

Компьютерный практикум №6

Компьютерная оценка прогибов строительных конструкций

В практике выполнения экспериментальных исследований часто возникает необходимость проверки фактических прогибов строительных конструкций. Расчетное сопровождение данных исследований для современных многоэтажных зданий зачастую невозможна без применения современных расчетных комплексов, так как величина прогиба отдельной конструкции в единой расчетной схеме из тысяч различных элементов также зависит от взаимных перемещений смежных конструкций. Каждый расчетный комплекс имеет ряд особенностей, учет которых необходим для получения адекватных результатов.

В ПК Лира-САПР при расчете стальных балок по II-й ГПС (по прогибам) необходимо создавать раскрепления для прогибов.

Информация из справки LIRA SAPR (Справка\Пояснения Сталь\Проверки прогибов):

Проверка прогиба осуществляется сопоставлением реально определенного относительного прогиба (L/f) с максимально возможным для данного конструктивного элемента прогибом.

В данной версии проверка выполняется только для балок на основании состава загрузжений во всех сочетаниях. Учитываются коэффициенты надежности по нагрузке (заданные при формировании РСУ в среде ПК ЛИРА-САПР) и коэффициенты сочетания.

Перемещения, вызванные загрузжениями с долей длительности 0, в данном расчете не используются.

Прогибы находятся для каждого сечения на основании распределения M_{Y1} , M_{Z1} , Q_{Y1} , Q_{Z1} по длине элемента. Соответственно, увеличение количества расчетных сечений способствует более точному определению

прогибов (особенно, если воздействуют сосредоточенные силовые факторы).

В режиме локального расчета элемента (см. справочную систему СТК-САПР) имеется возможность расчета прогибов по огибающим эпюрам изгибающего момента в запас. Это может потребоваться, когда редактируются расчетные сочетания усилий (или нагрузок) и теряется связь с результатами расчета на ПК ЛИРА-САПР основной схемы.

Важно: Предусмотрена возможность определять не чистые перемещения (относительно локальных осей Y и Z в недеформированной схеме), а прогиб относительно двух выбранных условно неподвижных точек – точек раскрепления (в случае консоли, например, относительно одной точки).

На приведенном ниже фрагменте показан механизм определения прогибов (они обозначены как δ_i и δ_k) в конструктивном элементе с наложенными раскреплениями на элементы. Если раскрепления не наложены, то прогиб принимается равным полному расстоянию до оси X .

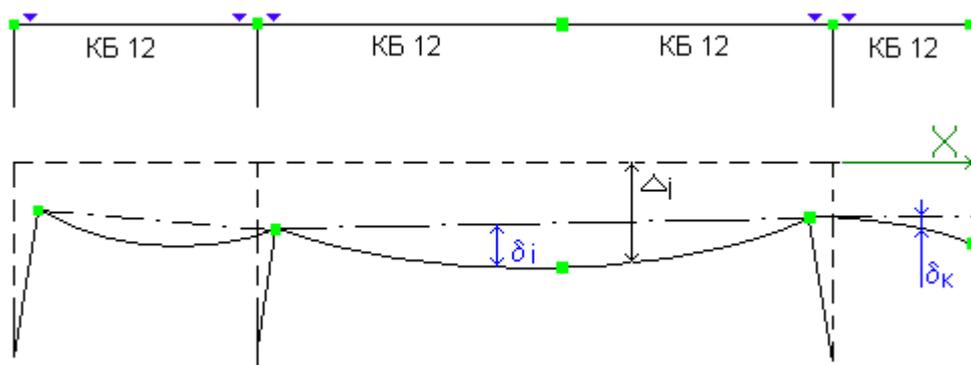


Схема к определению прогибов балки с раскреплениями и без раскреплений

Важно: Если балка (ригель) разбита по длине промежуточными узлами, то для нее необходимо создать конструктивный элемент и раскрепления для проверки прогибов создавать как для конструктивного элемента (т.е. для балки как единого целого). В расчете стальных конструкций коэффициент

расчетной длины (и для балок, и для колонн, и для ферм) применяется к длине конечного элемента (КЭ), если не задан конструктивный элемент (КоЭ). Если задан КоЭ, то коэффициент расчетной длины применяется к полной длине КоЭ.

Конструктивный элемент

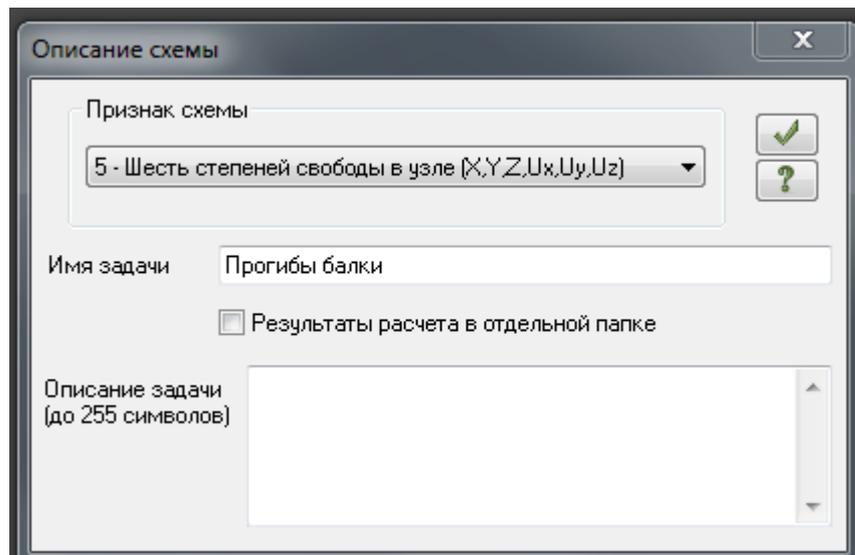
В некоторых случаях для корректного расчета стержневых элементов, разбитых по длине, необходимо их объединять в конструктивный элемент. Конструктивный элемент – это совокупность нескольких конечных элементов, которые при конструировании будут рассматриваться как единое целое.

В меню «Конструктивные элементы» нужно указать:

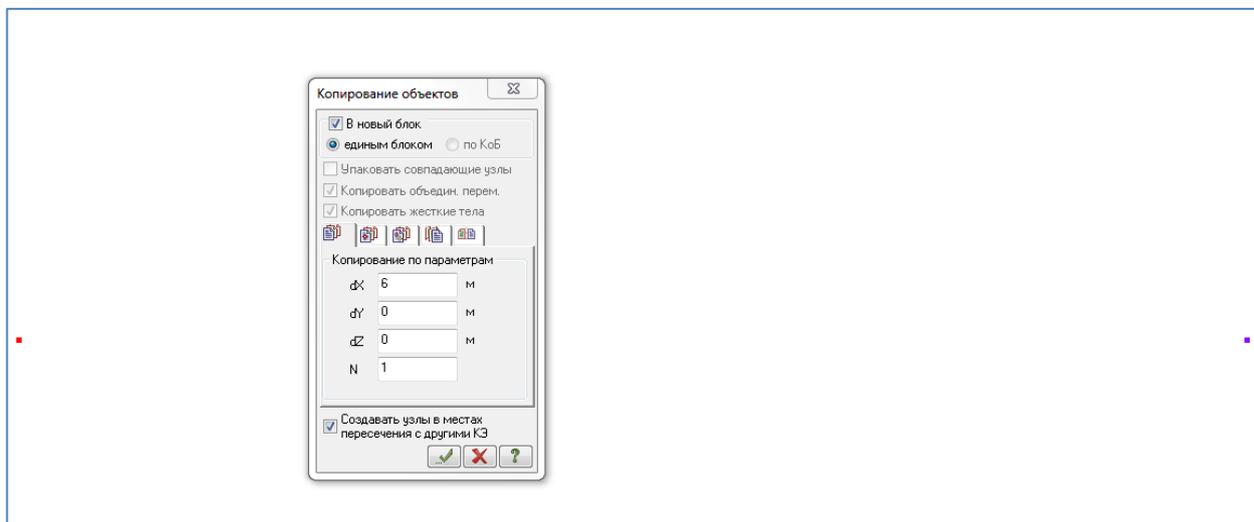
- Варианты конструирования, в которых будут задействованы данные КоЭ;
- Номер унифицированной группы КоЭ;
- Тип унификации КоЭ;
- Создать/Удалить КоЭ;

Пример расчета однопролетной балки

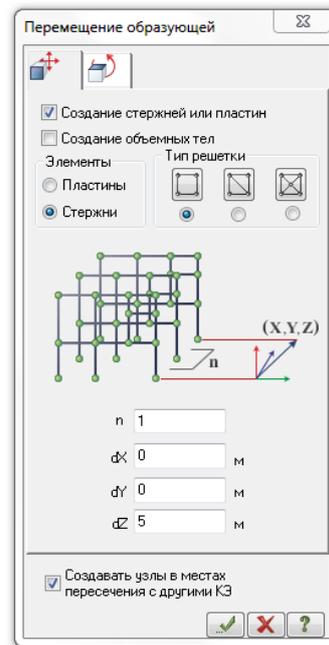
Создадим новый файл – *Прогибы балки*.



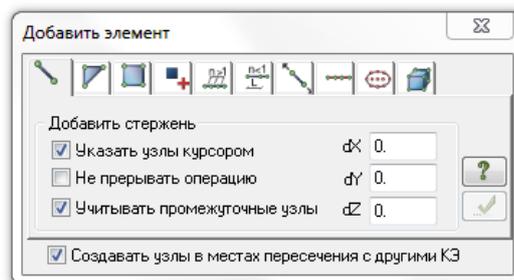
Создадим первый узел и скопируем его в направлении X на 6 метров.



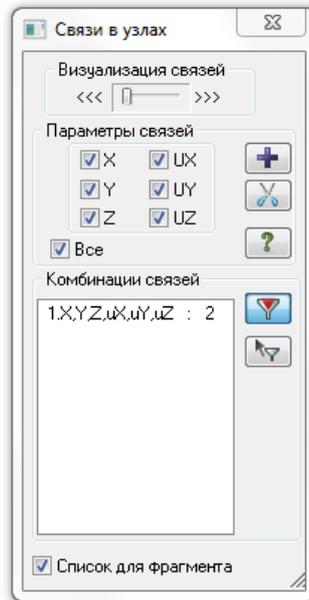
С помощью функции – *Перемещение образующей* - создадим вертикальные элементы колонн рамы (в направлении $Z = 5\text{м}$).



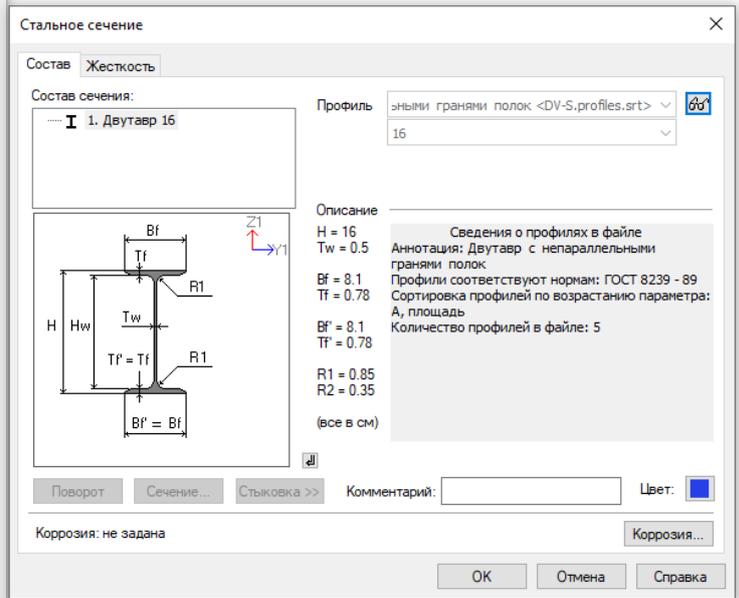
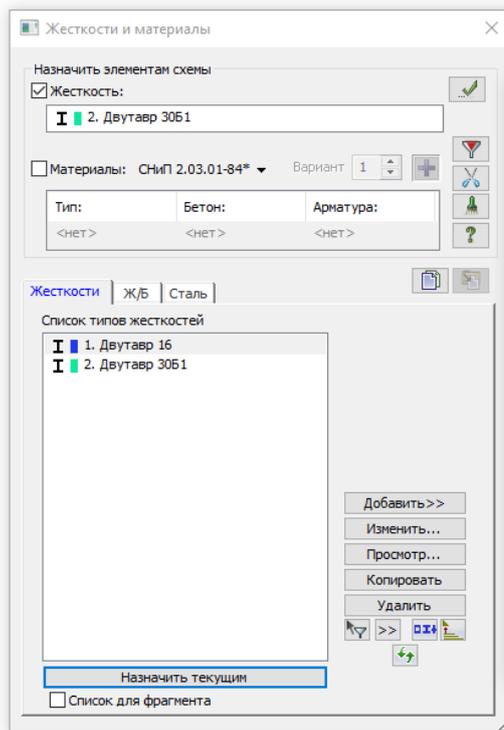
С помощью функции – *Добавить элемент* – создадим элемент ригеля, соединив верхние узлы колонн.



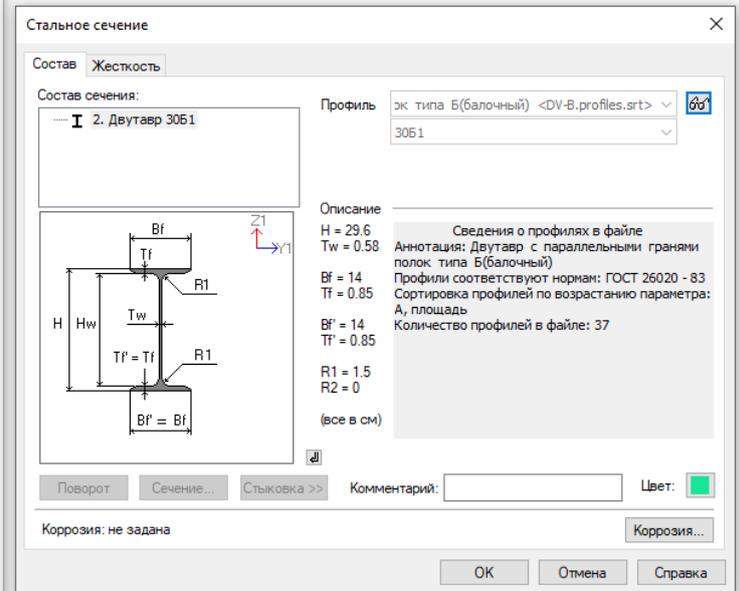
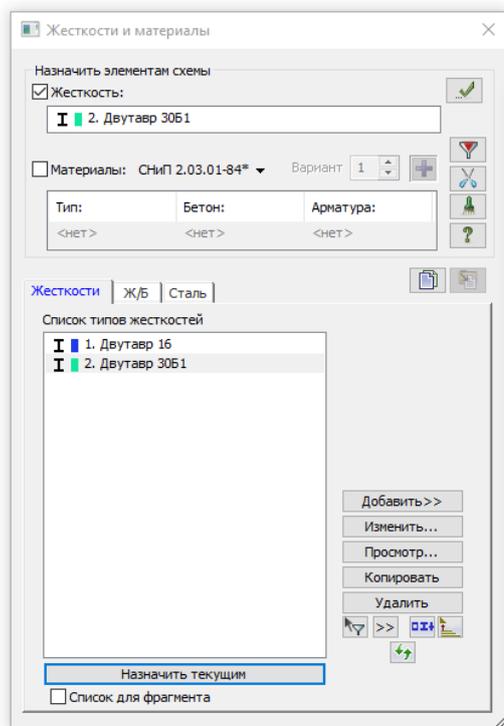
Создадим жесткое закрепление в нижней части колонн.



Зададим жесткости для колонн. Для этого в меню – *Жесткости и материалы* - зададим стальное сечение из двутавров с параллельными гранями полок №16.

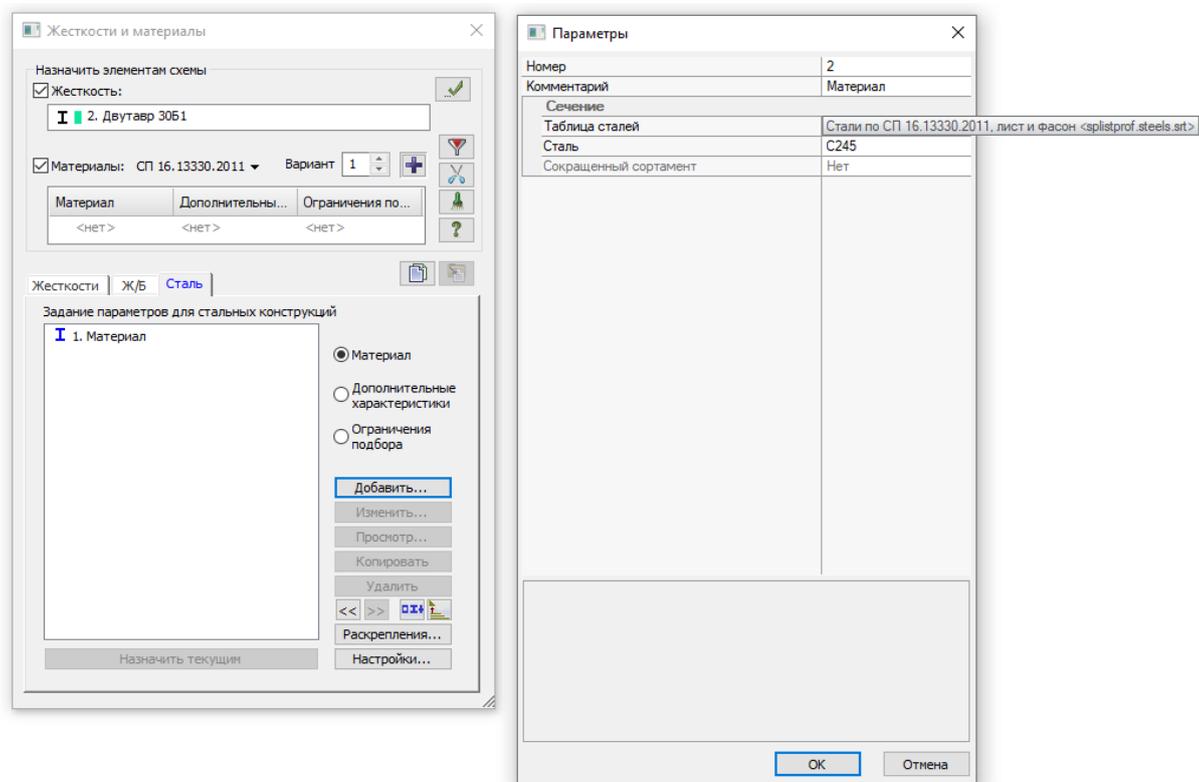


Зададим жесткость для ригеля. Для этого в меню – *Жесткости и материалы* - зададим стальное сечение из двутавра типа Балочный №30Б1.

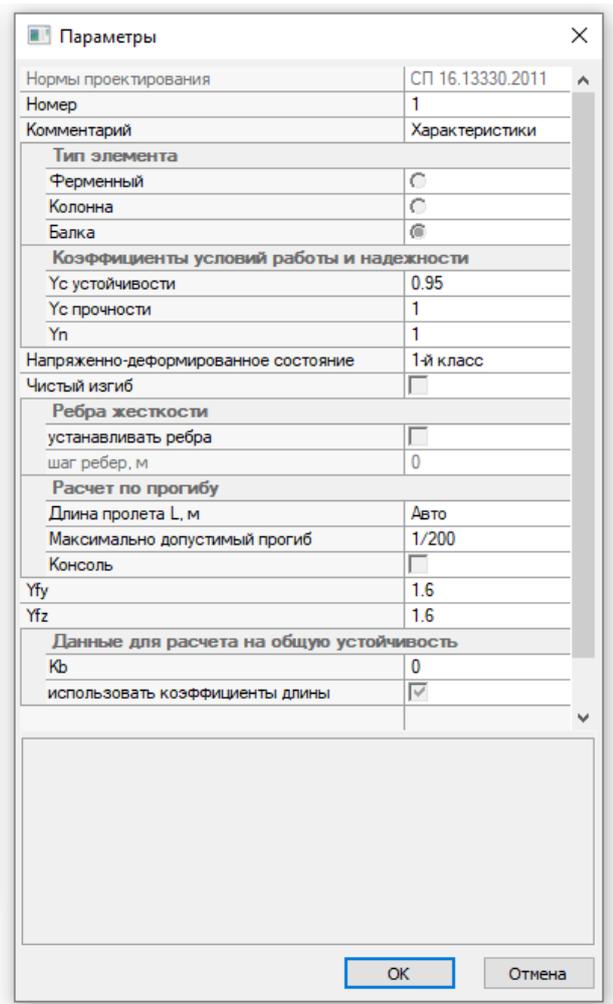
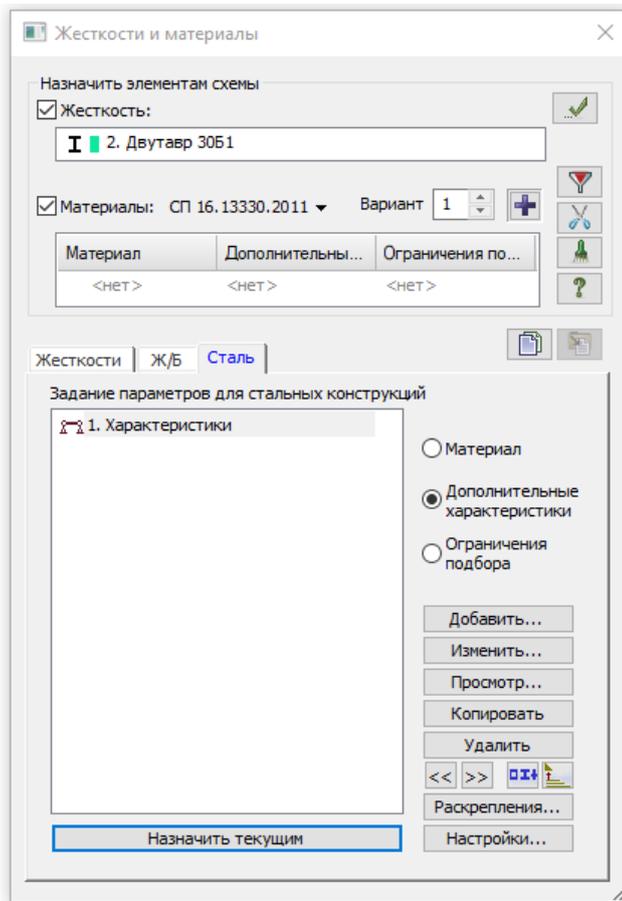


Так как будем выполнять проверку сечения балки по действующим нормативным документам в меню жесткости необходимо дополнительно задать характеристики материала – *Сталь*. Для этого зайдём в закладку –

Сталь – в меню – *Жесткости и материалы*. Активировать кнопку – *Материал*. Нажать – *Добавить*. Появится меню параметры, в котором необходимо задать марку стали С235.



Далее нажать кнопку – *Дополнительные характеристики*. Задайте параметры балки, как указано на рисунке ниже. После задания всех характеристик необходимо в главном меню – *Жесткости и материалы* - присвоить эти свойства выбранной балке, нажав – *Применить*.

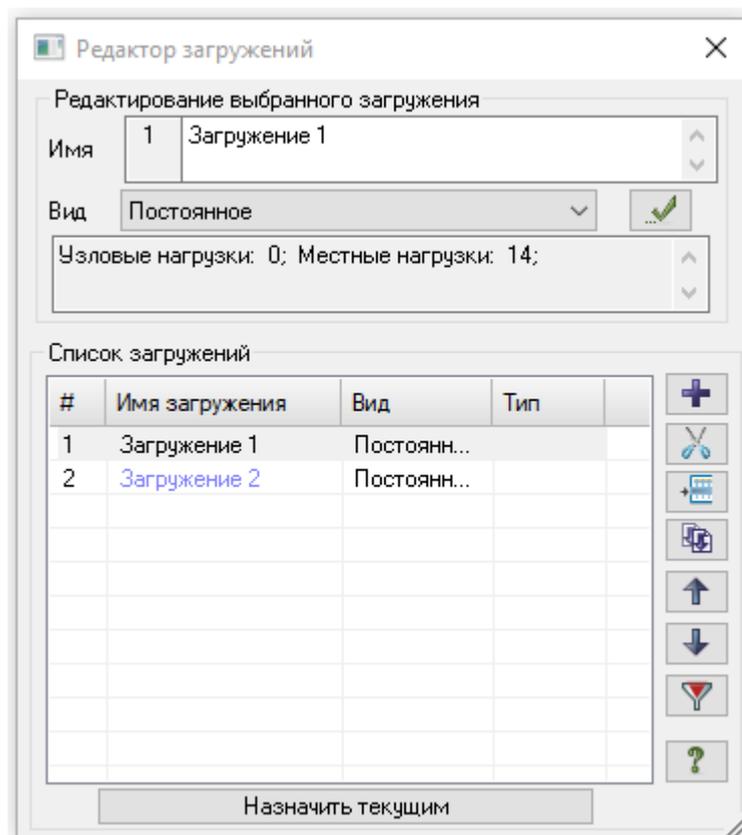


Загрузка 1

Зададим равномерно-распределенную нагрузку на ригель, интенсивностью $q=3.15\text{т/м}$.

Загрузка 2

Зададим нагрузку от собственного веса



В закладке – *Расчет* - создадим таблицу РСУ (таблицу расчетных сочетаний усилий). Все действия завершаем кнопкой - *Подтвердить*.

Расчетные сочетания усилий

Номер таблицы РСУ:

Имя таблицы РСУ:

Строительные нормы:

Номер загрузки: Загрузка 1

Вид загрузки:

N группы объединяемых временных загрузок:

Учитывать знакопеременность:

N группы взаимоисключающих загрузок:

NN сопутствующих загрузок:

Коэффициент надежности:

Доля длительности:

Не учитывать для II-го пред. сост.:

Ограничения для кранов и тормозов:

Кран: Тормоз:

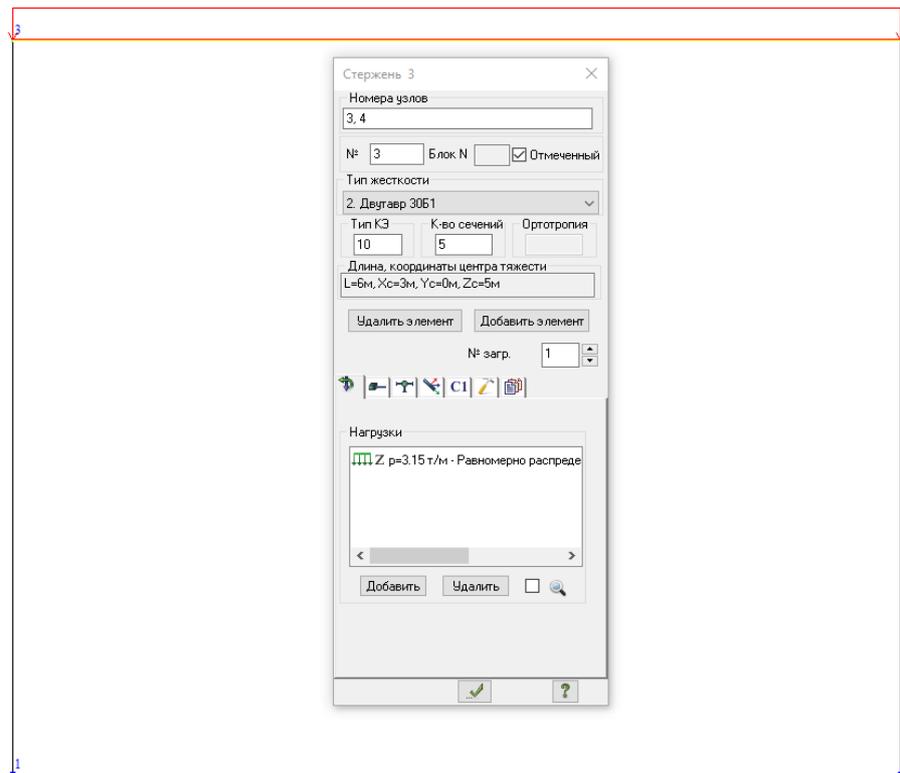
Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ				Коэффициенты РСУ					
1	Загрузка 1	Постоянное(0)	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00
2	Загрузка 2	Постоянное(0)	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00

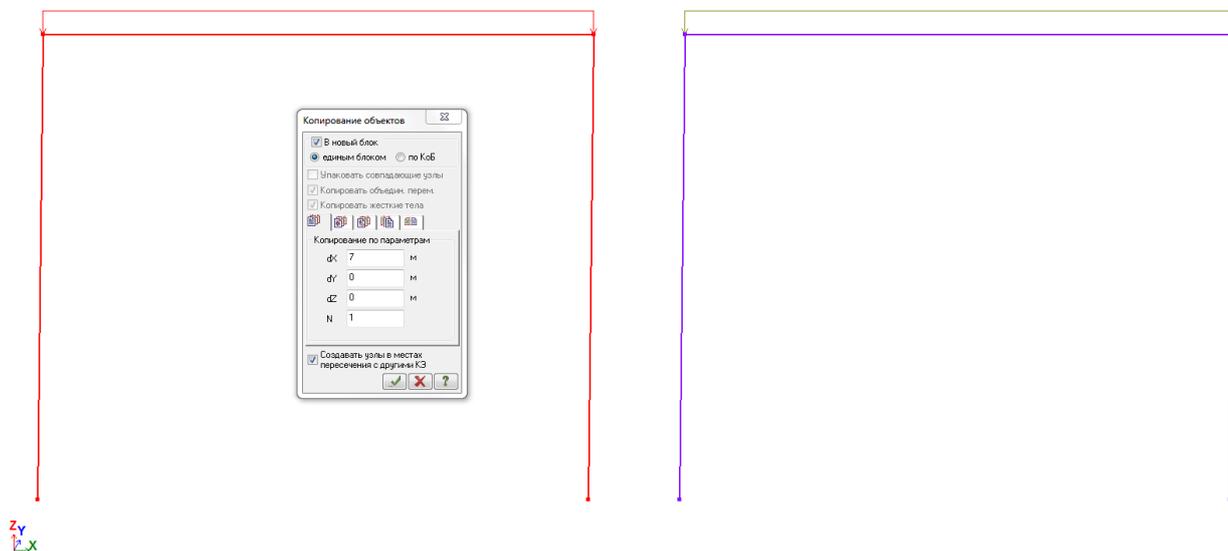
Кoeffициенты для РСУ

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сочет.	6 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00

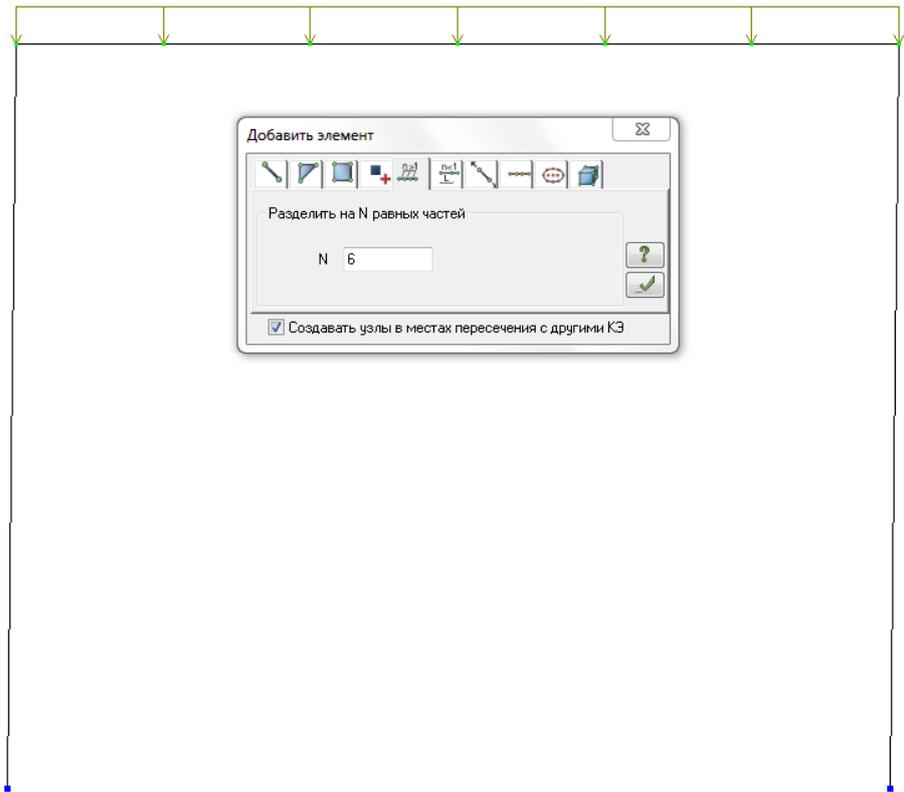
Таким образом мы завершили создание рамы с ригелем, состоящем из одного стержневого элемента.



Выполним копирование созданной рамы по направлению X на расстояние 7 м.

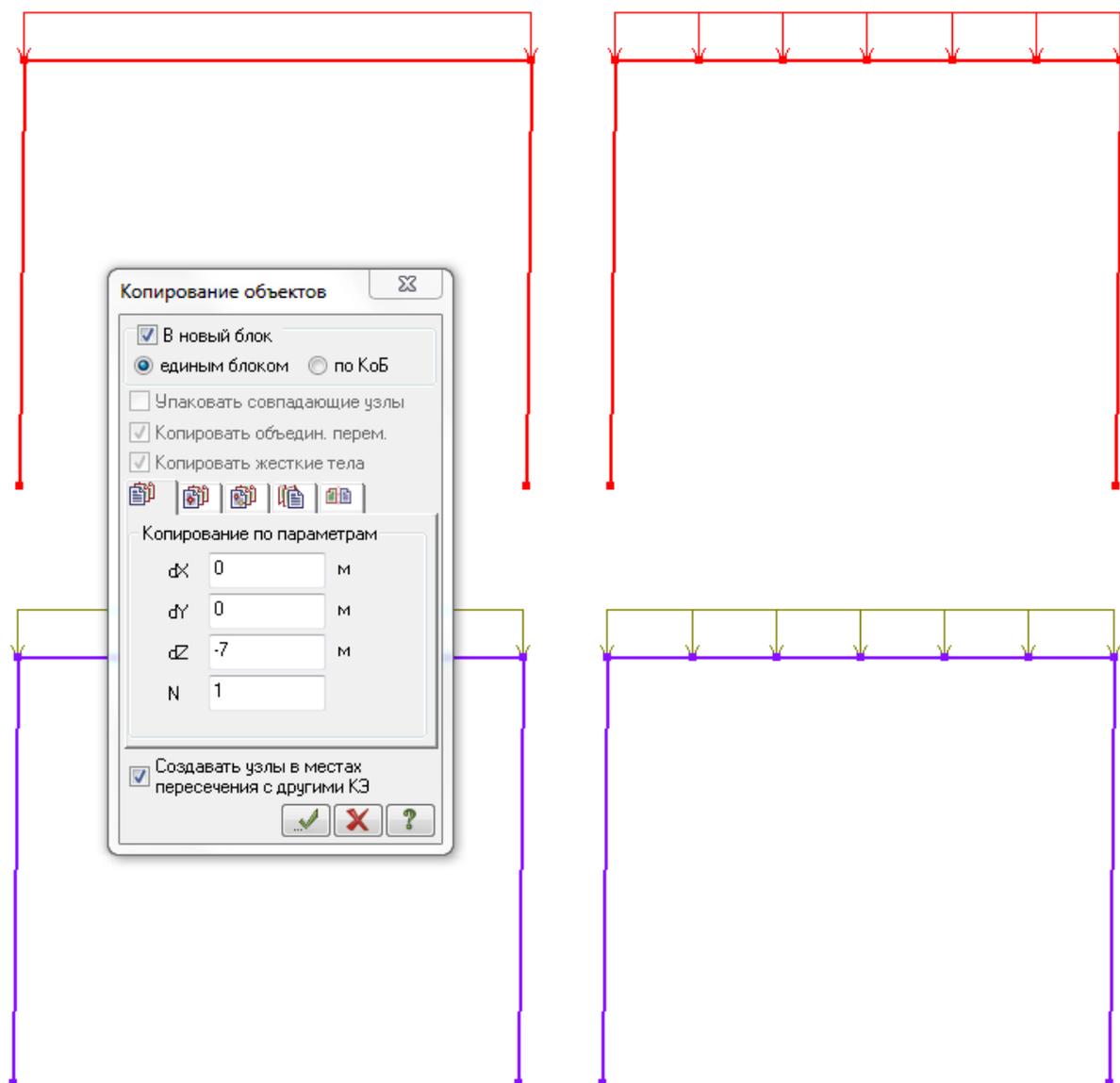


С помощью функции *–Добавить элемент – разделить на N равных частей* - разделим ригель на 6 частей.

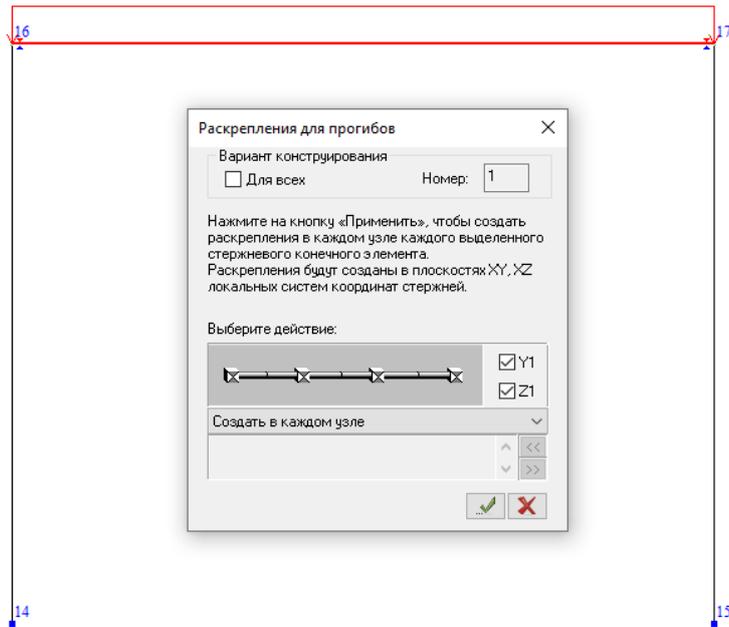


Выделим обе созданные рамы и скопируем вниз по направлению Z на - 7м.

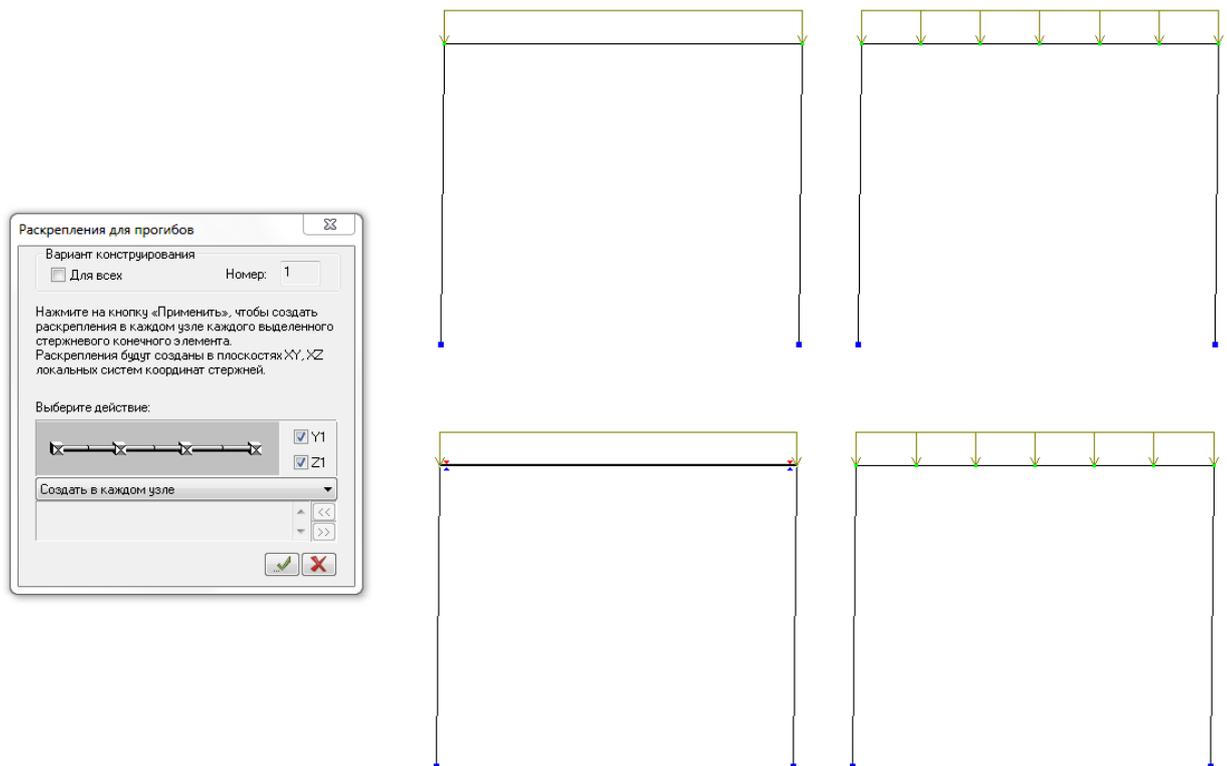
Таким образом, в верхней части у нас остаются две рамы в стандартном исполнении. В нижней части подобные рамы будут иметь в опорных узлах балки крепления.



Создадим раскрепления в балке нижней левой рамы. Для этого, выбрав элемент ригеля, зайдем в закладку – *Конструирование - Раскрепление для прогибов*. В нижней вкладке выбрать – *Создать в каждом узле*. Нажать - *Подтвердить*.

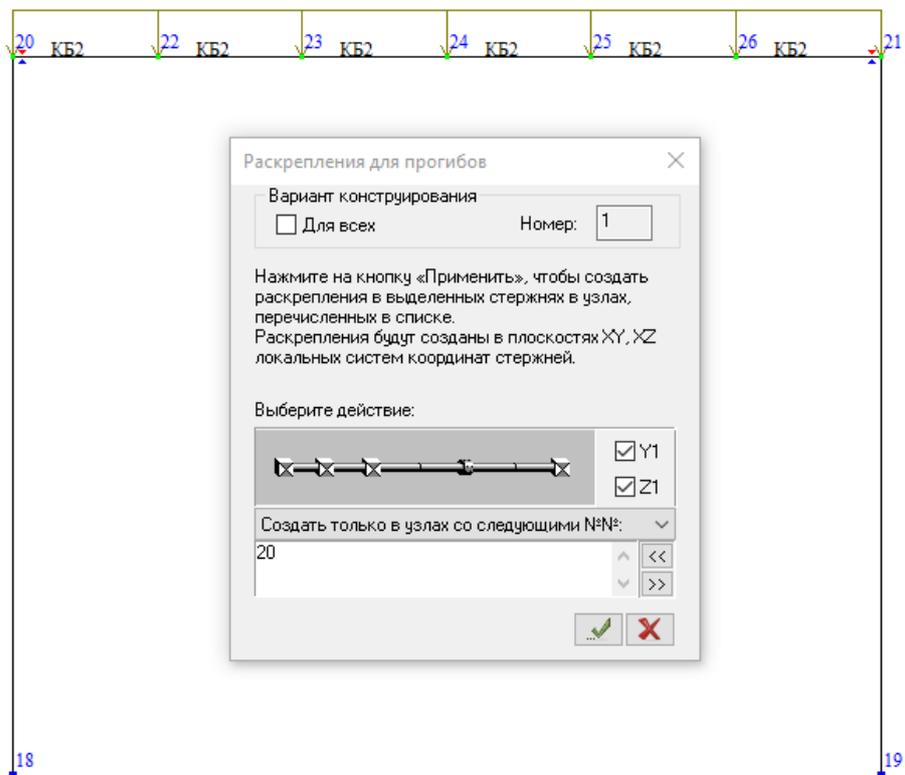


(отображение при общем виде)

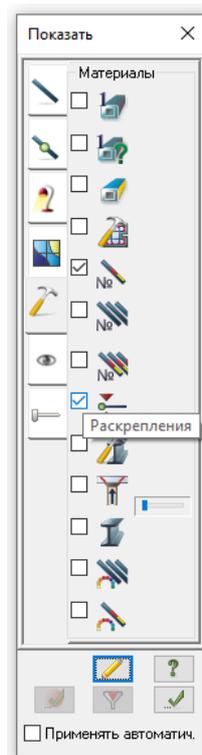


Создадим раскрепления в балке нижней правой рамы. Для этого, выбрав элемент ригеля, зайдём в закладку – *Конструирование - Раскрепление для прогибов*. В нижней вкладке выбрать – *Создать только в узлах со*

следующими №№. Укажите номера опорных узлов. В данном примере это узлы 20 и 21. Нажать - *Подтвердить*.

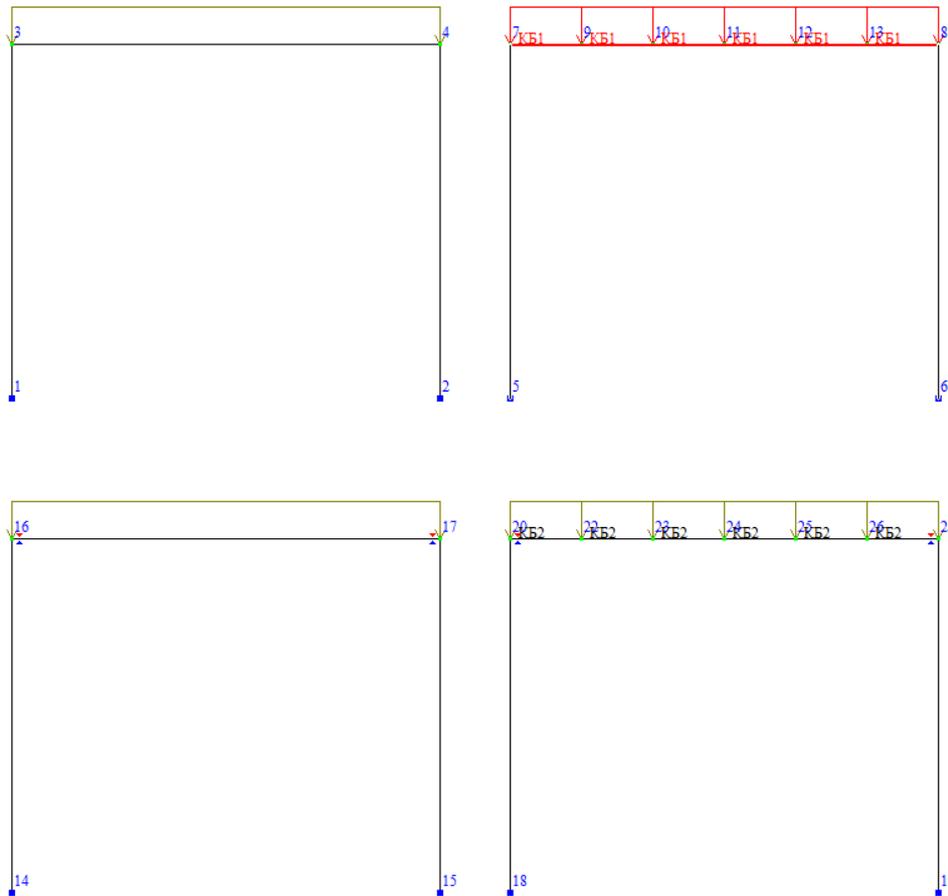


Для визуализации заданных раскреплений в балке зайдите в меню - *Флаги рисования*. Выбрать меню – *Материалы*. В данном меню поставить галочку в обозначении - *Раскрепления*.

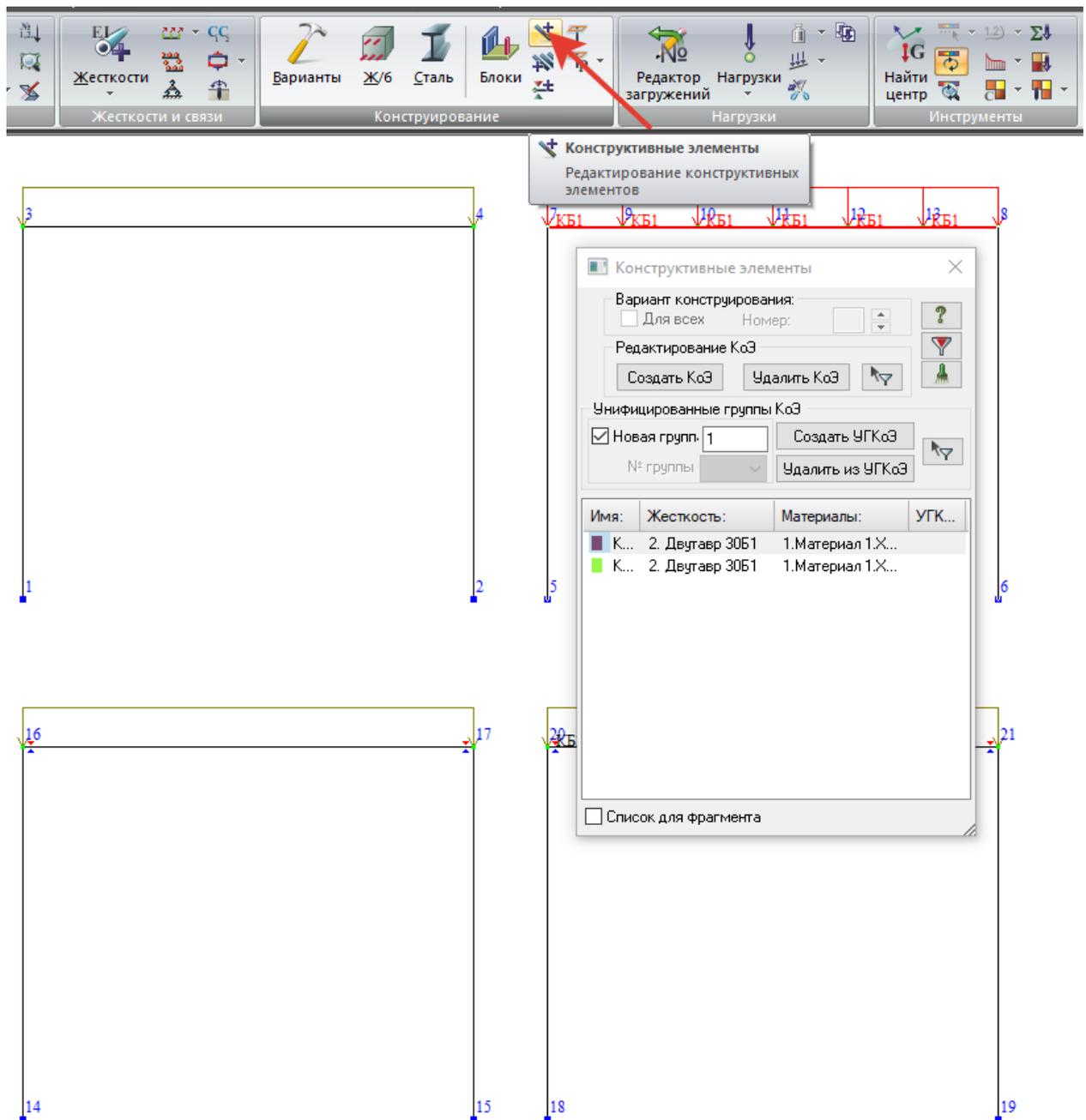


Как отмечалось в начале занятия, если элемент разбит на несколько элементов, то для правильного задания раскреплений для данного элемента необходимо создать конструктивные элементы.

Выделим элементы ригеля в верхней правой раме.



Обратимся к закладке – *Конструирование – Конструктивные элементы*.
Нажать – *Создать КоЭ*.



По аналогии создадим конструктивный элемент для ригеля нижней правой рамы. При создании конструктивного элемента появляется отличительное обозначение, например КБ1, КБ2 и т.д.

Выполним расчет.

Перейдем к анализу полученных результатов проверки сечения балки. В закладке – *Сталь* - активируем результаты проверки по 2-му предельному состоянию. Из расчета видно, что для случаев заданного раскрепления в опорных узлах балки имеется запас по 2-му предельному состоянию

(прогибам). В случаях если не задавать раскрепление, то получаются завышенные прогибы (в нашем случае возникает перегрузка балок на 2%), которые не соответствуют действительной работе конструкции и данные искажения полученных результатов могут не правильно представить экспериментальные данные, в случае выполнения исследований в данных констукциях.

