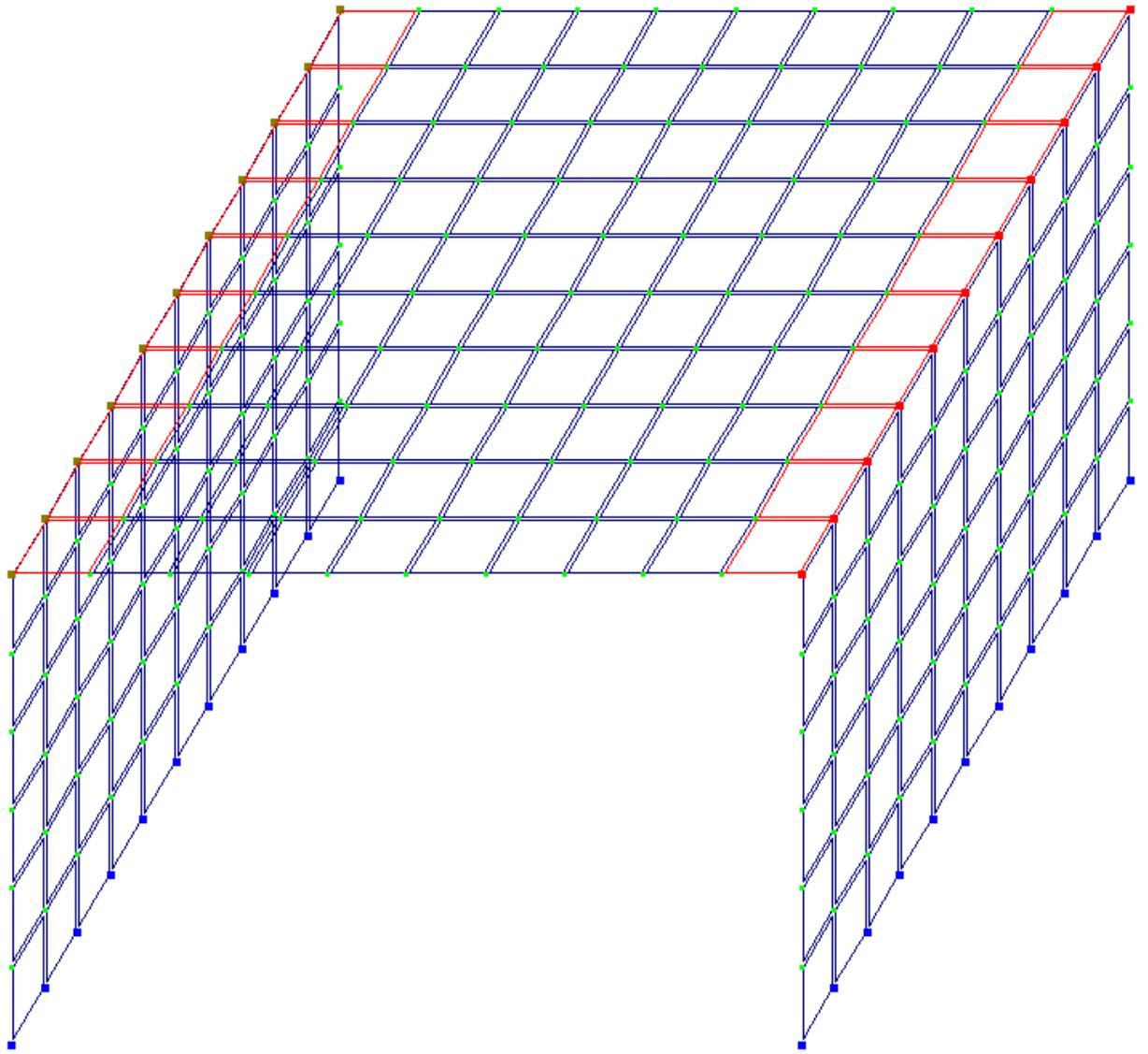


По аналогии выполним операции для узлов опирания с правой стороны.

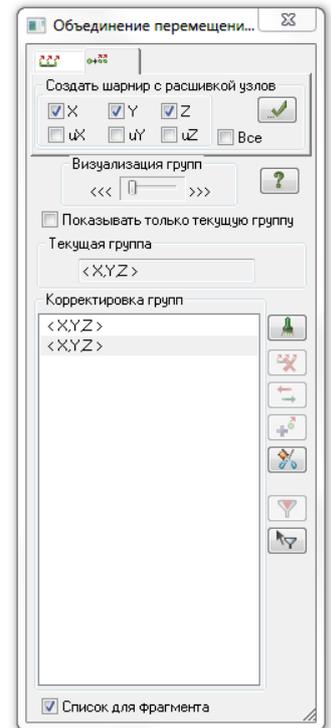
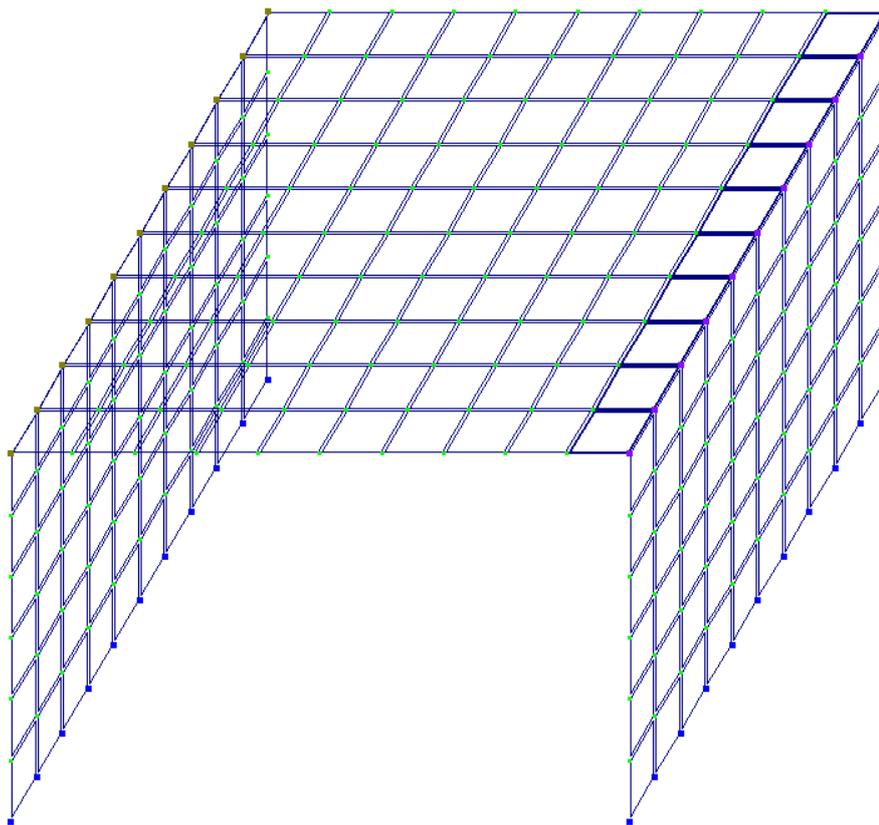
Шаг 1.



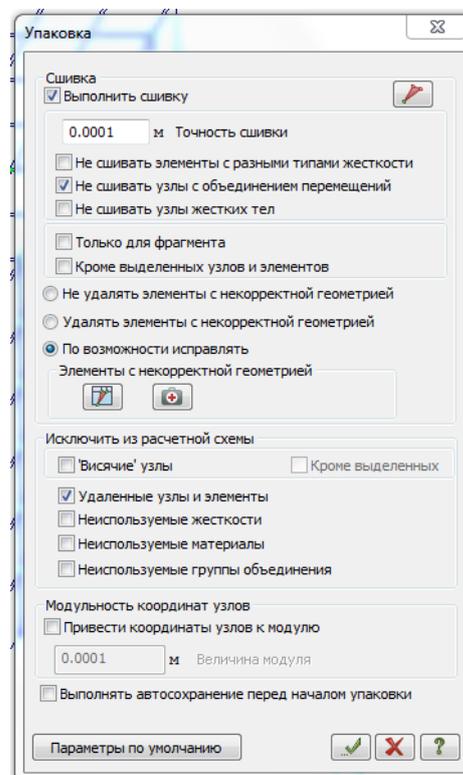
Шаг 2



Иллар 3.



Используя объединение перемещений, во время упаковки **нельзя** **снимать галочку** «Не сшивать узлы с объединением перемещений».



# Выполним расчет и получим сравнение двух вариантов закреплений

