

Методическое пособие

# Расчёт строительных конструкций в **ЛИРА 10**

Базовый курс



## Содержание:

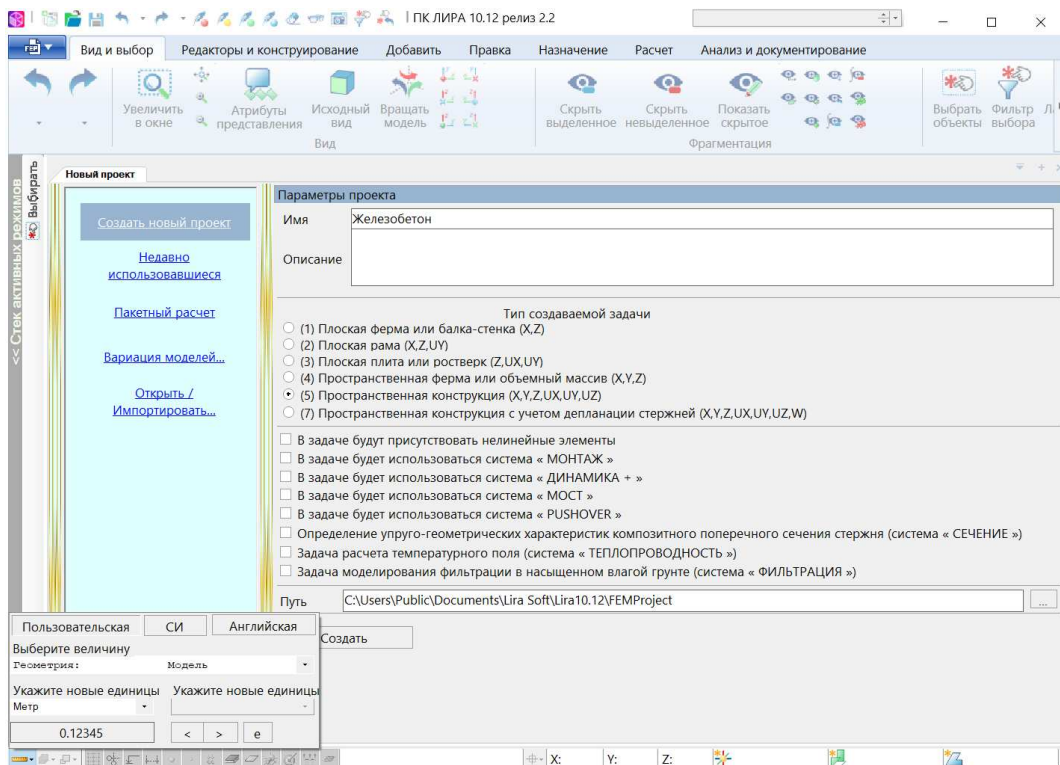
День 1.....	2
День 2.....	25
День 3.....	40
День 4.....	59
День 5.....	78

## День 1

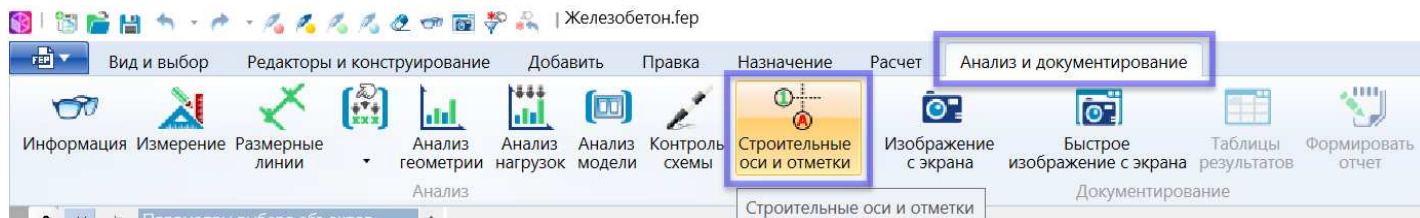
## Тема №1. Расчёт железобетонного каркаса

## 1. Создание модели.

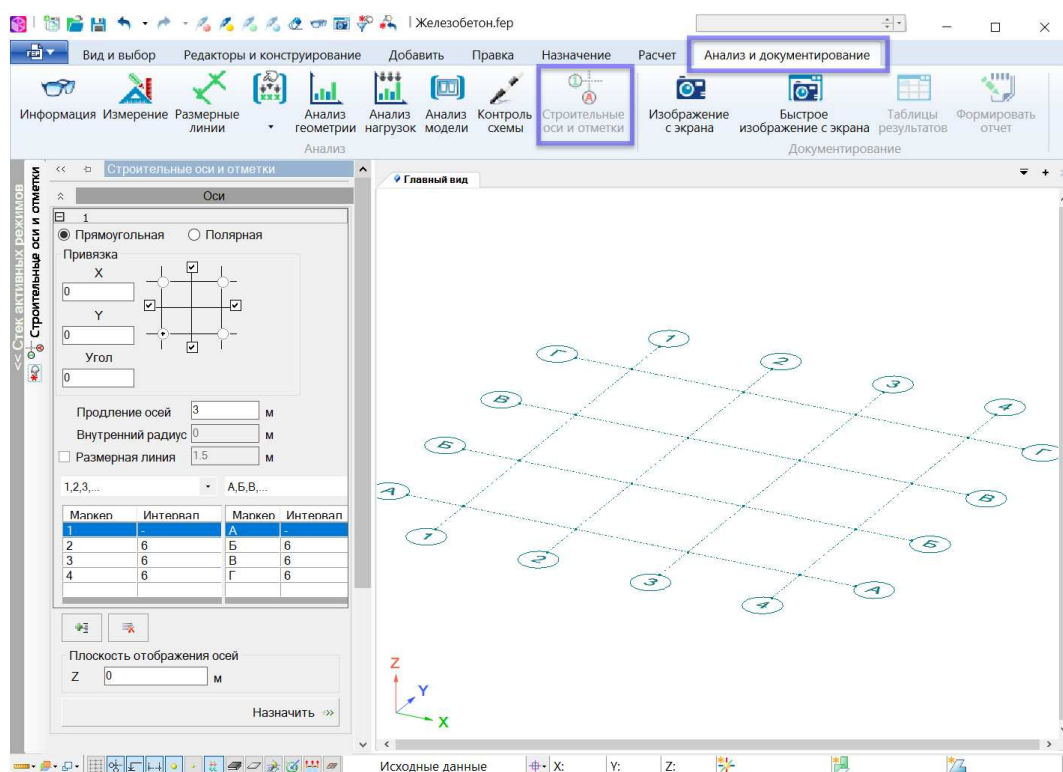
## 1.1. Создание нового проекта, назначение единиц измерений.



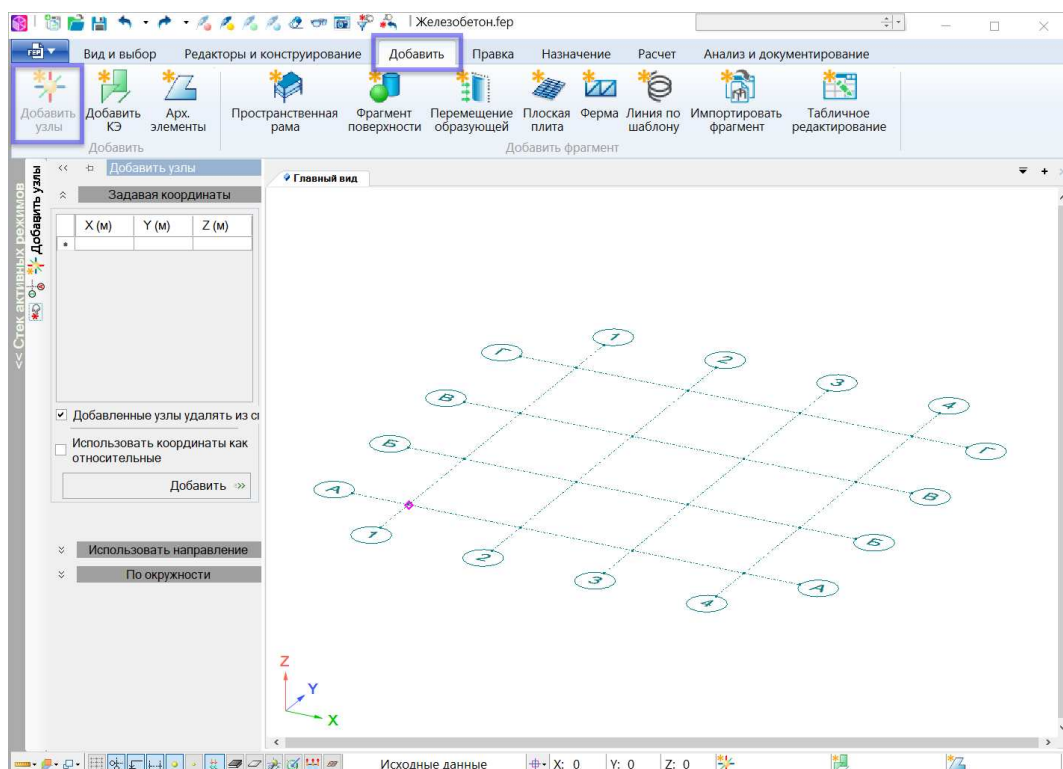
## 1.2. Генерация сетки осей на плоскости.



1.3. Создаем сетку осей 6 м в продольном и поперечном направлениях по 3 шага. Скрываем сеть построения.



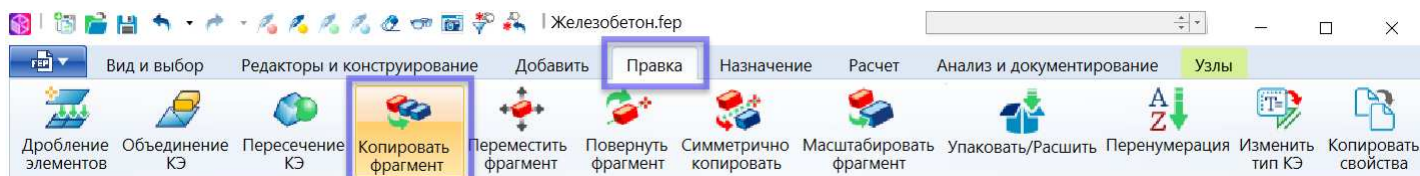
После установки сетки расставляем узлы в местах пересечения осей одинарным нажатием левой кнопкой мыши.





## 1.4. Создание колонн.

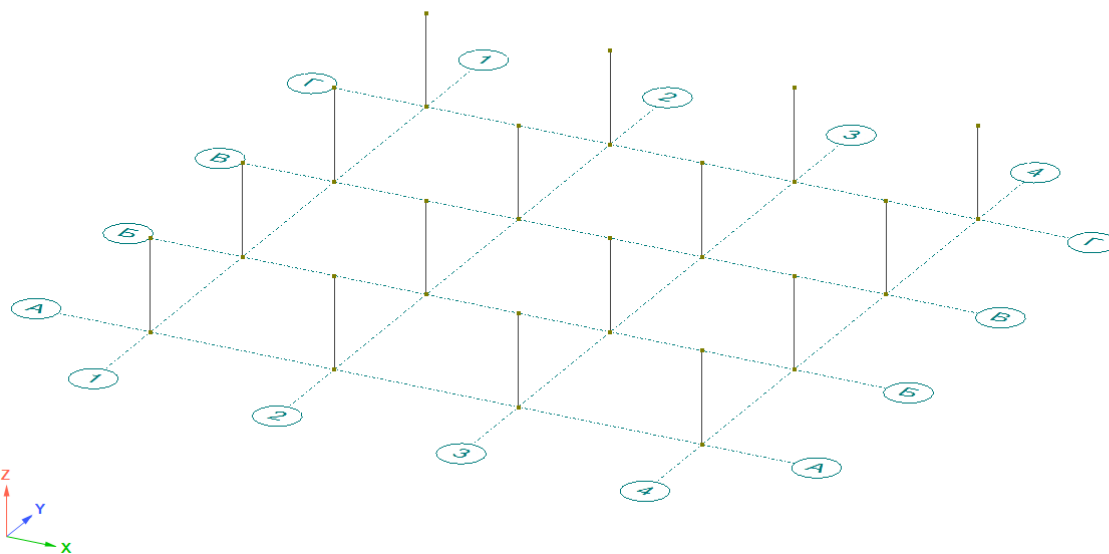
1.4.1. Копирование узлов. Используя горячие клавиши Ctrl+Shift, рамкой выбора следует выделить все расставленные узлы (также можно воспользоваться сочетанием клавиш Ctrl+A для выделения всей схемы). После этого выбранные узлы нужно скопировать на 3 м по оси Z.



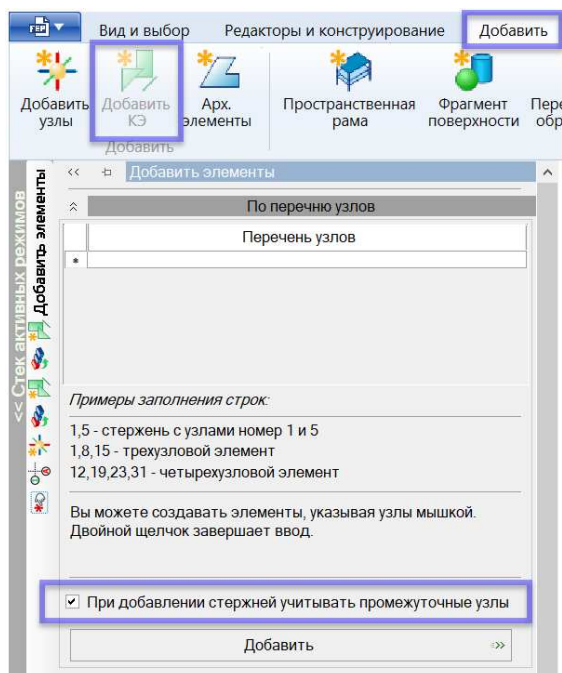
1.4.2. Добавление стержней. Для того, чтобы создать стержень, нужно единожды нажать левой кнопкой мыши на первой точке стержня и завершить построение двойным щелчком на второй точке.



**ПРАВИЛО:** все элементы задаются снизу вверх и слева направо.



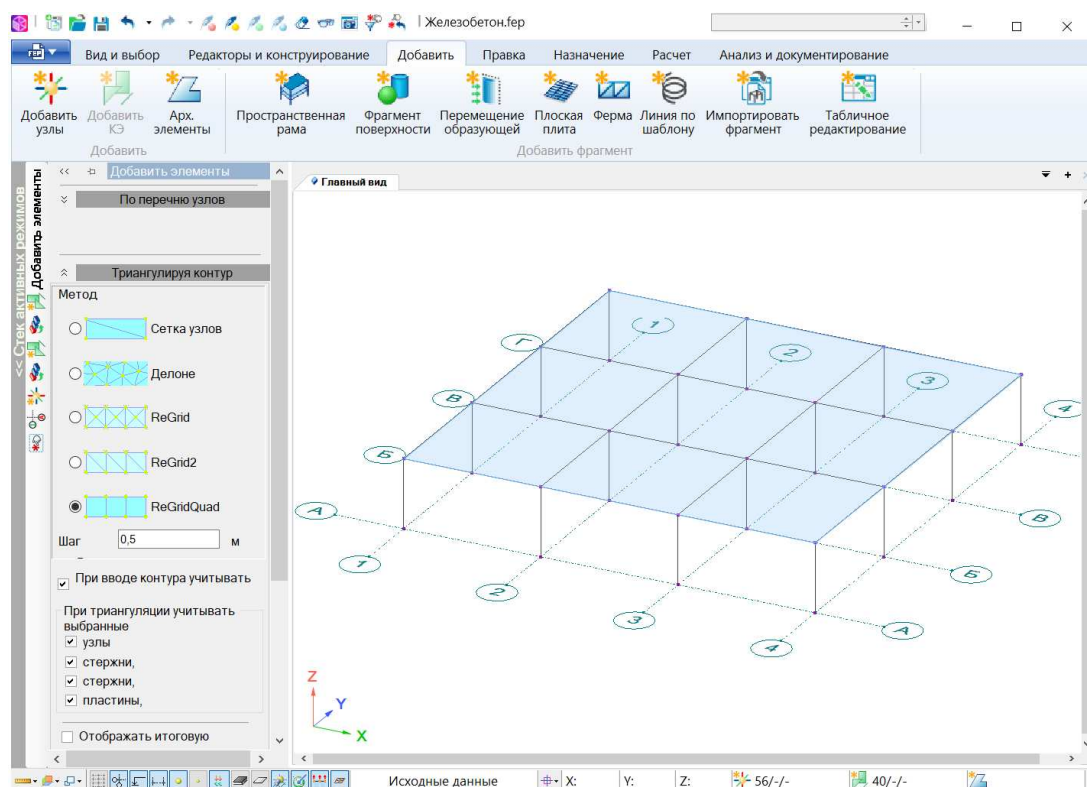
1.5. Добавление балок с использованием команды добавления стержней с учетом промежуточных узлов.



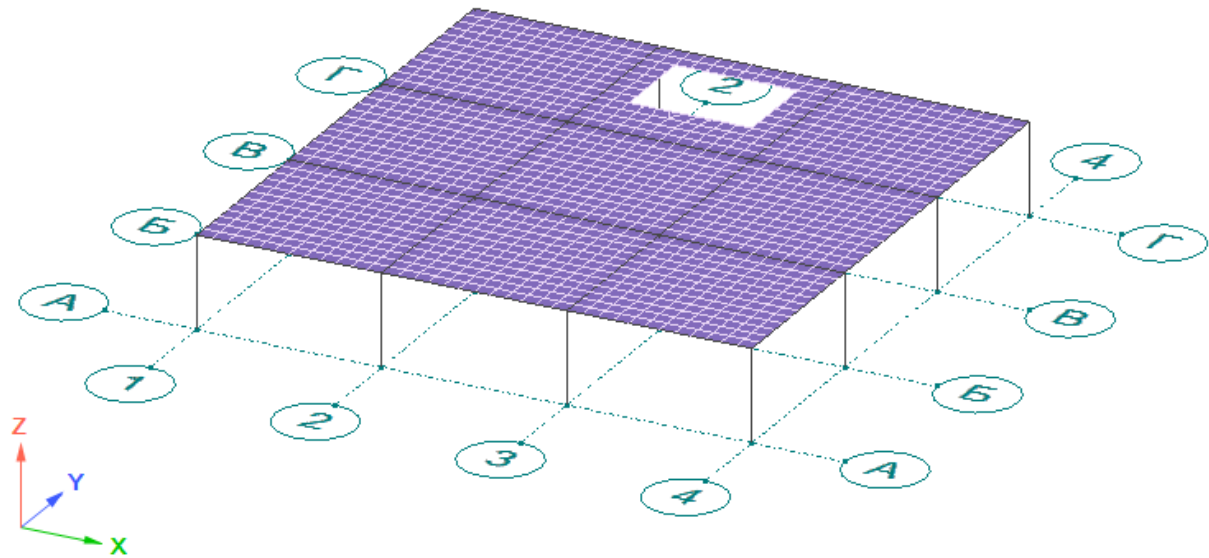
1.6. Создание плиты перекрытия.

1.6.1. Создание пластинчатого КЭ, триангулируя контур.

При задании пластины (плиты перекрытия) шаг триангуляции устанавливаем 0,5 – характерен для большинства шагов строительных осей.

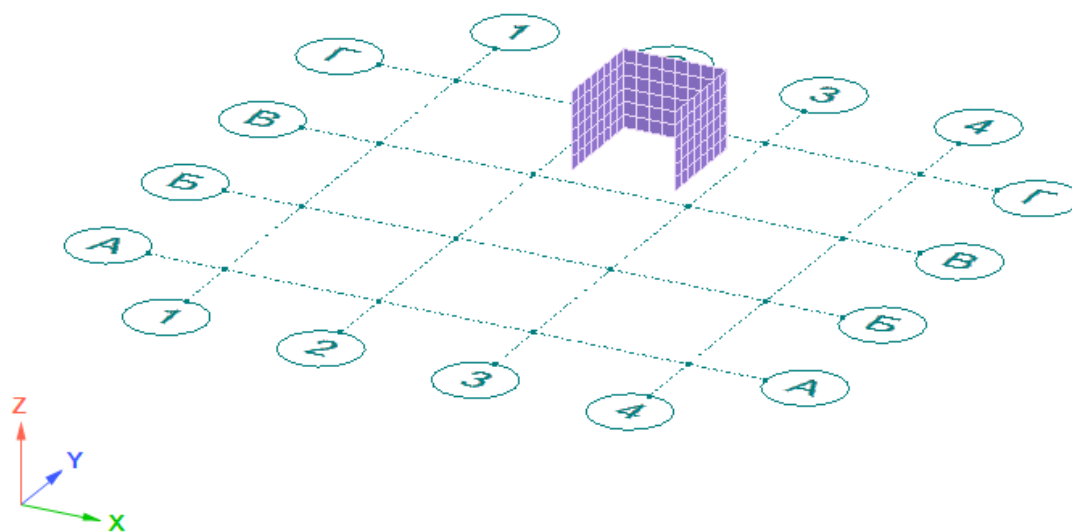


1.6.2. В осях 2-3, В-Г создаем отверстие для лифтовой шахты.

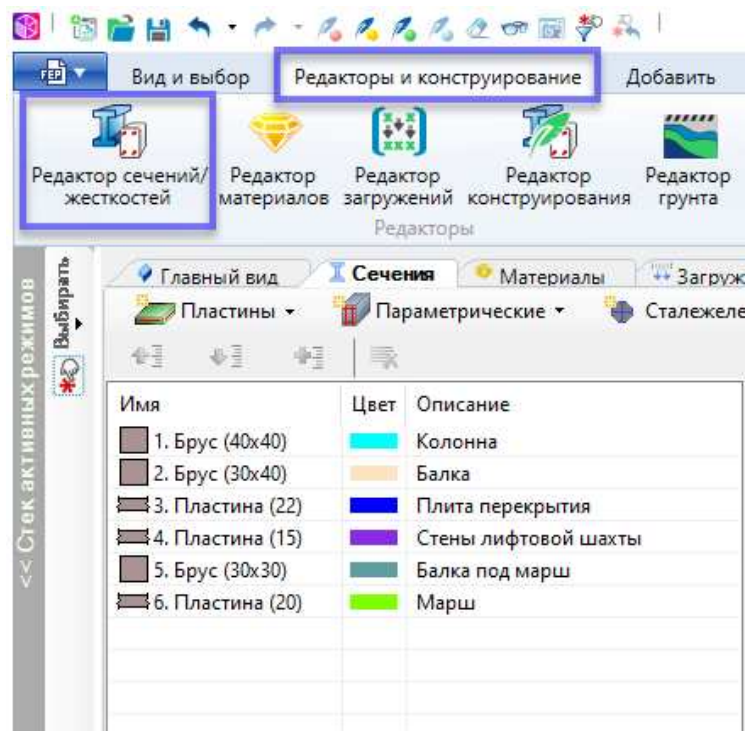


1.7. Ввод нижних узлов стен шахты. Следует использовать команду копирования для четырех угловых узлов).

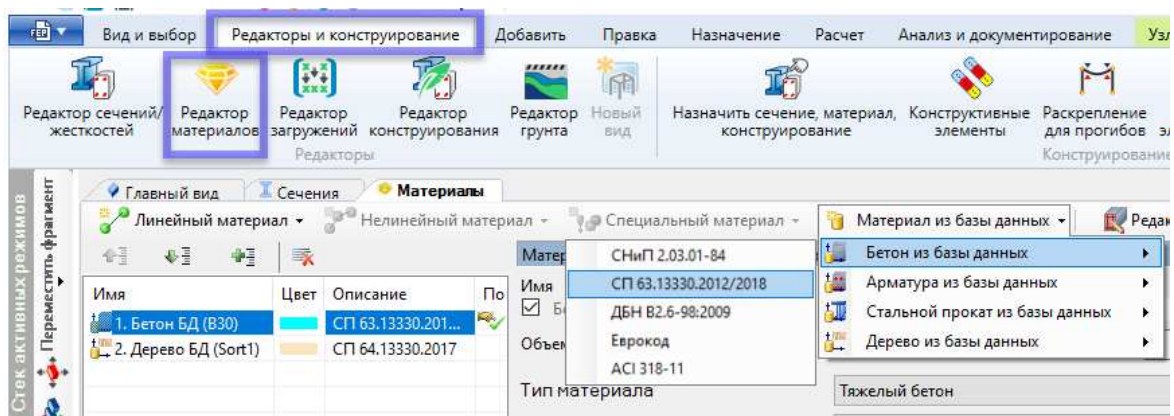
1.8. Создание стен шахты лифта. Предварительно выполнить фрагментирование – скрыть колонны и плиту перекрытия, оставить узлы для создания стен.



## 1.9. Создание сечений.

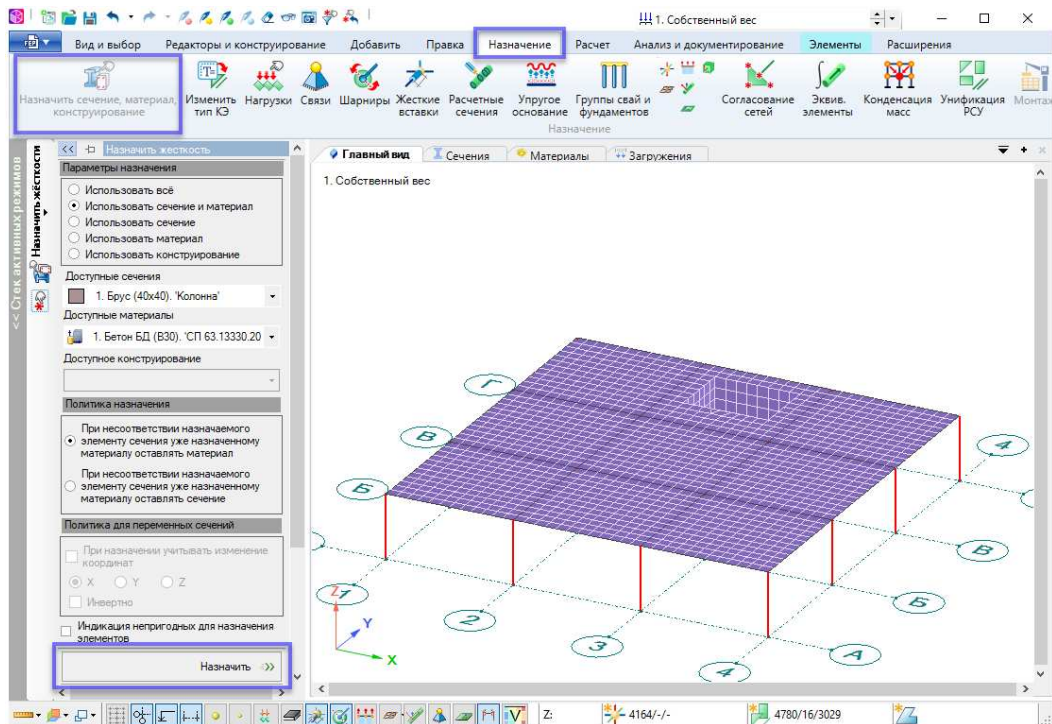


## 1.10. Создание материалов.

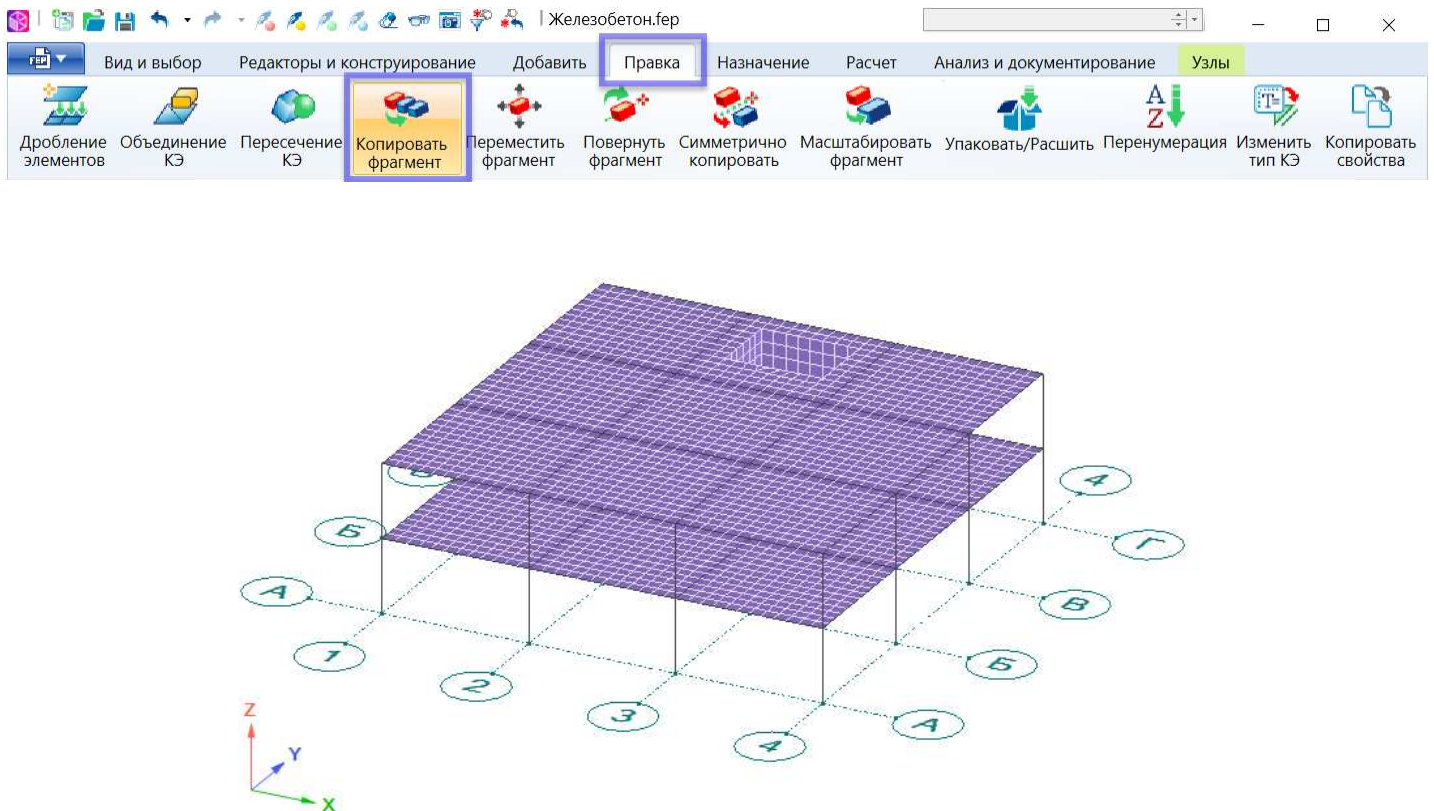




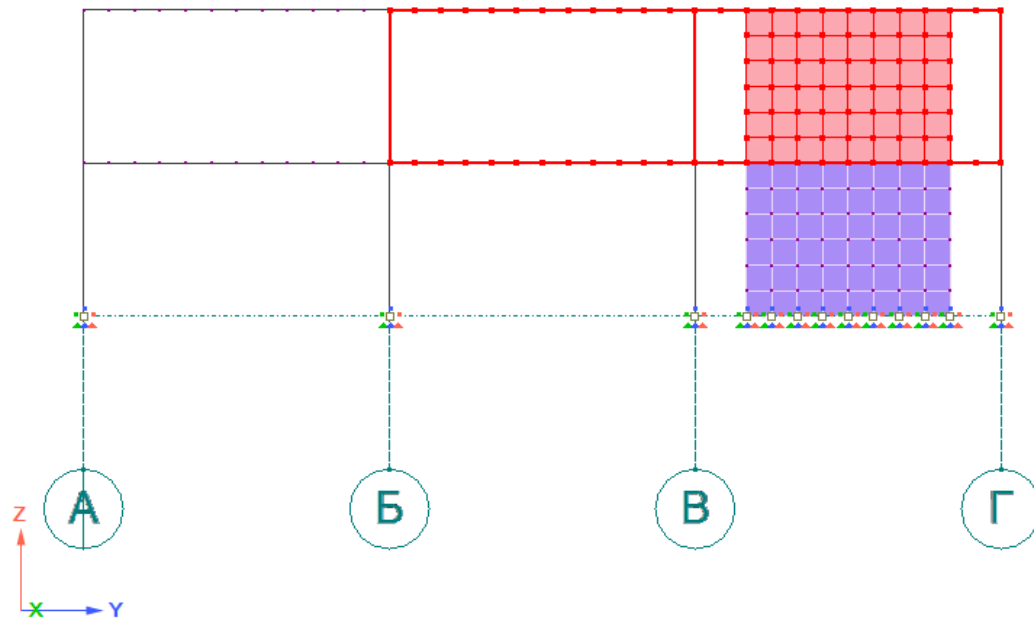
1.11. Назначение жесткостей элементам схемы. Выделить элементы, присвоить им соответствующее сечение и материал.



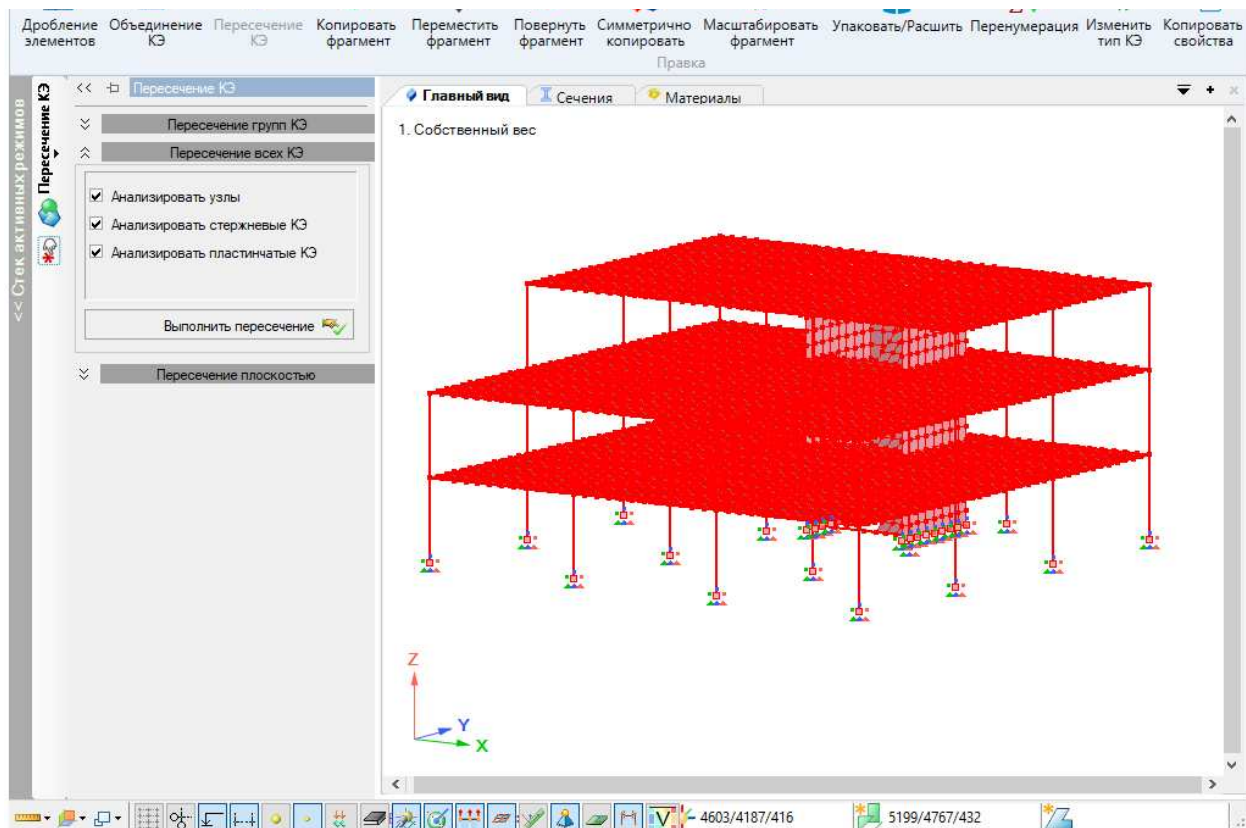
1.12. Создание второго этажа здания методом полного копирования схемы по оси Z на 3 метра.



1.13. Создание 3 этажа, путем копирования фрагмента схемы в осях Б-Г (при выделении удобно смотреть на схему в плоскости YoZ).



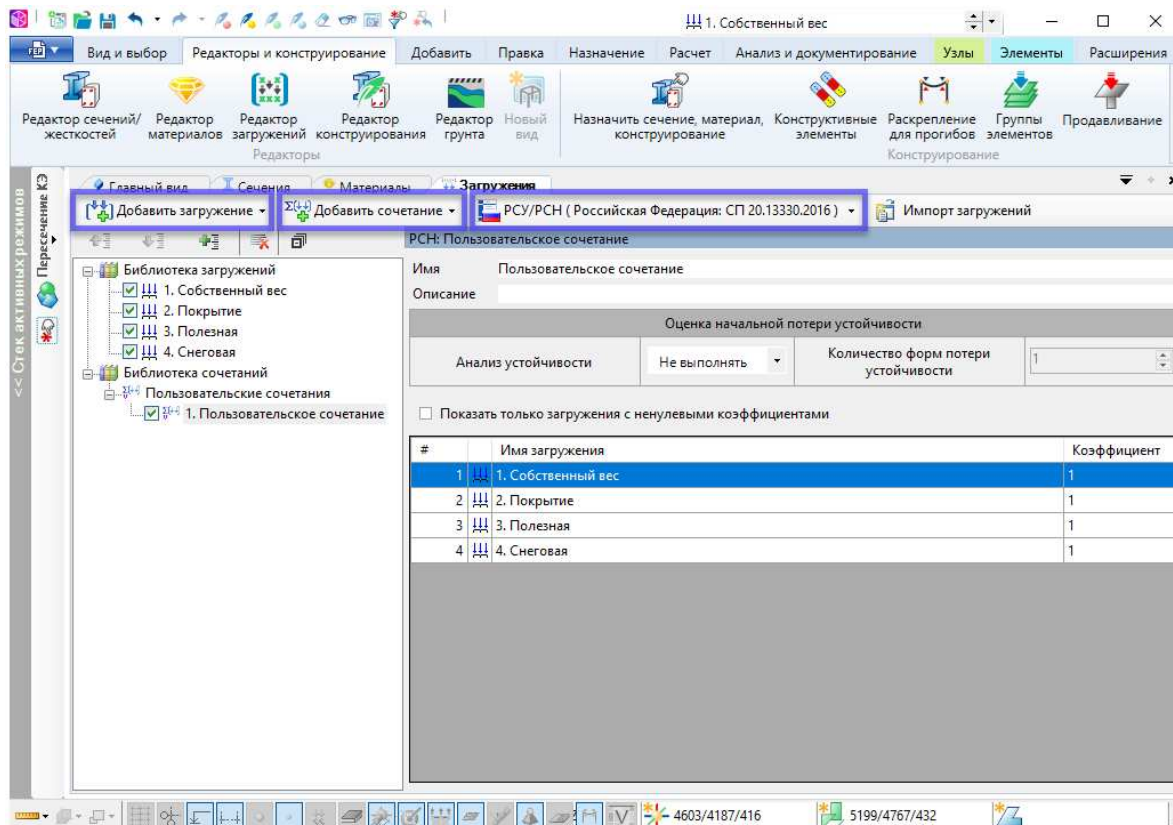
1.14. Выполнение пересечения всех конечных элементов.



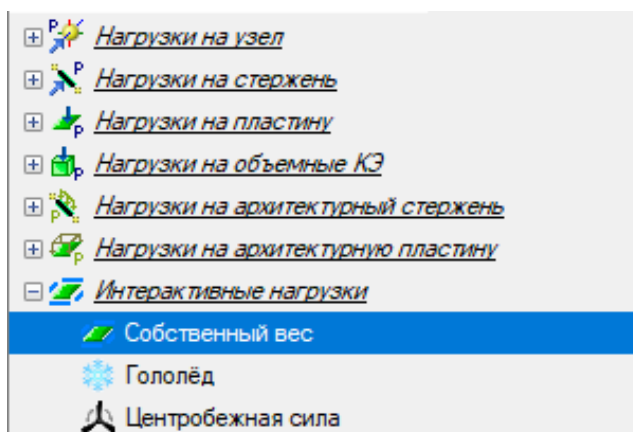
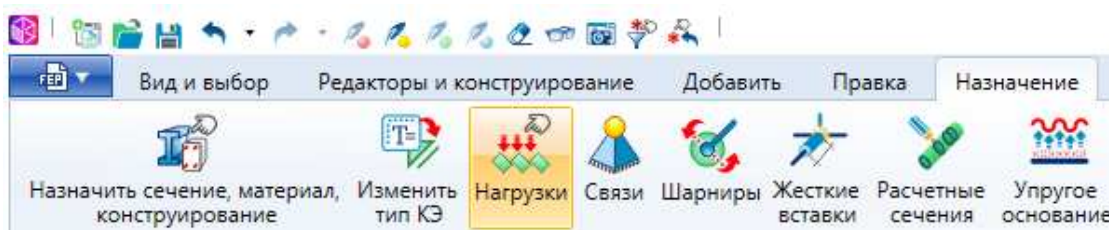


## 2. Загрузки

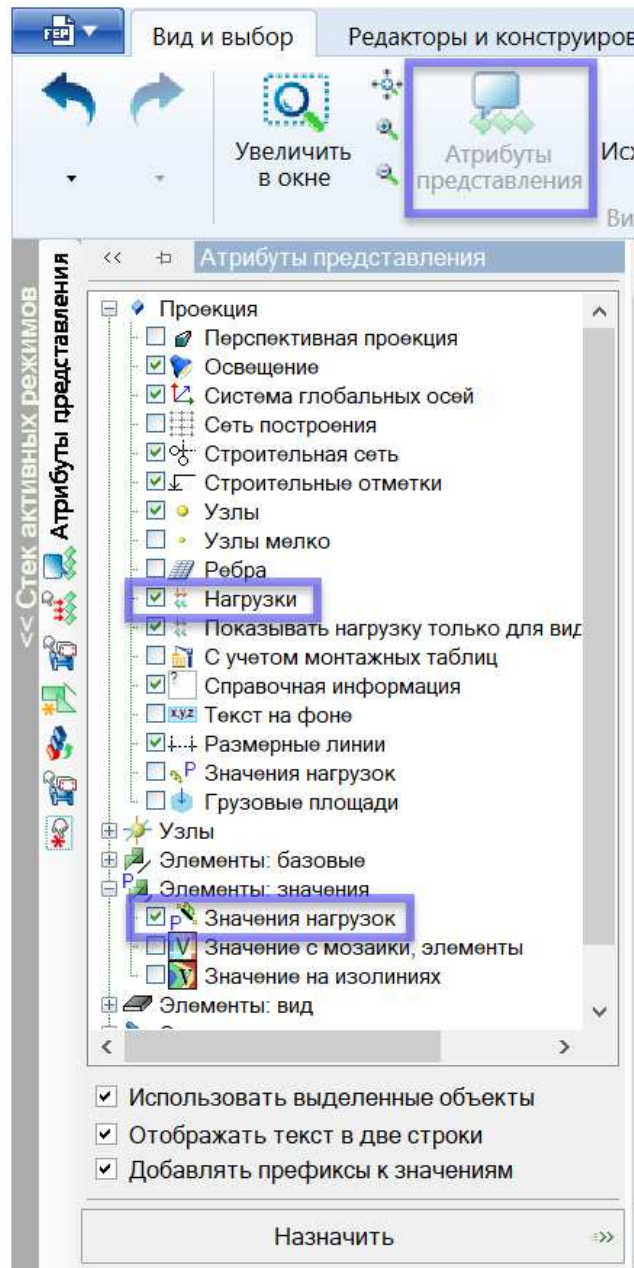
### 2.1. Работа с редактором загрузжений. Добавление статических загрузжений и пользовательского сочетания



### 2.2. Назначения загрузки «собственный вес» в библиотеке загрузжений

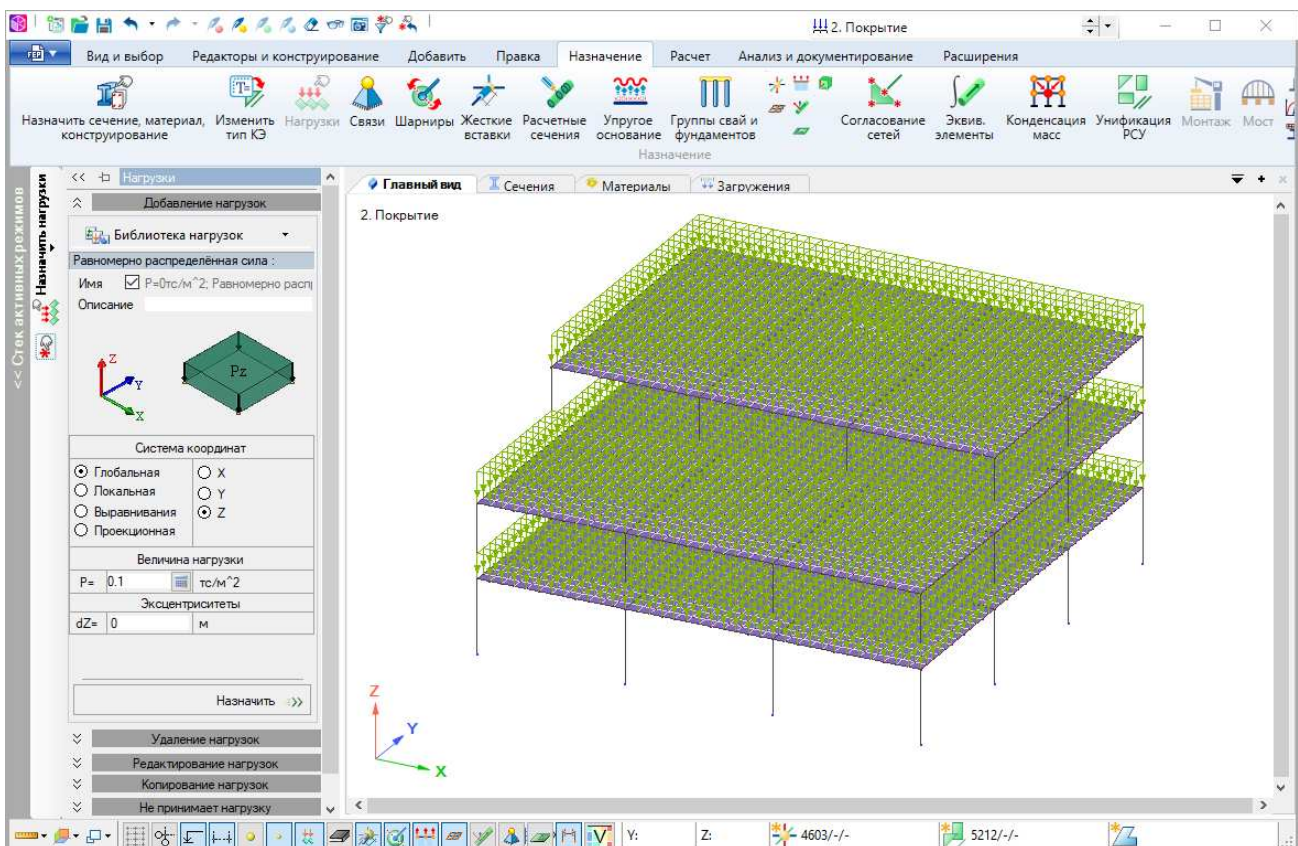
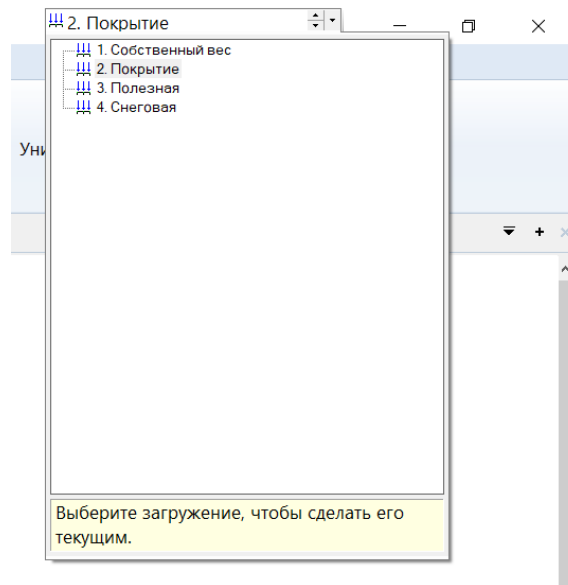


### 2.3. Отображение приложенных к схеме нагрузок и их значений через атрибуты представления



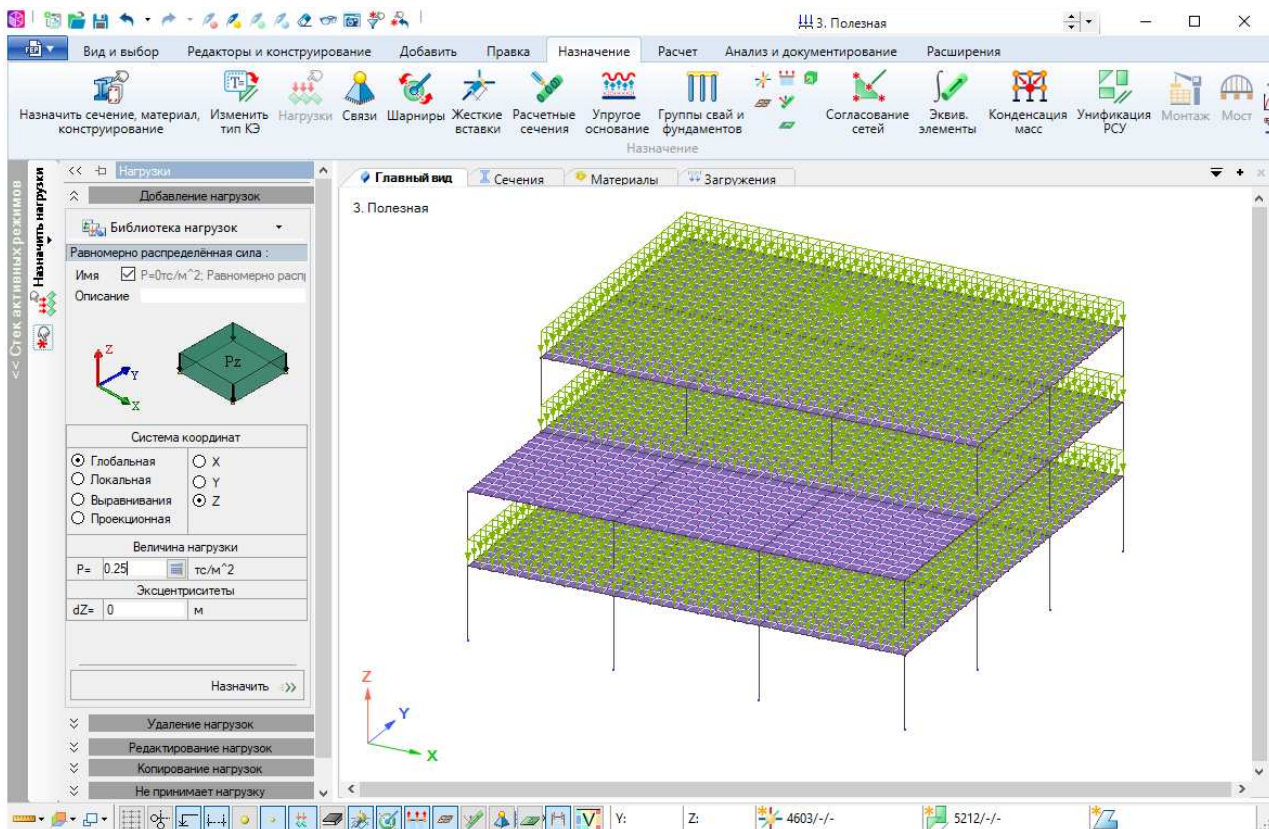
## 2.4. Назначения загрузки веса покрытия.

Для назначения следующей нагрузки важно переключиться на соответствующее загрузке.

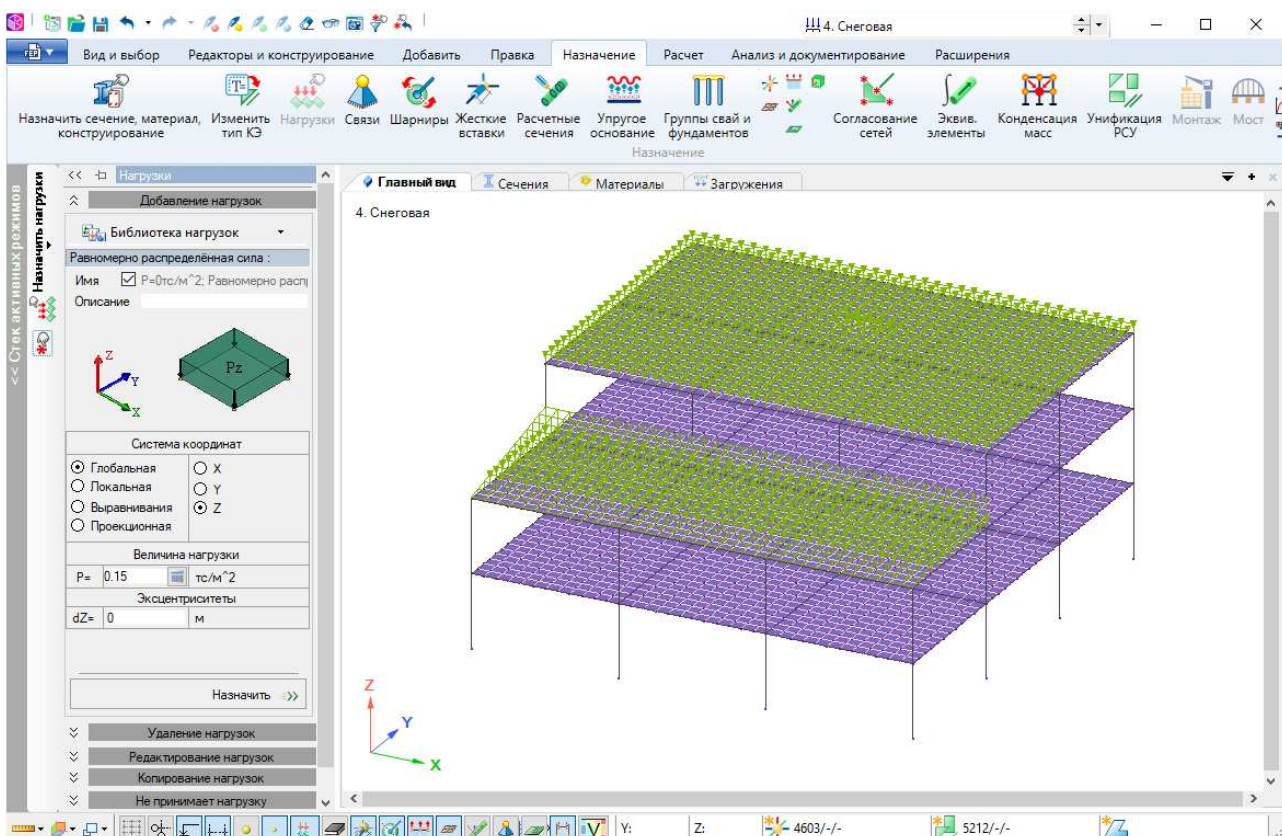




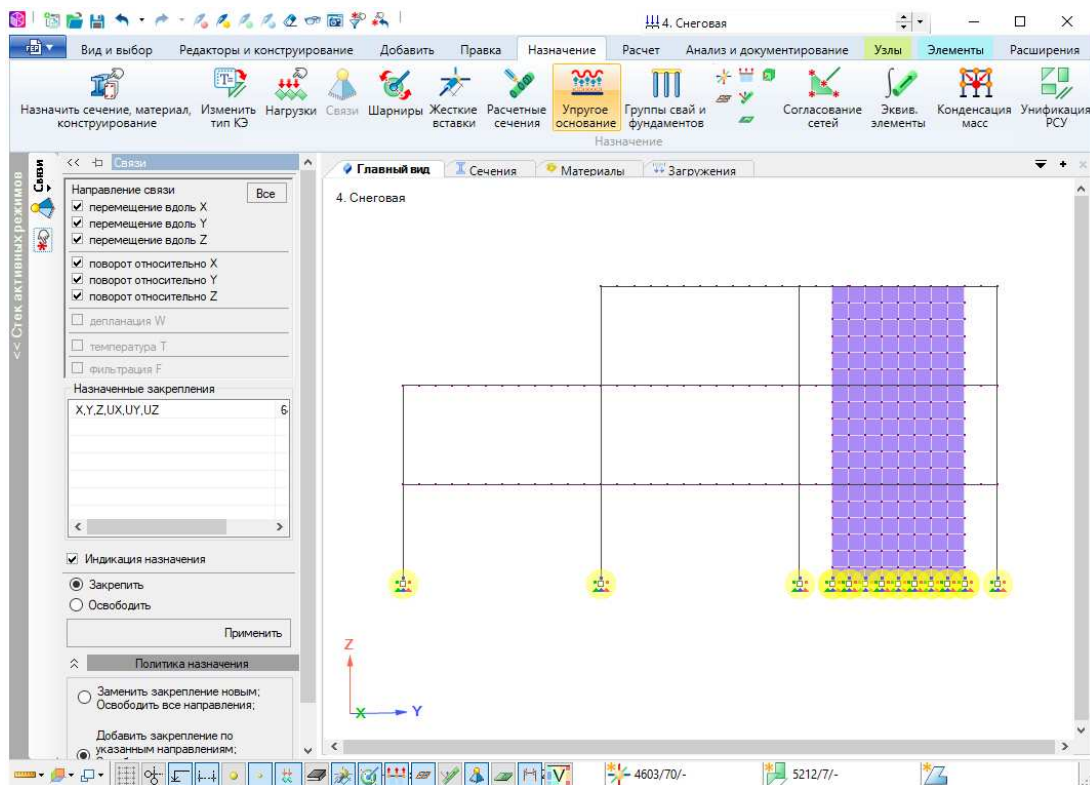
## 2.5. Полезная нагрузка



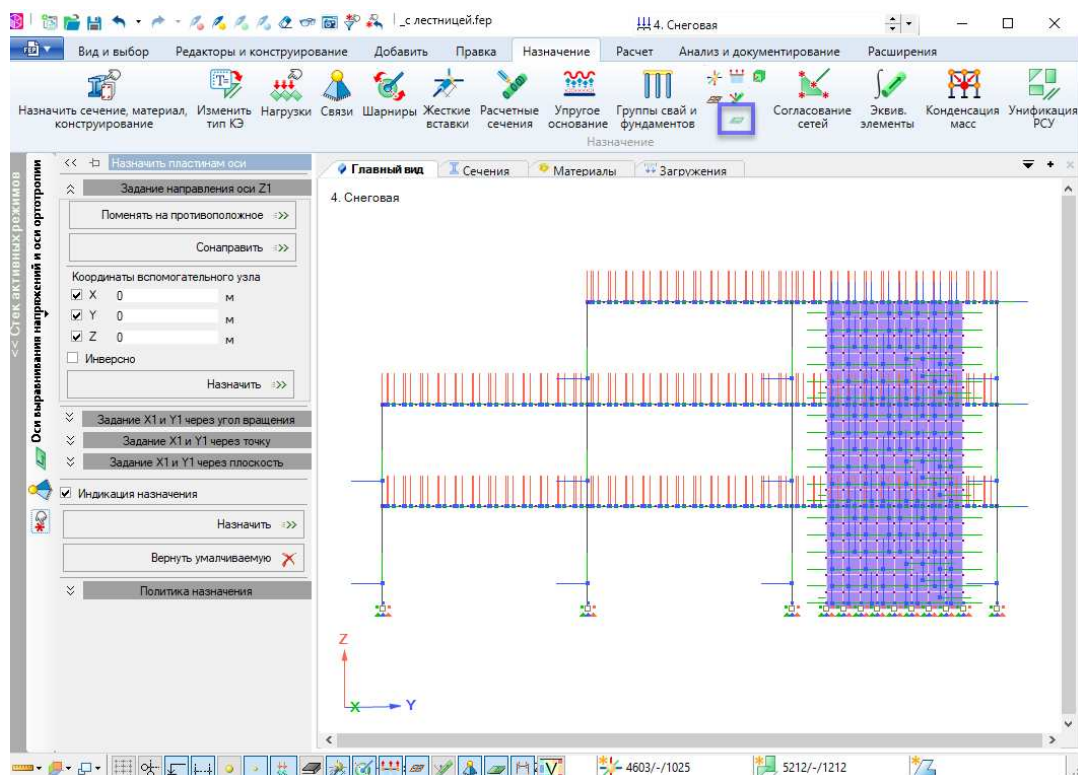
## 2.6. Снеговая нагрузка



### 3. Установка связей

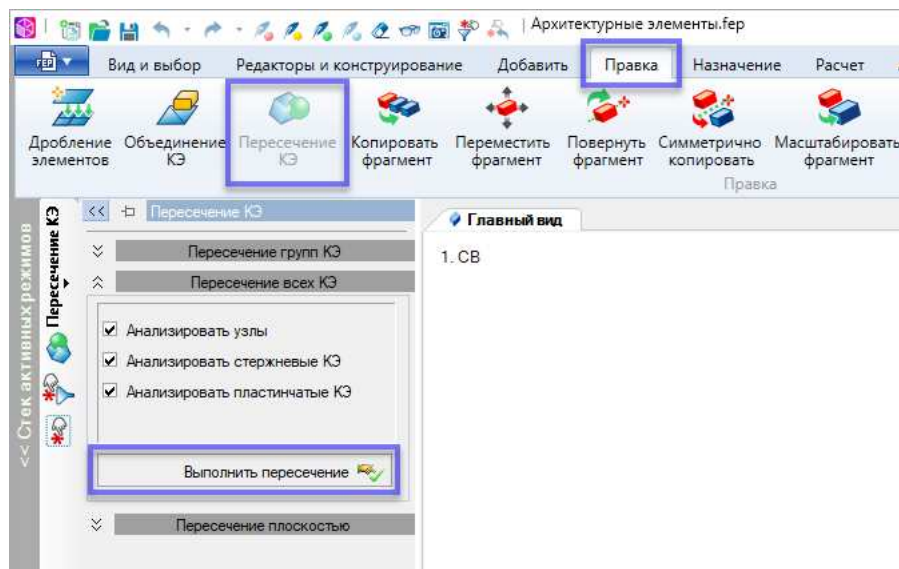


4. Сонаправленность векторов осей выравнивания напряжений. Направляем ось Z в пластинах согласно схеме расположения осей в редакторе сечений

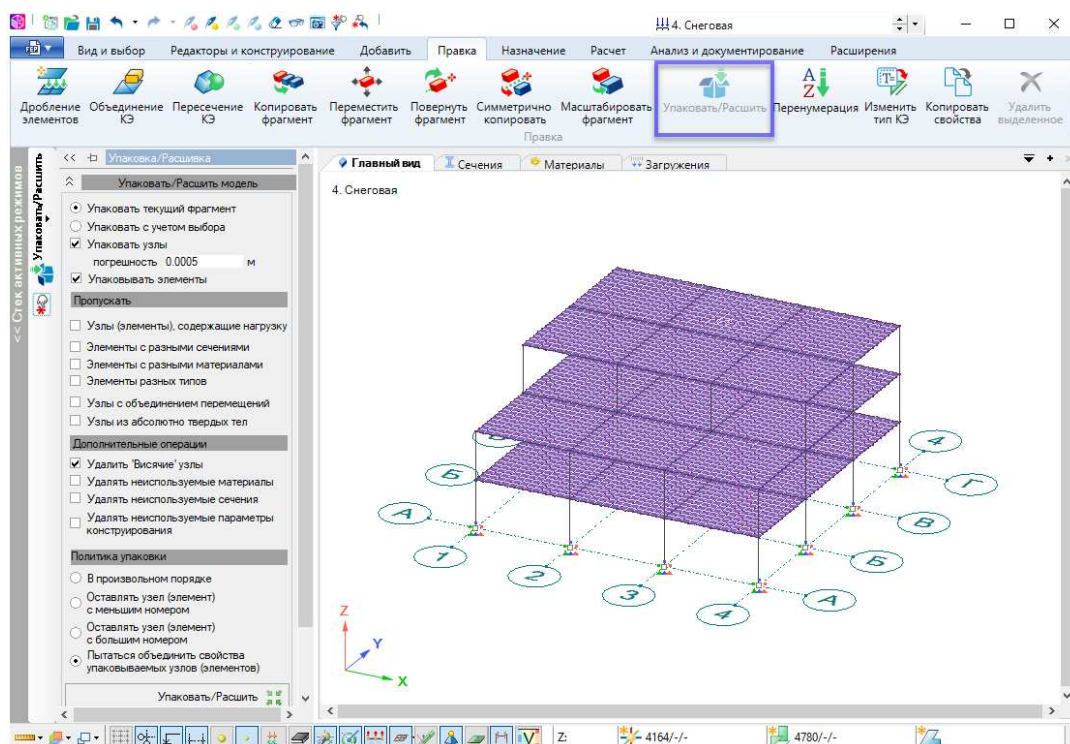




5. Пересечение всех конечных элементов. Для того, чтобы элементы схемы работали совместно, необходимо их пересечь между собой. Правка - Пересечение КЭ - Пересечение всех КЭ. Обязательно нужно выделить всю схему или ее часть, к которой нужно применить данный инструмент. Выполнить пересечение.

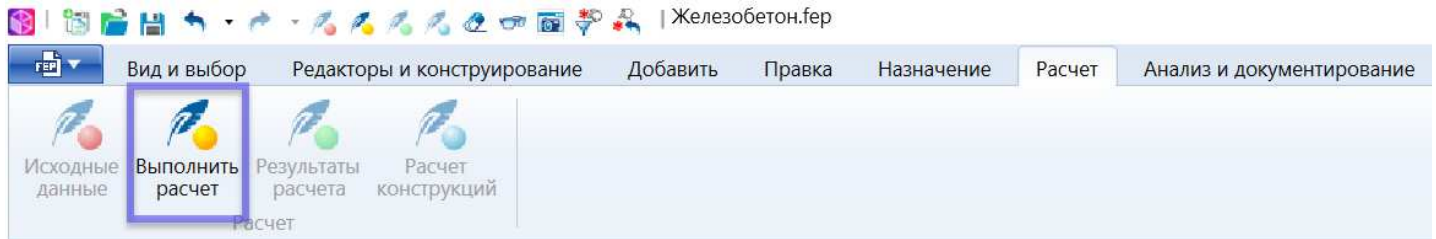


6. Упаковка схемы. Так как упаковка выполняется для текущего фрагмента, в данном случае необходимо, чтобы не было скрытых элементов

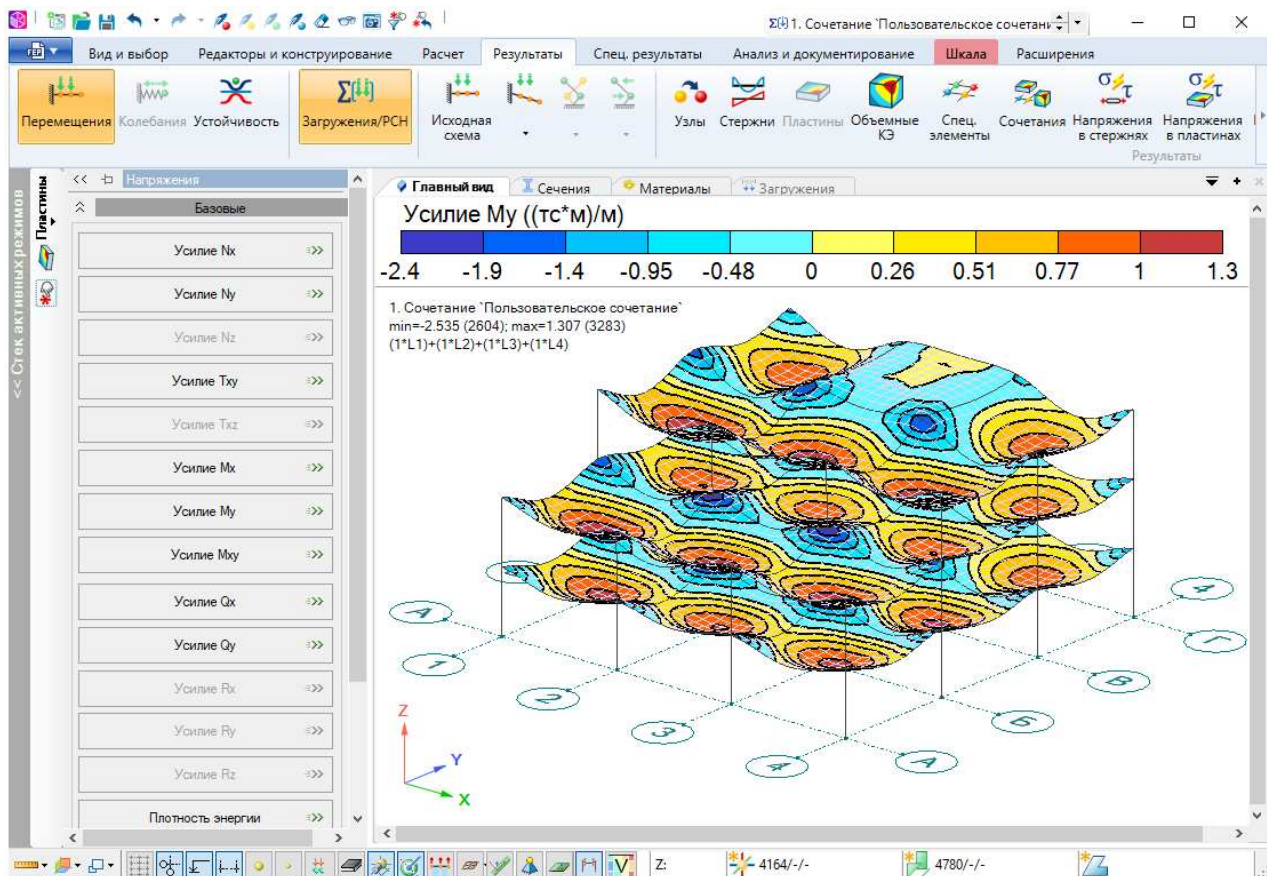




## 7. Отправка схемы на расчет

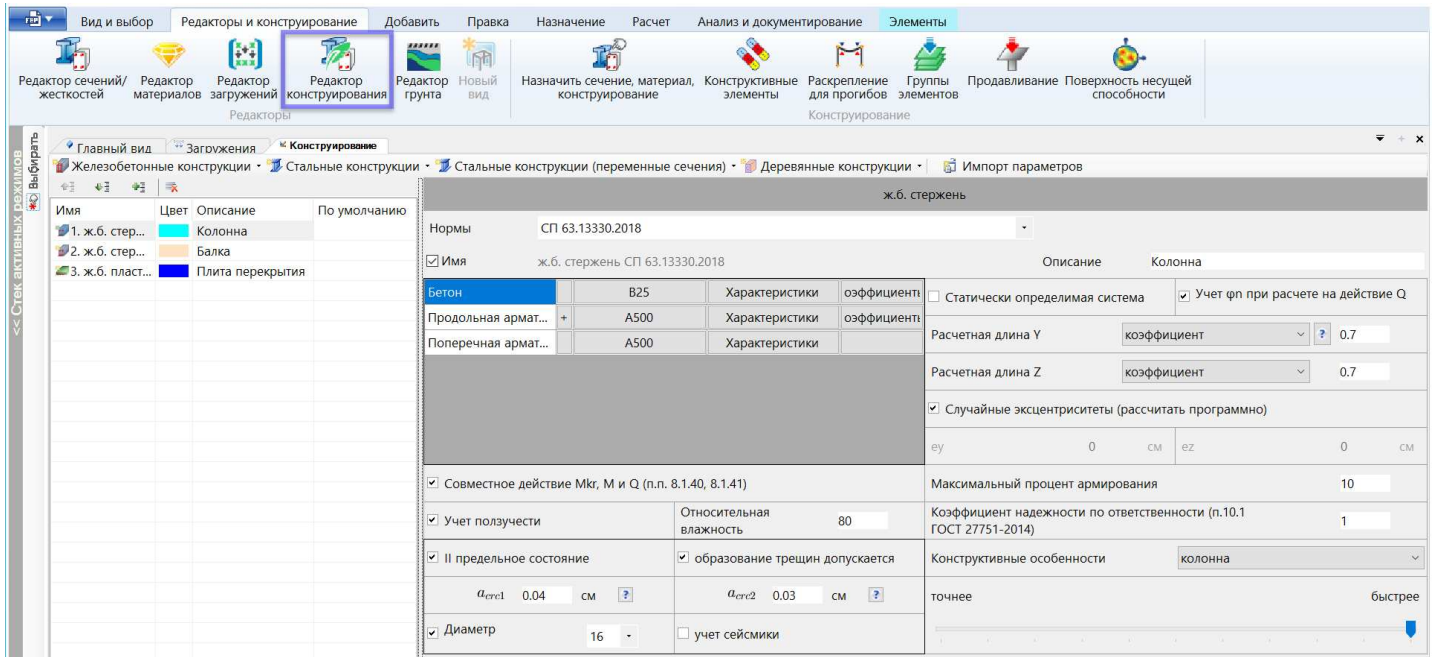


## 8. Анализ полученных результатов

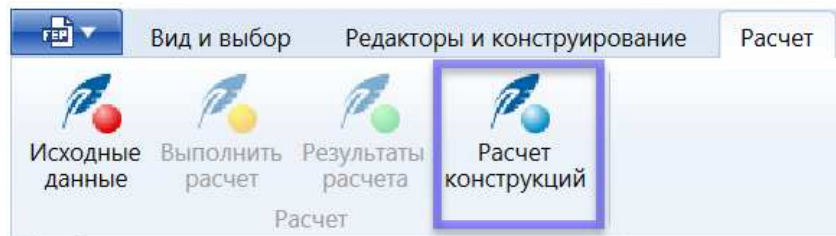


## 9. Армирование элементов

### 9.1. Задание параметров конструирования



### 9.2. Выполнение расчета конструкций

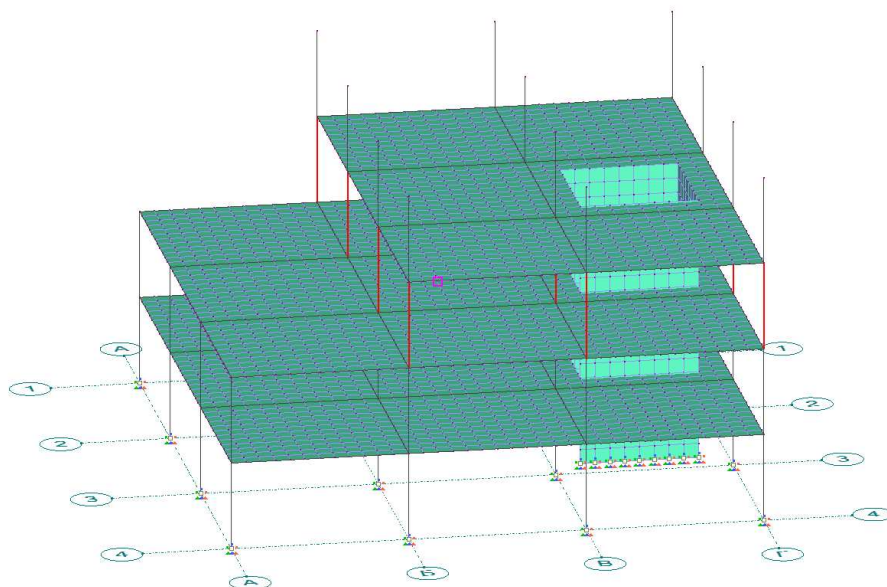


## 10. Анализ результатов армирования в спец. результатах.

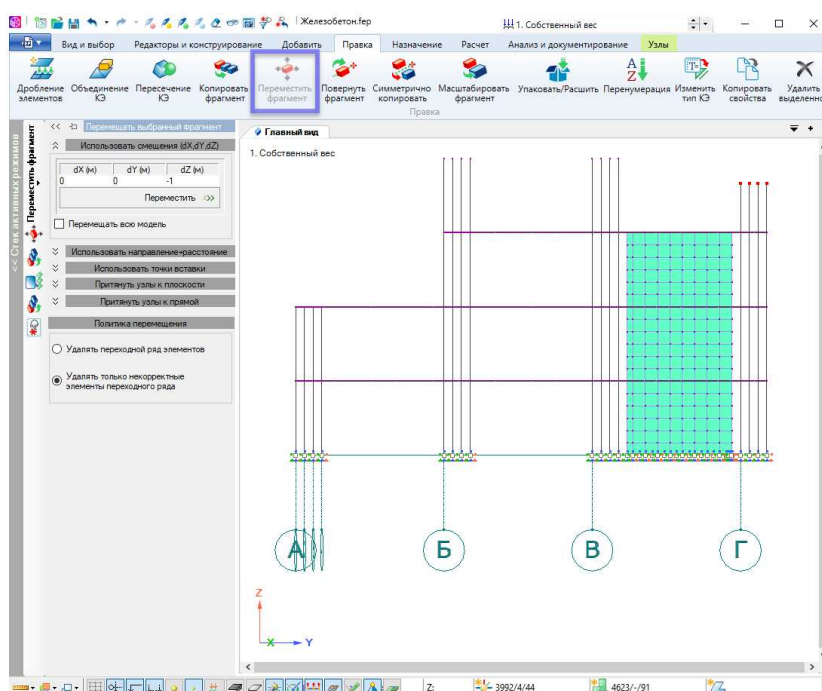
## Тема №2. Расчёт элементов деревянного покрытия

1. Создание четвертого этажа с деревянными балками покрытия.

1.1. Копирование колонн третьего этажа на 3 метра вверх.



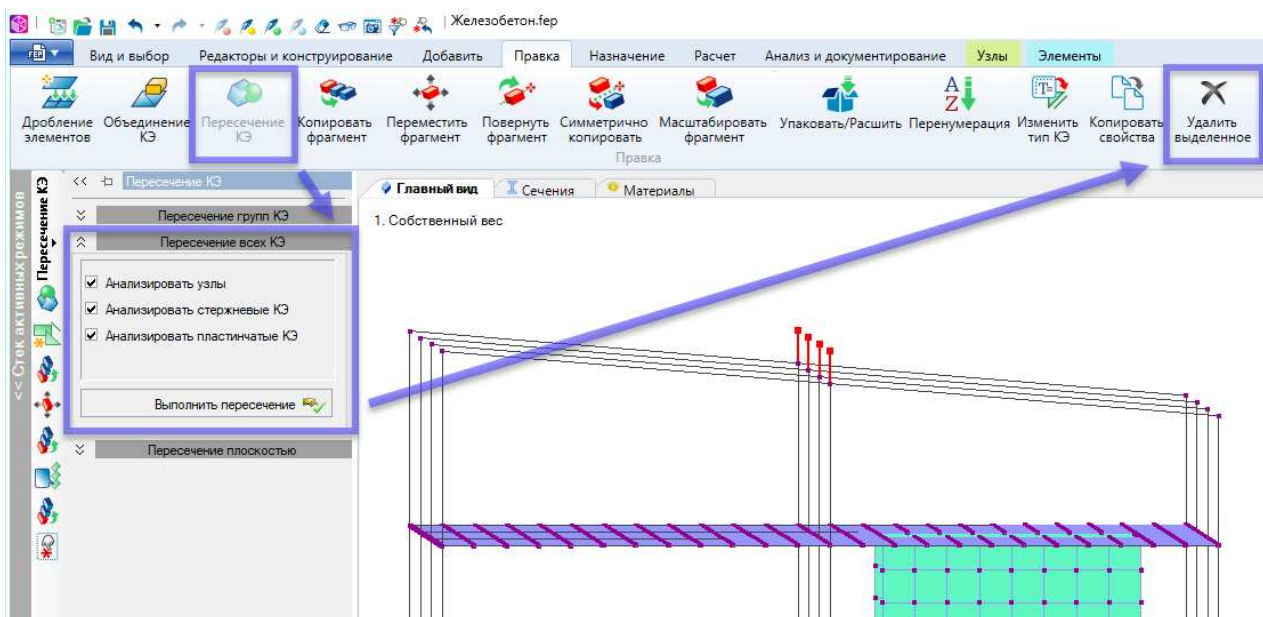
1.2 Для моделирования односкатной кровли необходимо уменьшить высоту колонн по оси Г. Для этого необходимо выделить верхние узлы колонн, выбрать функцию “Переместить фрагмент” и указать смещение по Z на 1 метр вниз.



1.3. Ввод балок покрытия от колонн на оси Б до колонн на оси Г.

1.4. Редактирование средних колонн по оси В. Для этого необходимо выделить балки покрытия и колонны по оси В, далее выполнить пересечение всех КЭ “Правка -> “Пересечение КЭ” -> “Пересечение всех КЭ”.

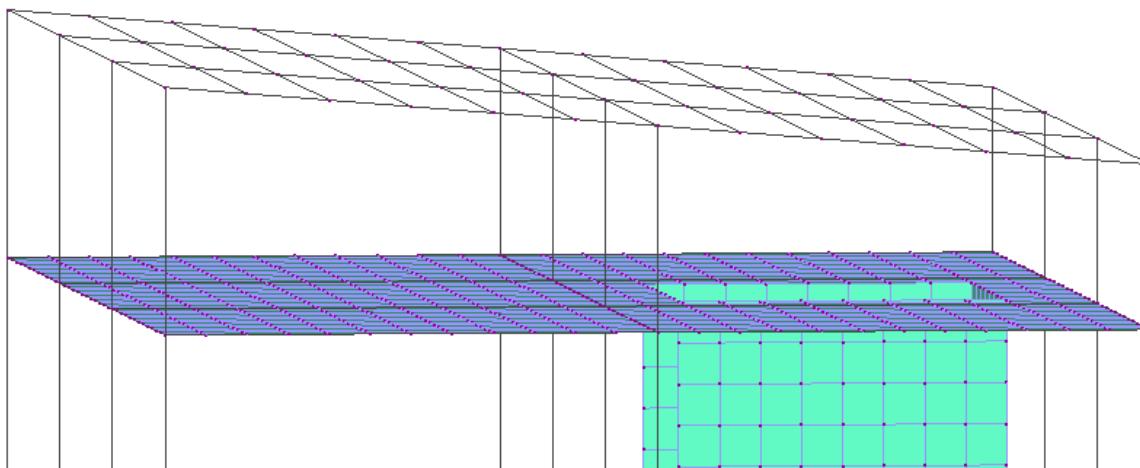
Удалить верхнюю часть колонн, выходящую за балки.



1.5. Дробление балок покрытия для ввода прогонов.

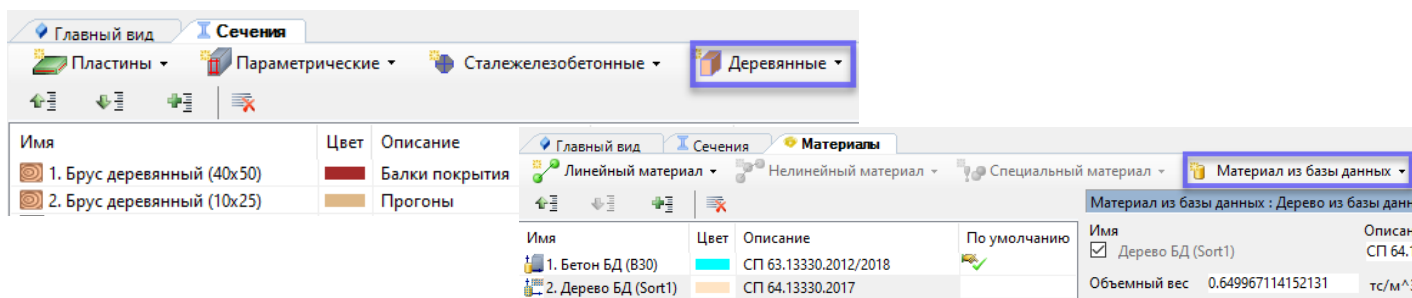
Необходимо выделить балки покрытия, перейти на вкладку “Правка” -> “Дробление элементов” -> “Дробление стержней”, количество частей - 6.

1.6. Ввод прогонов стержнями с учетом промежуточных узлов.

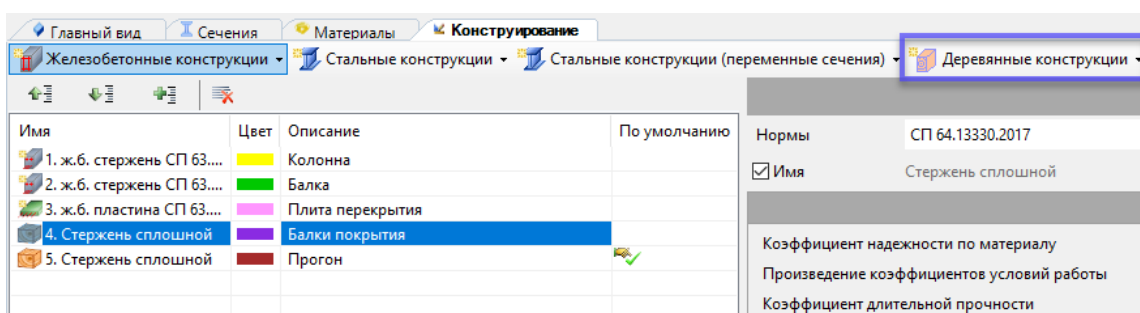




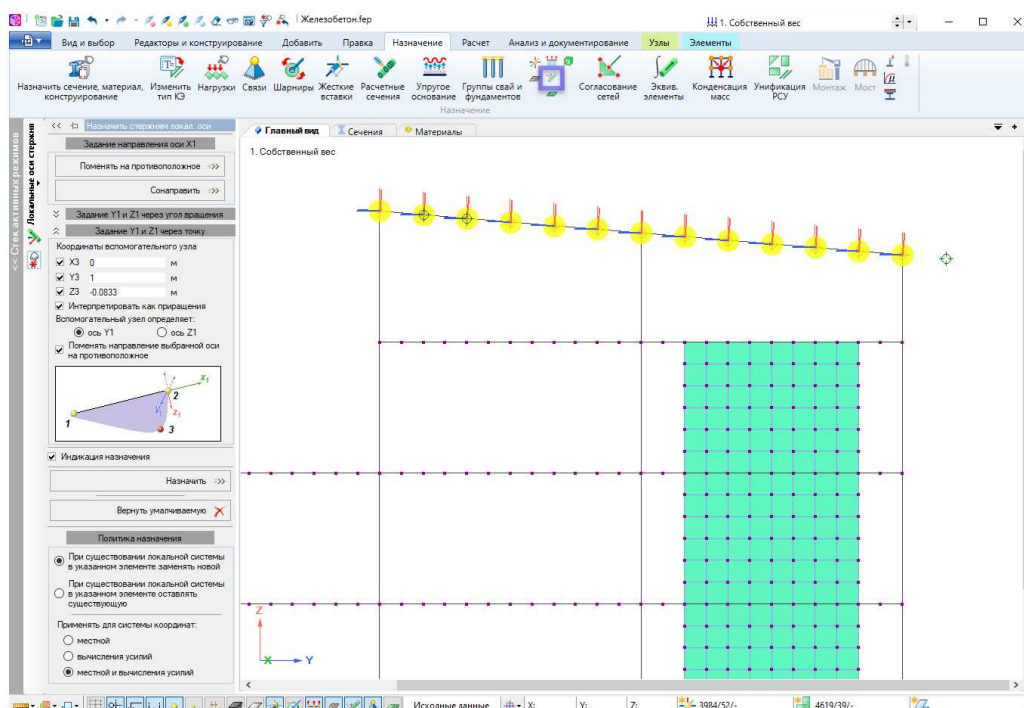
1.7. Назначение элементам покрытия сечений и материала в соответствии с пп. 1.9-1.11.



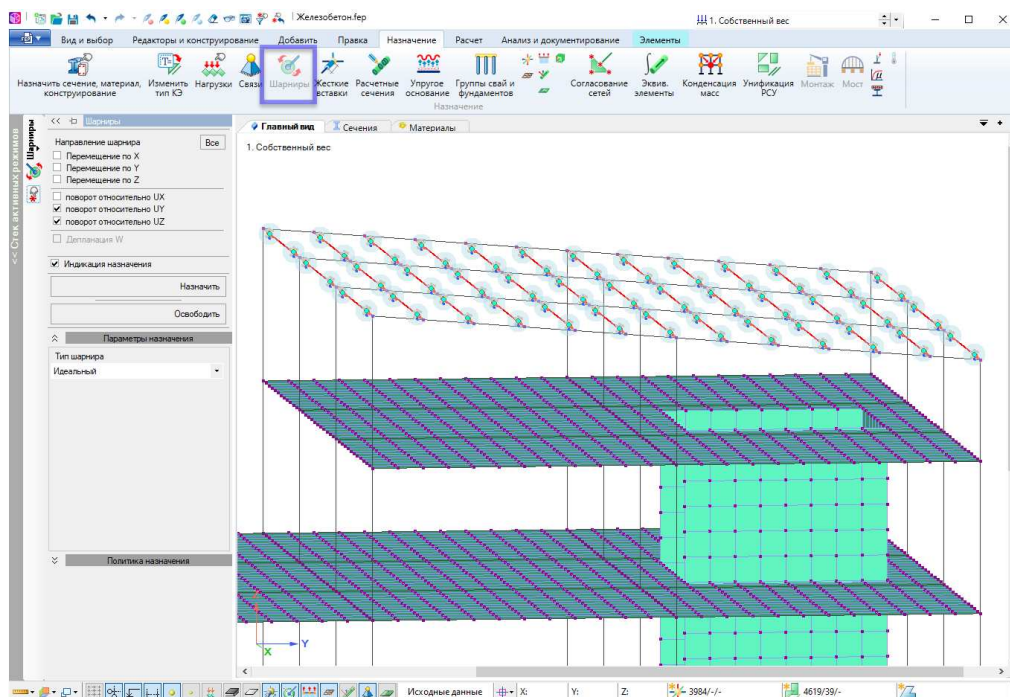
1.8. Назначение элементам покрытия конструирования.



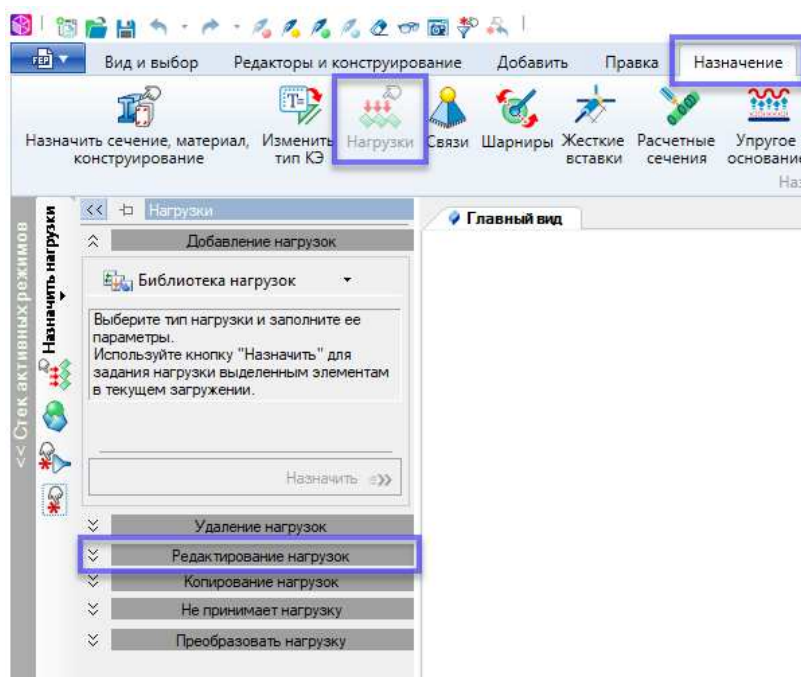
2. Направление осей вычисления усилий и локальных осей прогонов согласно проектному положению.



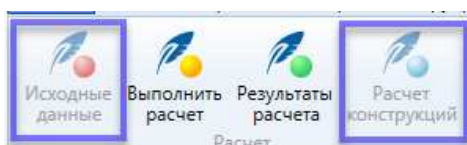
### 3. Назначение шарниров стержням прогонов.



### 4. Назначение нагрузки на кровлю (Нагрузка от покрытия и снеговая). Удаление и редактирование нагрузки на этаже под деревянной кровлей (нагрузка от покрытия и снеговая).



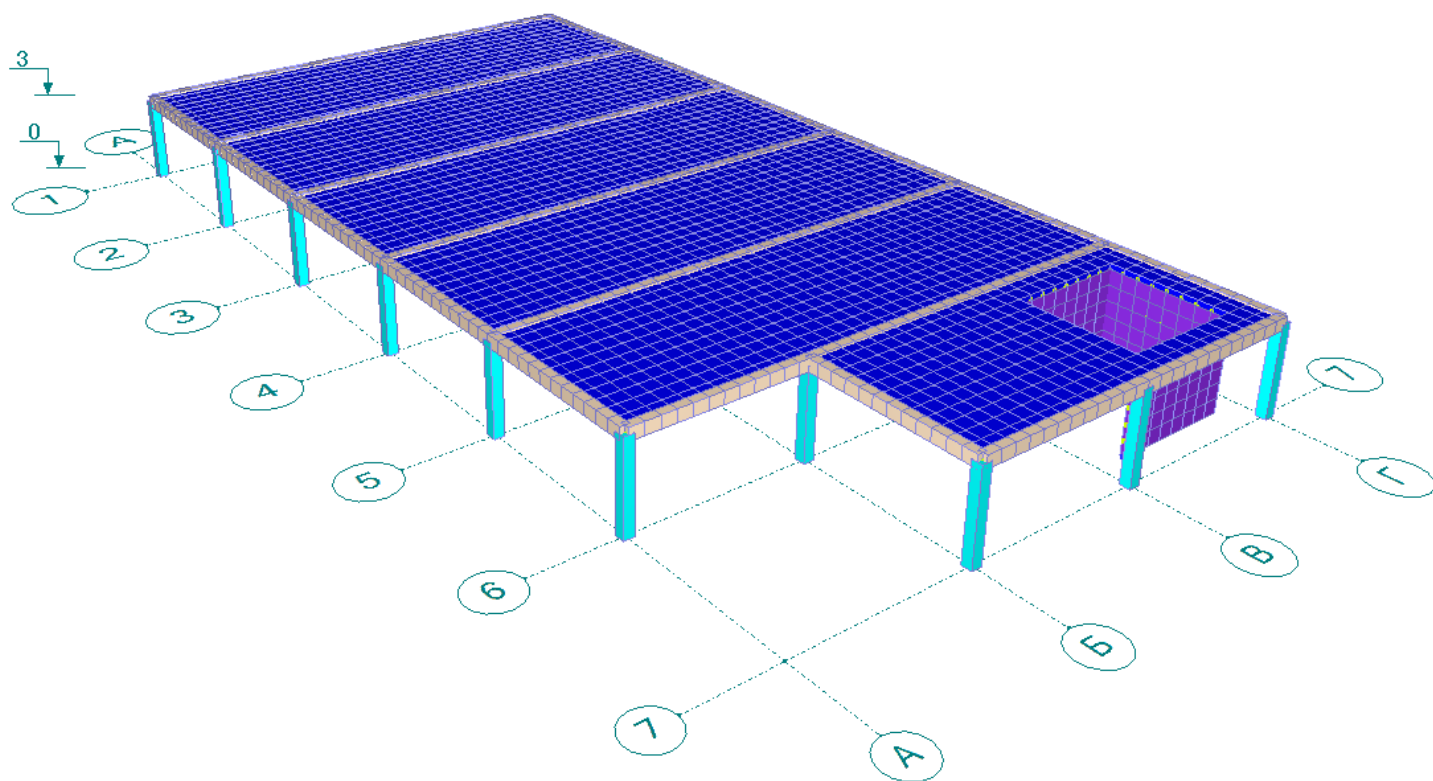
### 5. Выполнение расчета.

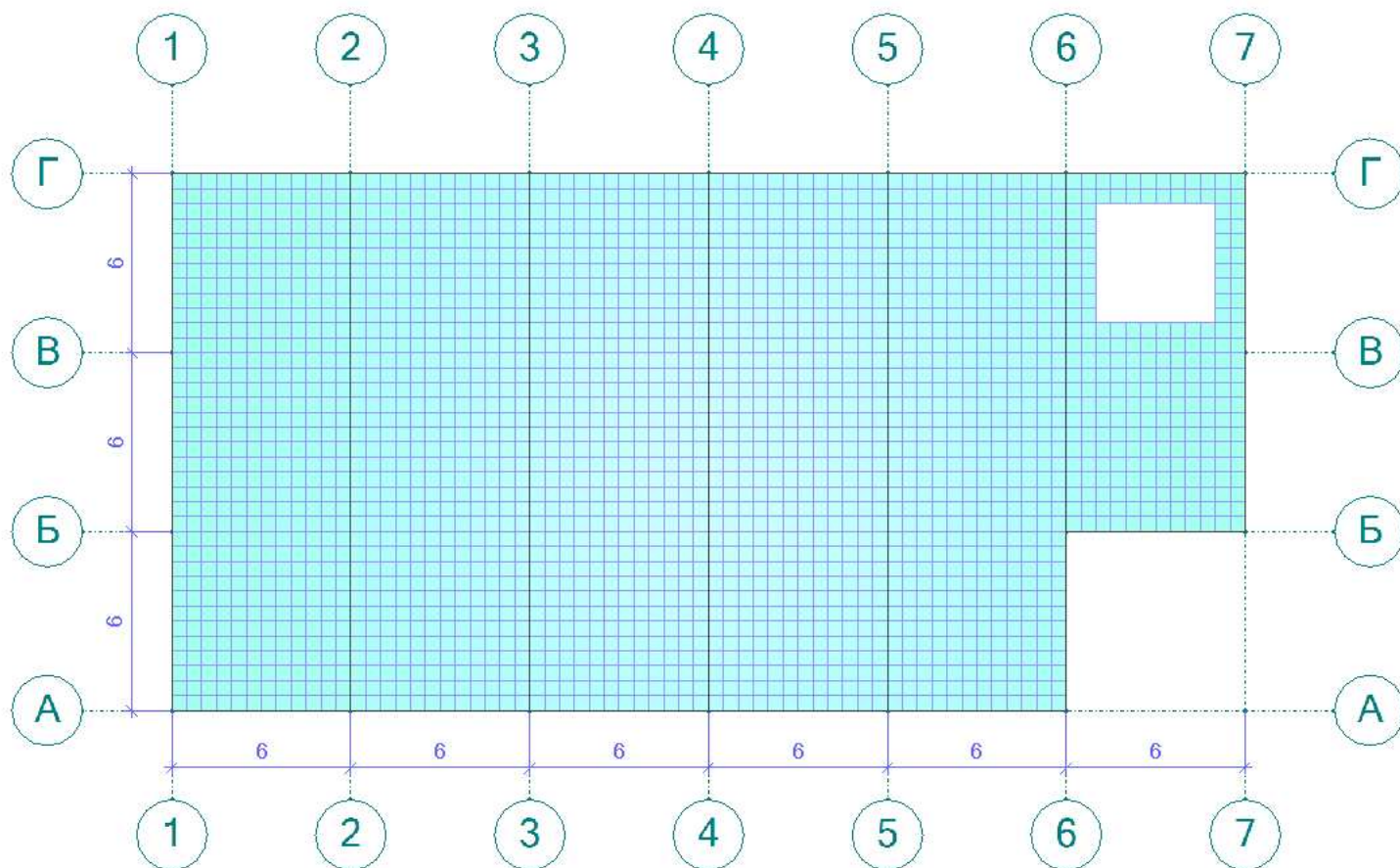




## Самостоятельная работа №1

Стена лифта – 15 см;  
Колонны – 35х35 см;  
Балки – 30х40 см;  
Перекрытие – 30 см.





Материал для всех элементов – В30.

Нагрузки: собственный вес, перекрытие (0,5 т/м<sup>2</sup>).

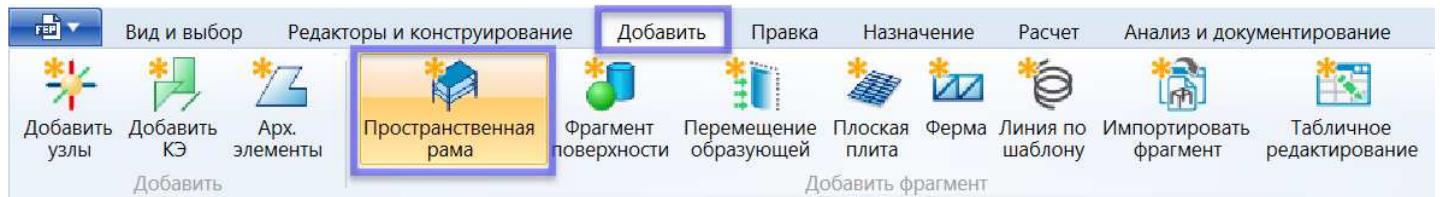
Задание: подобрать арматуру в колоннах, балках и плите перекрытия.

## День 2

### Тема №2. Расчет стального каркаса

#### 1. Создание модели

##### 1.1. Добавление рамы



#### Задаем параметры рамы

<< ▢ Добавить раму

Параметры шаблона

Параметры по оси X

#	Шаг, м	Повторов	N
▶ 1	0	0	0
* 2			

Параметры по оси Y

#	Шаг, м	Повторов	N
▶ 1	18	1	1
* 2			

Параметры по оси Z

#	Шаг, м	Повторов	N
▶ 1	9,75	1	1
* 2			1

Генерировать плиты перекрытия

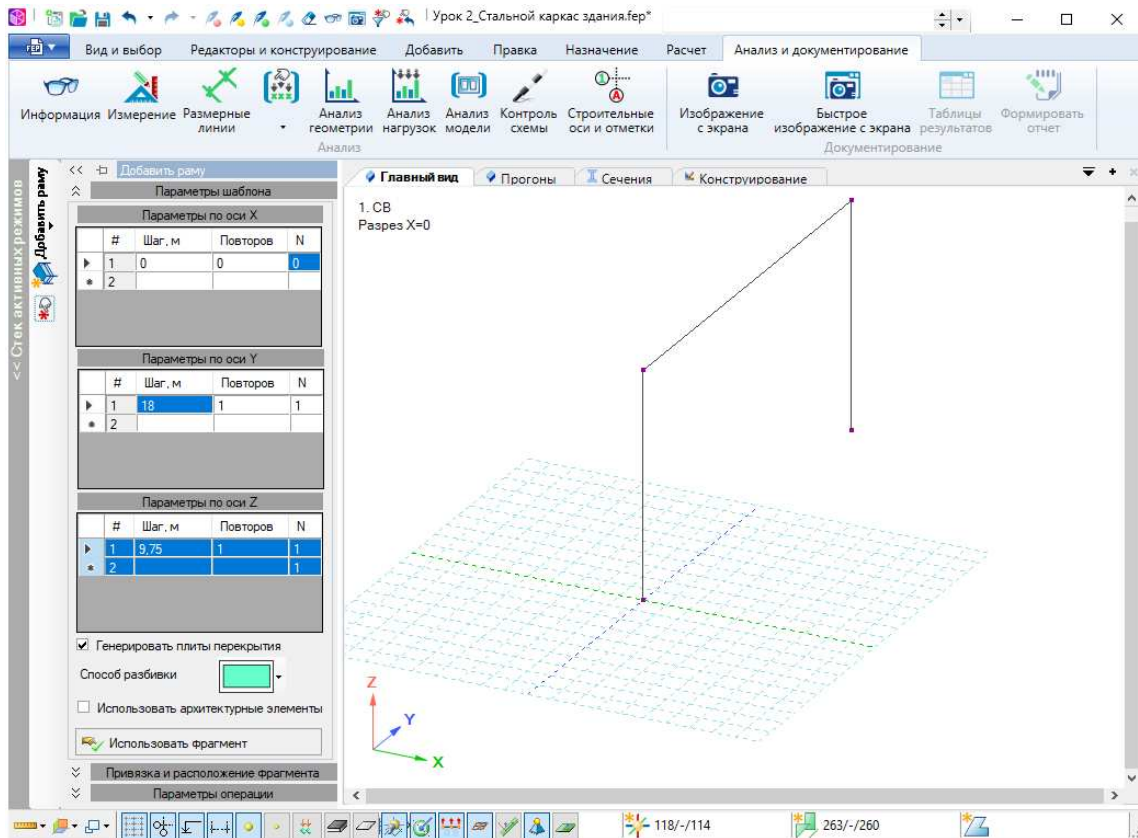
Способ разбивки

Использовать архитектурные элементы

Использовать фрагмент

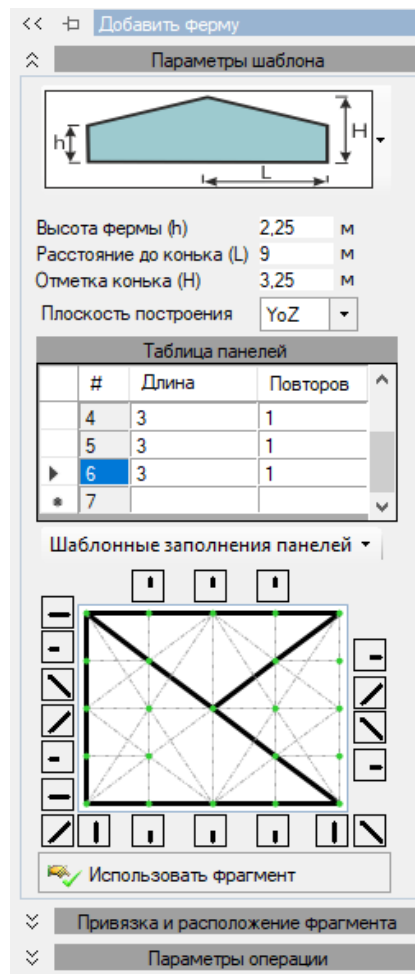
Привязка и расположение фрагмента

Параметры операции



















## 1.2. Создание фермы.

Генерация прототипа фермы  
(6 сегментов)








## 1.3. Назначение жесткости колоннам и стержням фермы

Имя	Цвет	Описание
 1. Двутавр прок. 40К1		Колонна
 2. Коробка прок. 180 x 140 x 8		ВП
 3. Коробка прок. 200 x 200 x 8		НП
 4. Коробка прок. 180 x 180 x 6		ОР
 5. Коробка прок. 100 x 100 x 6		Решетка
 6. 2 x Уголок прок. 125 x 125 x 8		Связи
 7. Коробка прок. 120 x 120 x 8 x ...		Связи ДВ вертикальные
 8. Коробка прок. 250 x 250 x 6		Прогоны

Материал для колонн – С345;

Материал для остальных элементов – С255

Имя	Цвет	Описание	По умол'
 1. Ст. пр. БД (С345)		СП 16.13330.2017	
 2. Ст. пр. БД (С255)		СП 16.13330.2017	

1.4. Поворот локальных осей колонн. Для разворота сечения необходимо в редакторе сечений установить поворот сечения (при этом локальные оси по отношению к глобальным осям не поворачиваются)

Стальные сечения стержней : Двутавр прок. : 40К1

Имя	Описание
<input checked="" type="checkbox"/> 40К1	Колонна

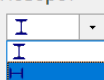
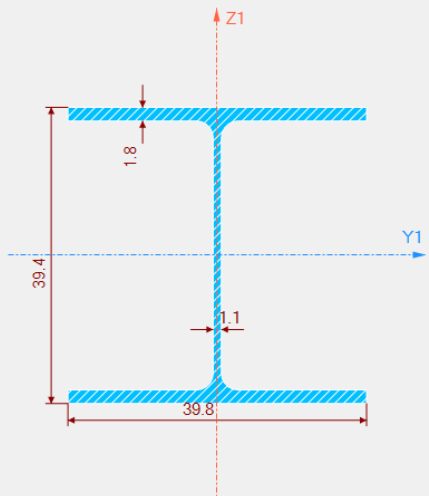
Регион: Все | Таблица сортамента: ГОСТ Р 57837-2017 Колонные двутавры | Профиль: 40К1 | Поворот:  | Сортировка для подбора: Вес ед.дл., м

Схема профиля

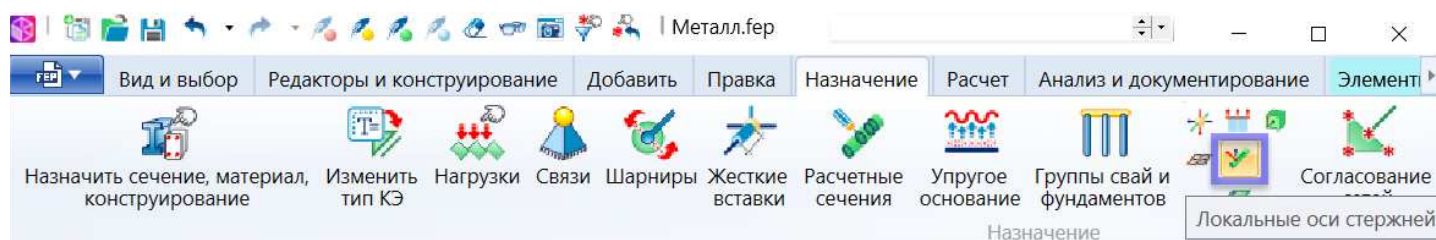


Учитывать при расчете влияние сдвига

Использовать ограничения подбора

	Минимум	Максимум
h	14.7	66.8
bf	14.9	43.5
tw	0.6	9.6
tf	0.85	15.5

или развернуть местные оси элементов

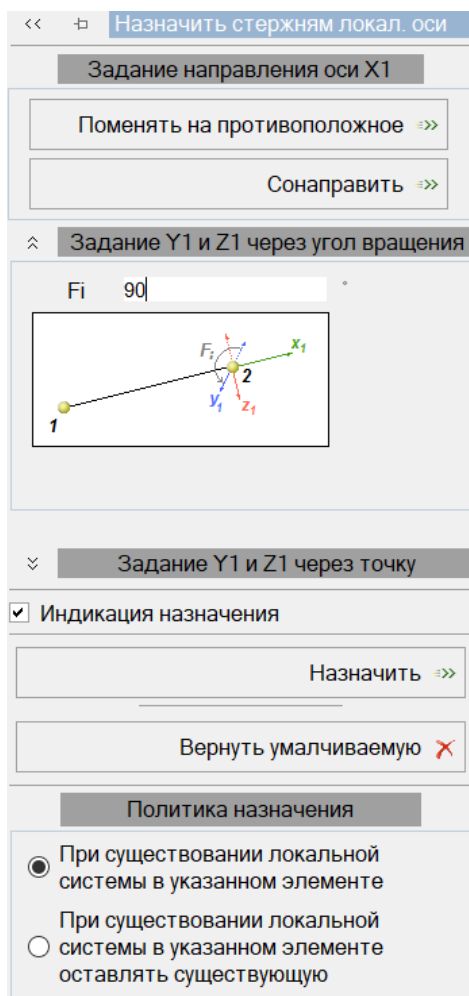


Металл.fep

Вид и выбор | Редакторы и конструирование | Добавить | Правка | Назначение | Расчет | Анализ и документирование | Элементы

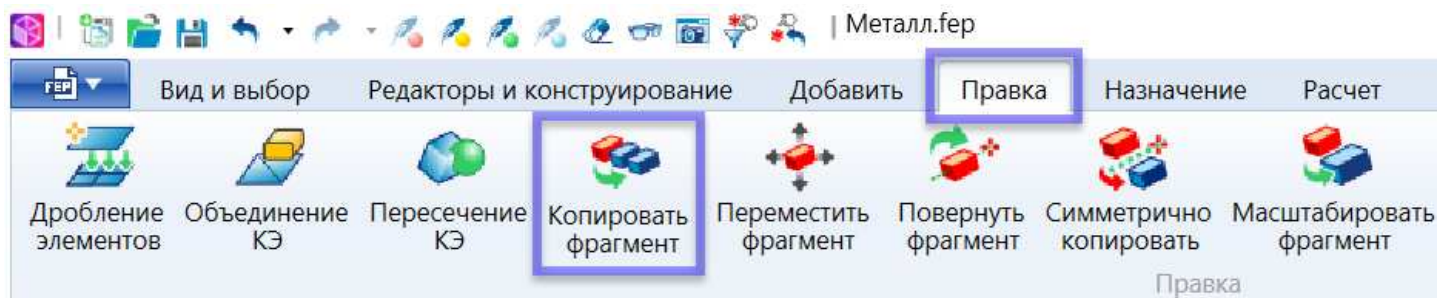
Назначить сечение, материал, конструирование | Изменить тип КЭ | Нагрузки | Связи | Шарниры | Жесткие вставки | Расчетные сечения | Упругое основание | Группы свай и фундаментов | Локальные оси стержней



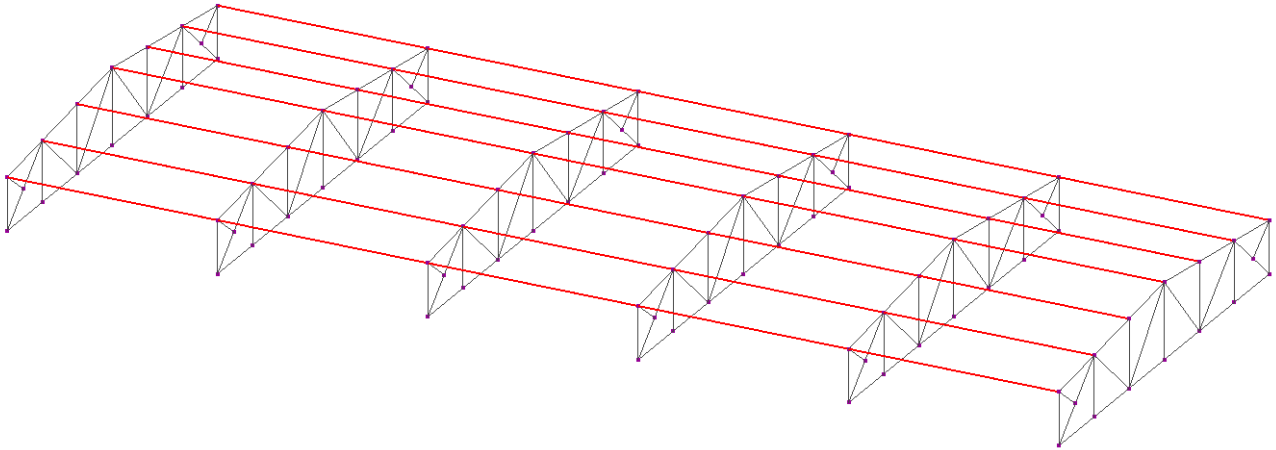


## 1.5. Создание каркаса здания

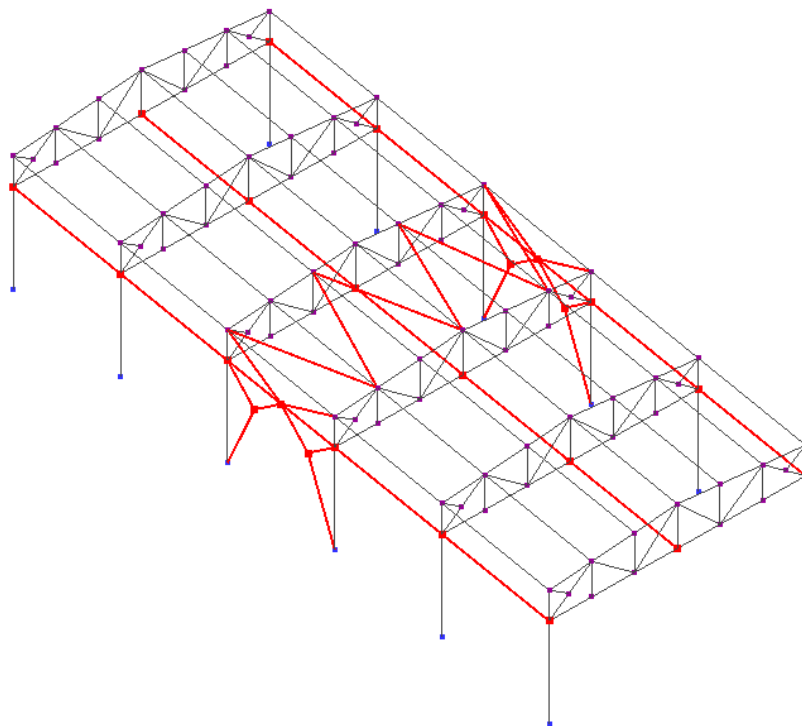
### 1.5.1. Копируем раму с шагом 9 м с помощью функции «Копировать фрагмент»



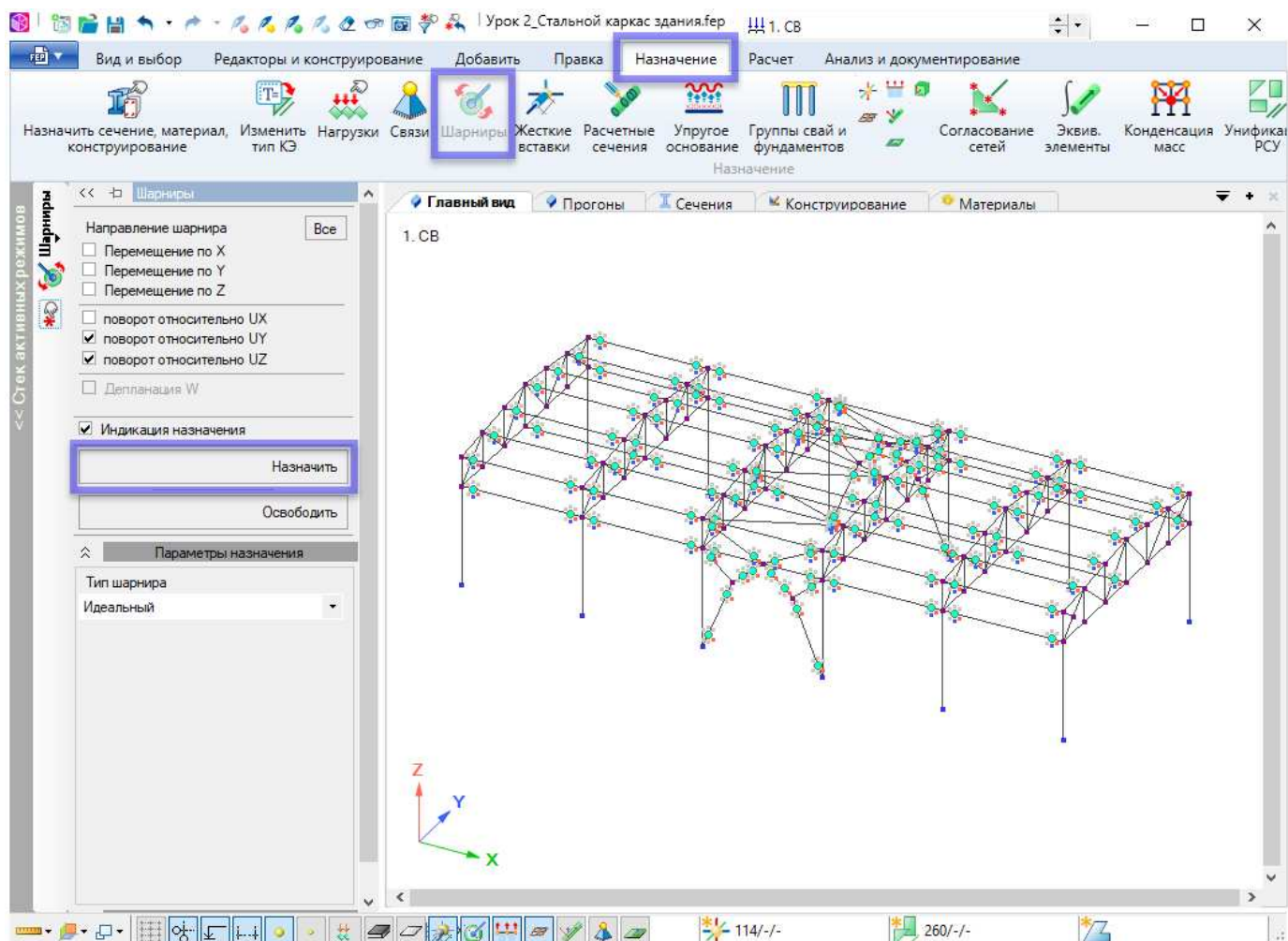
1.5.2. С помощью команды **Добавить КЭ** необходимо создать элементы прогонов. Добавление КЭ лучше производить сразу с назначенными по умолчанию сечением (коробка 250х6) и материалом (С255)



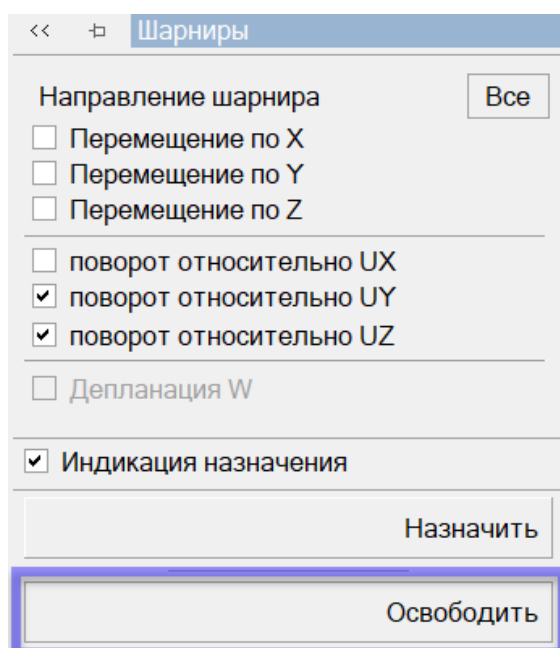
1.5.3. Добавление элементов связи по нижнему поясу, верхнему поясу и между средними колоннами. Для связей назначается сечение по умолчанию 2L125x8 с расстоянием для сухарей ( $2 \cdot z_0 + 0,8$ ) и материалом С255



## 2. Шарниры. Добавление и способы удаления

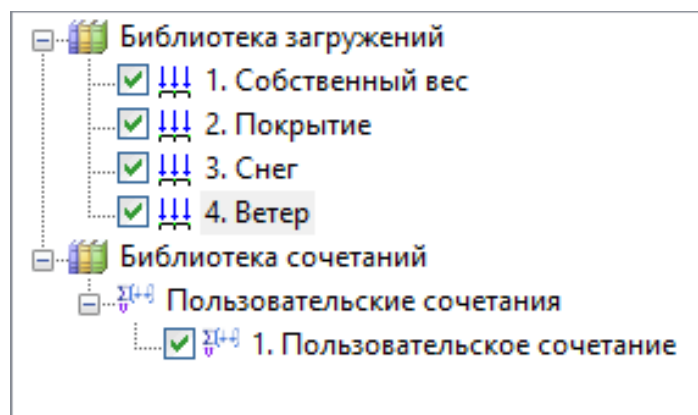


Удаляются шарниры с помощью команды «Освободить»



### 3. Задание нагрузок

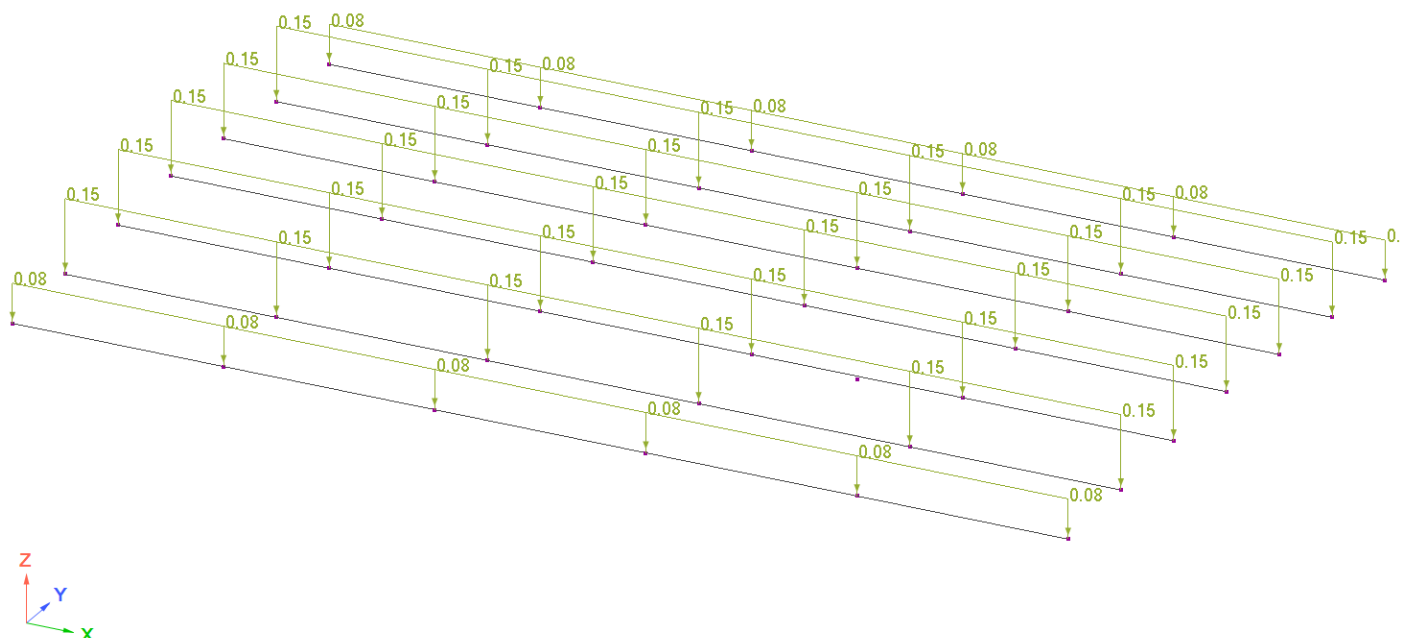
#### 3.1. Создание загрузений в редакторе



3.2. Назначение нагрузок для загрузений. Собственный вес задаем с помощью интерактивной нагрузки

3.3. Нагрузка от покрытия. Следует отфрагментировать конструкцию, оставив только прогоны. Нагрузка задается с помощью нагрузки на стержень – «Равномерно распределенная сила»

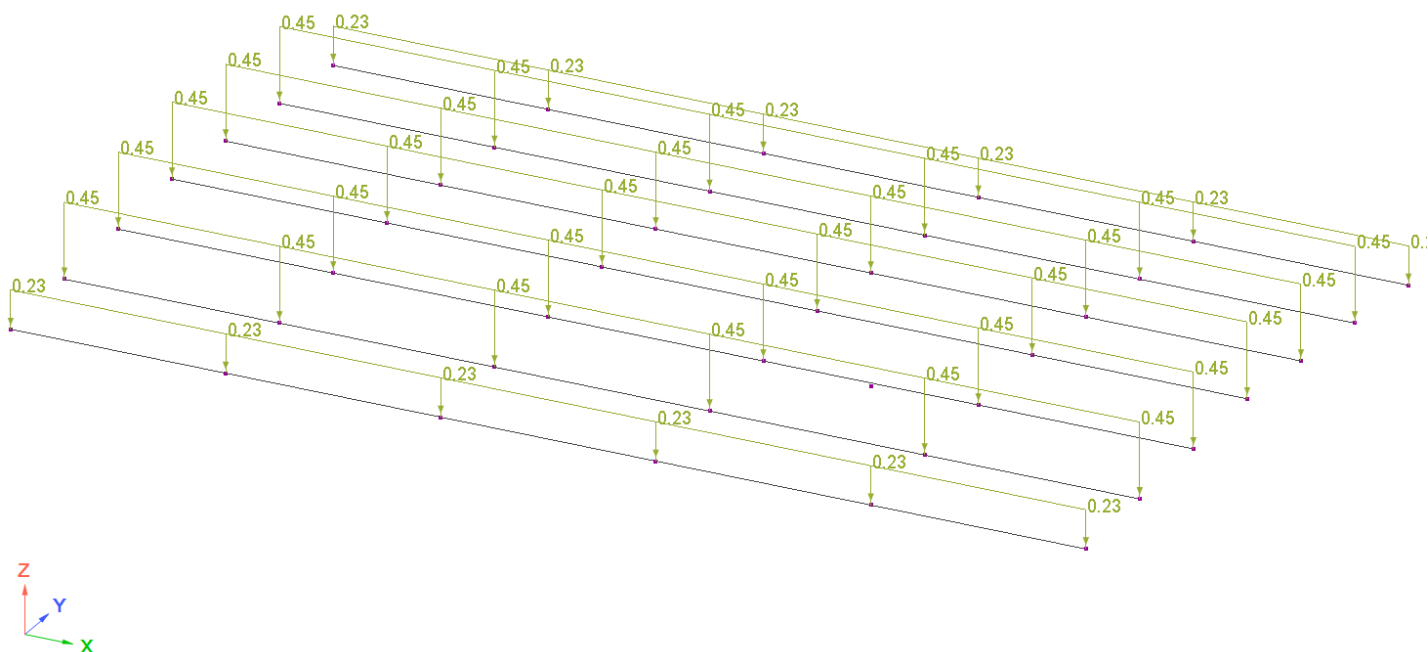
2. Покрытие



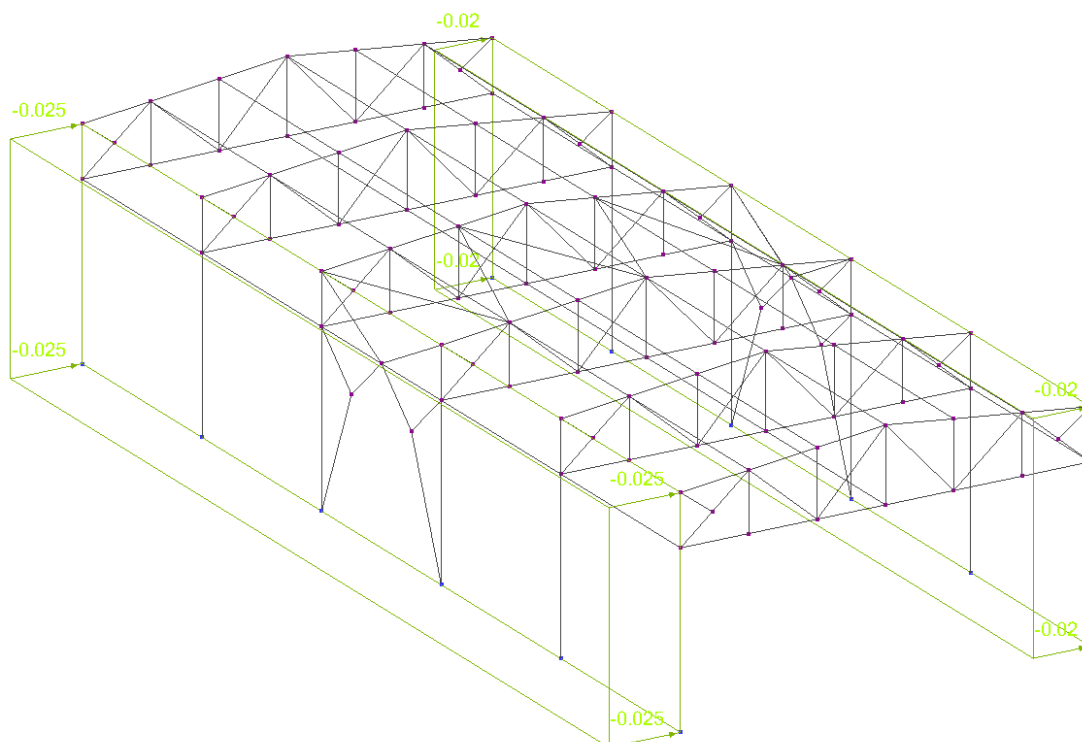


### 3.4. Снеговая нагрузка

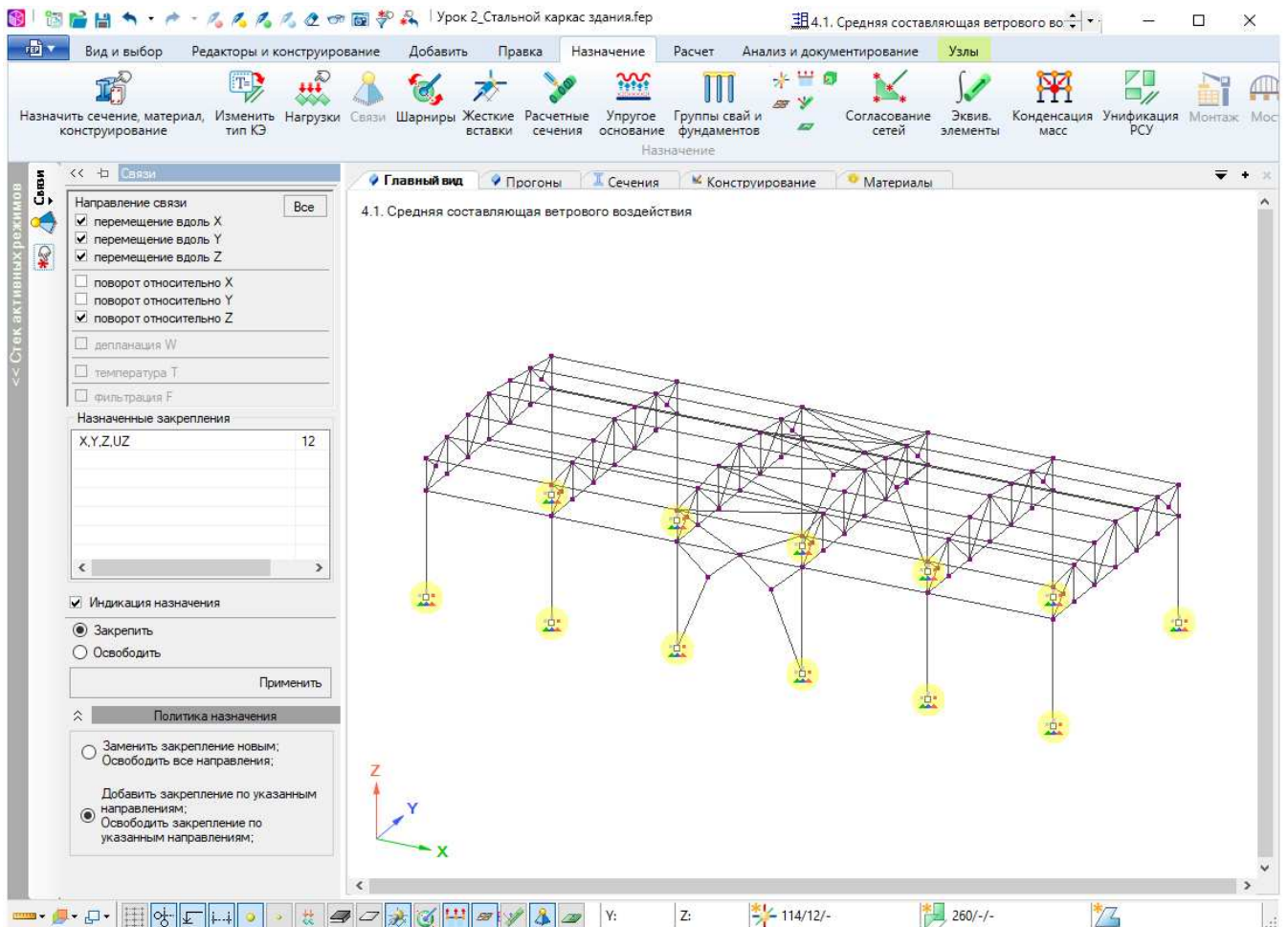
3. Снеговая



3.5. Ветровая нагрузка задается с использованием нагрузки на расчетную схему - «Произвольная нагрузка на поверхность»



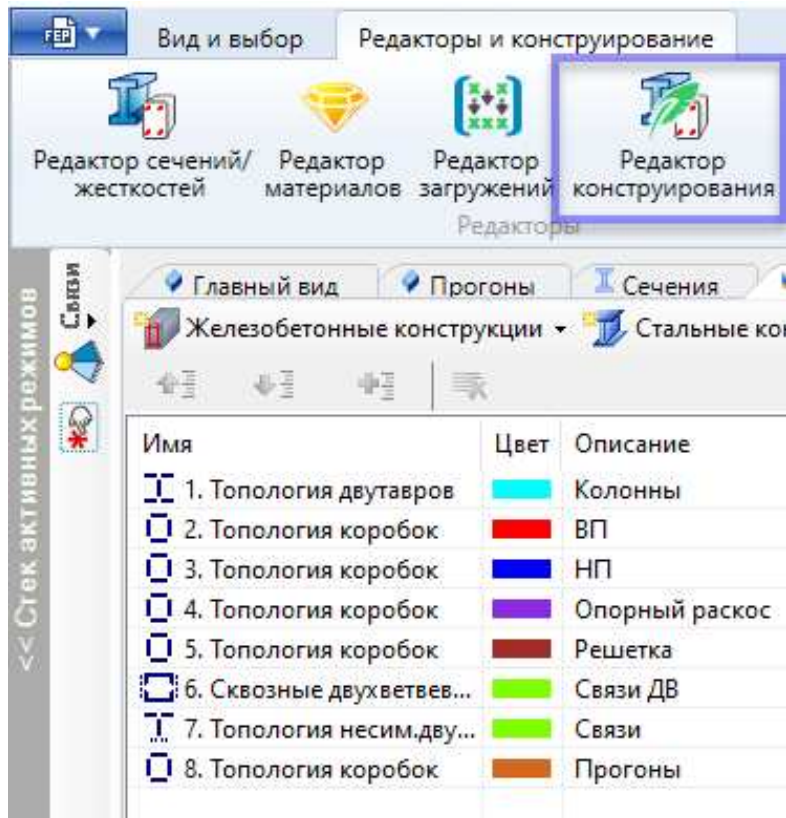
## 4. Назначение связей в опорных узлах



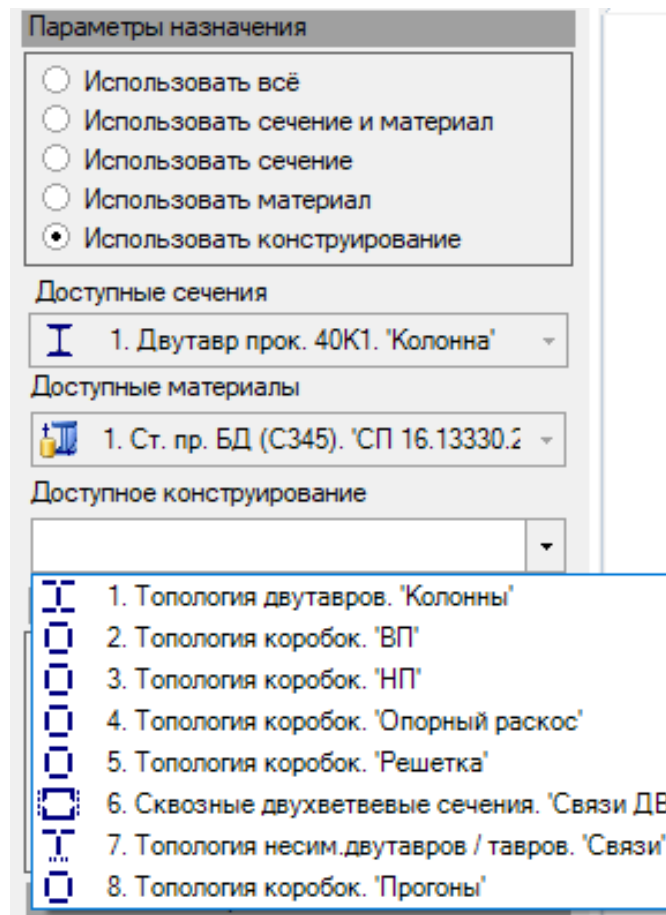
5. Выполнение расчета. Анализ результатов усилий и деформаций

6. Подбор элементов металлопроката

6.1. Создание топологий для элементов конструкции. Установка параметров конструирования

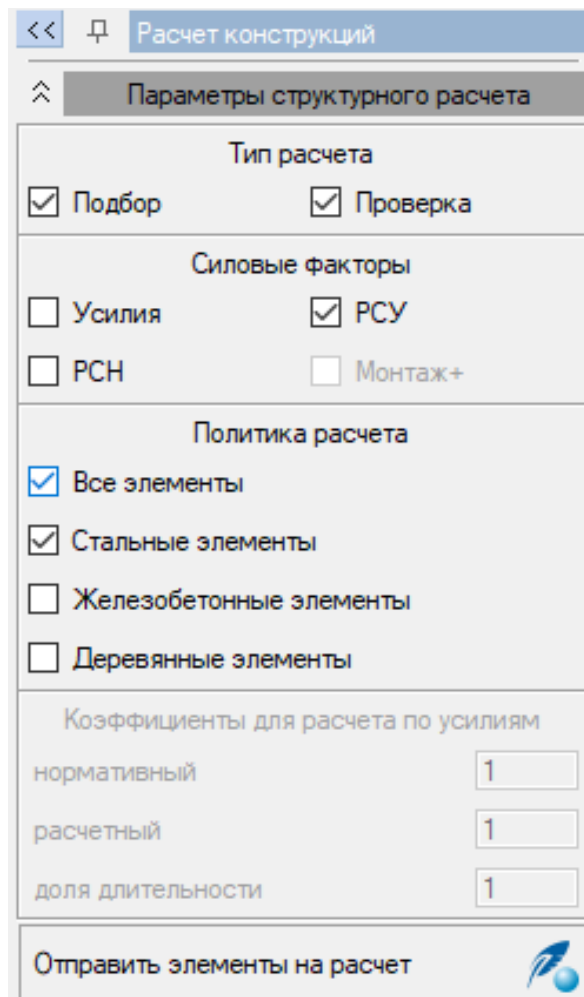
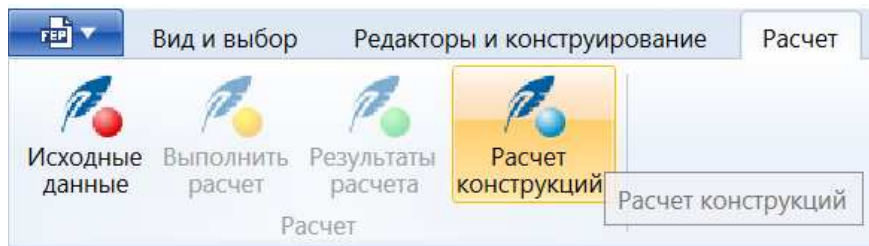


## 6.2. Назначение конструктивных параметров

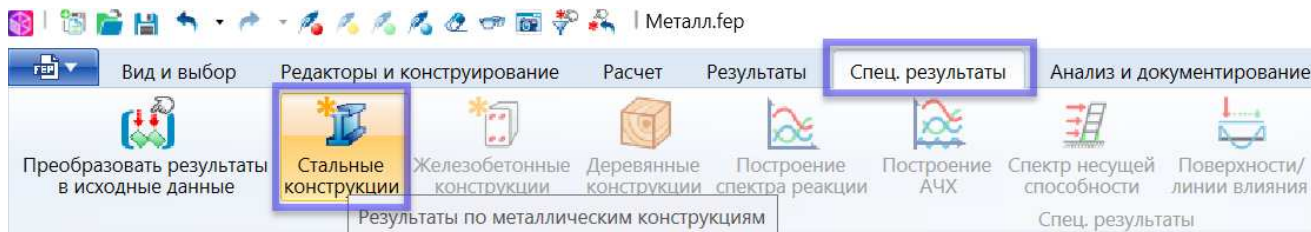




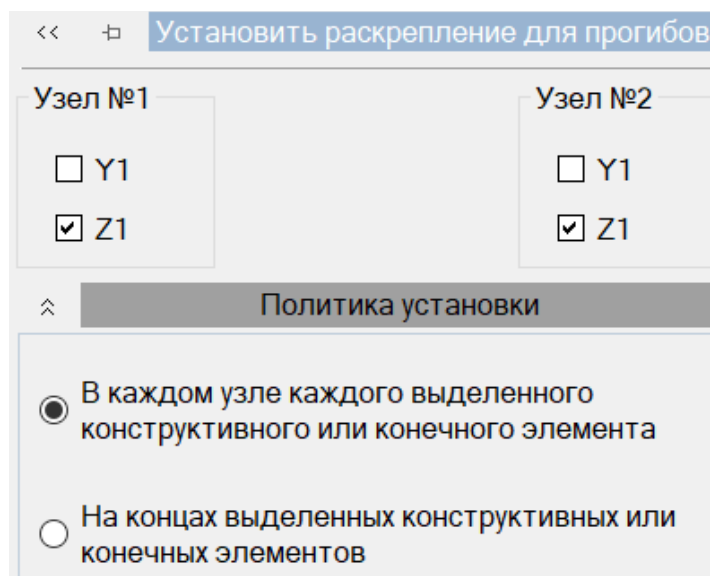
## 6.3. Выполнение расчета конструкций



## 6.4. Проверка полученных результатов



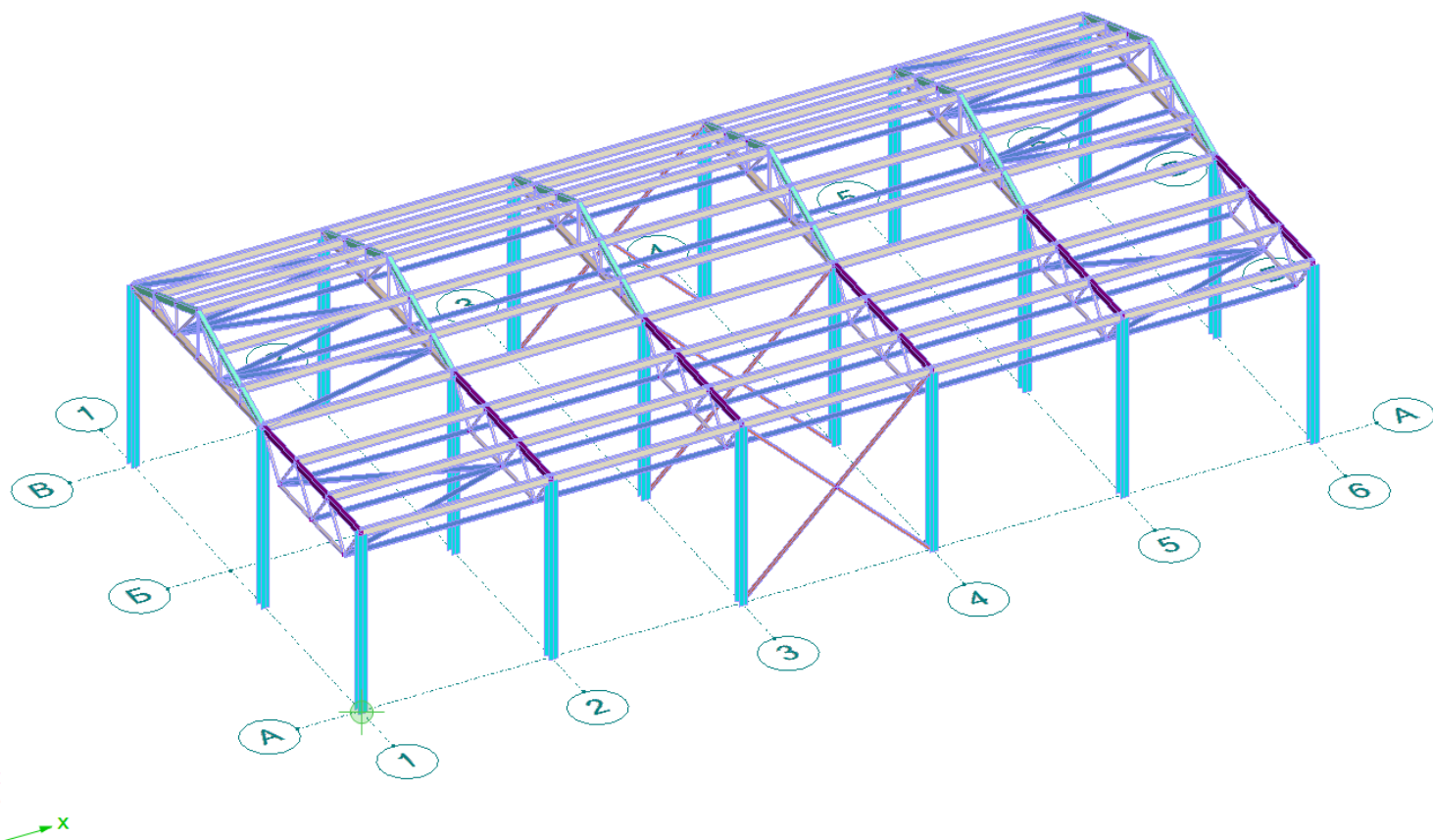
6.5. Раскрепление для прогиба прогонов. Для оценки относительных прогибов деформация фермы не должна приниматься во внимание, для этого во вкладке «Редакторы и конструирование» воспользуемся функцией «Раскрепление для прогибов»



6.6. Выполнение повторного расчета, проверка значений по прогибам в прогонах

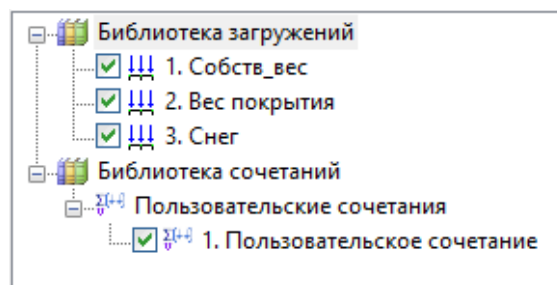
## Самостоятельная работа №2

Пролет: 12м и 9м, шаг 9м, высота колонн 9м.



Высота ферм – 2,25м. Нагрузки: Собств.вес, Покрытие – 110 кг/м<sup>2</sup>, Снег – 150 кг/м<sup>2</sup>

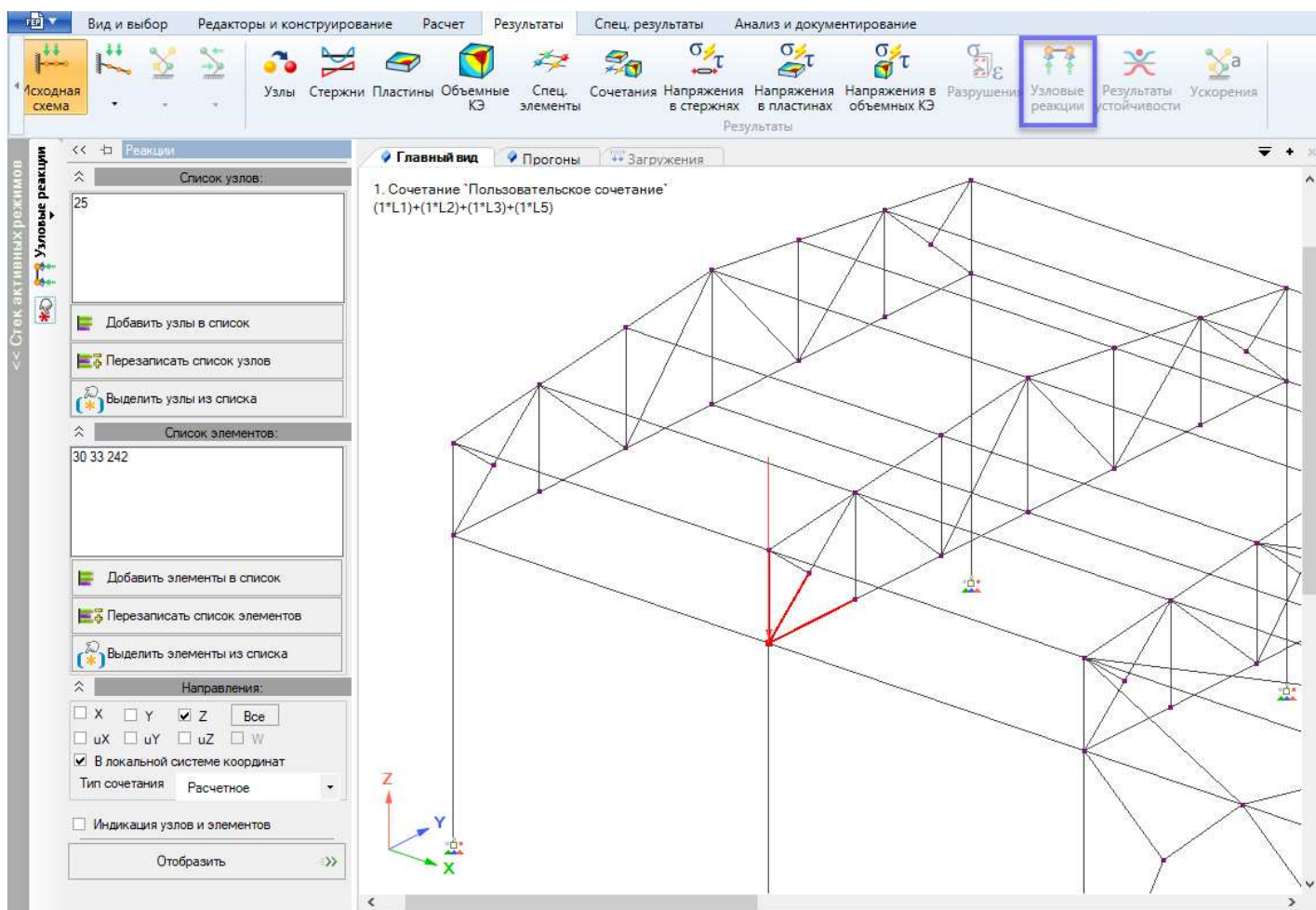
Имя	Цвет	Описание
1. Двутавр прок. 40К1		Колонны
2. Коробка прок. 300 x 200 x 8		ВП 12м
3. Коробка прок. 250 x 250 x 8		НП 12м
4. Коробка прок. 100 x 100 x 6		Решетка 12м
5. Коробка прок. 300 x 200 x 6		ВП 9м
6. Коробка прок. 120 x 120 x 6		НП 9м
7. Коробка прок. 100 x 100 x 6		Решетка 9м
8. 2 x Уголок прок. 125 x 125 x 14		ГС
9. Двутавр прок. 40Б1		Прогон
10. 2 x Уголок прок. 140 x 140 x 9		ВС



## День 3

## Тема №3. Расчет узловых реакций.

1. Запуск схемы на расчет.
2. Сбор нагрузок от фрагмента схемы.
  - 2.1. Вкладка «Результаты» -> «Узловые реакции».
  - 2.2. Автоматически отображаемые узлы, в которых установлены связи, при необходимости можно удалить и указать нужные узлы, в которых нужно собрать нагрузки.





### 3. Данную информацию можно вывести в табличном формате.

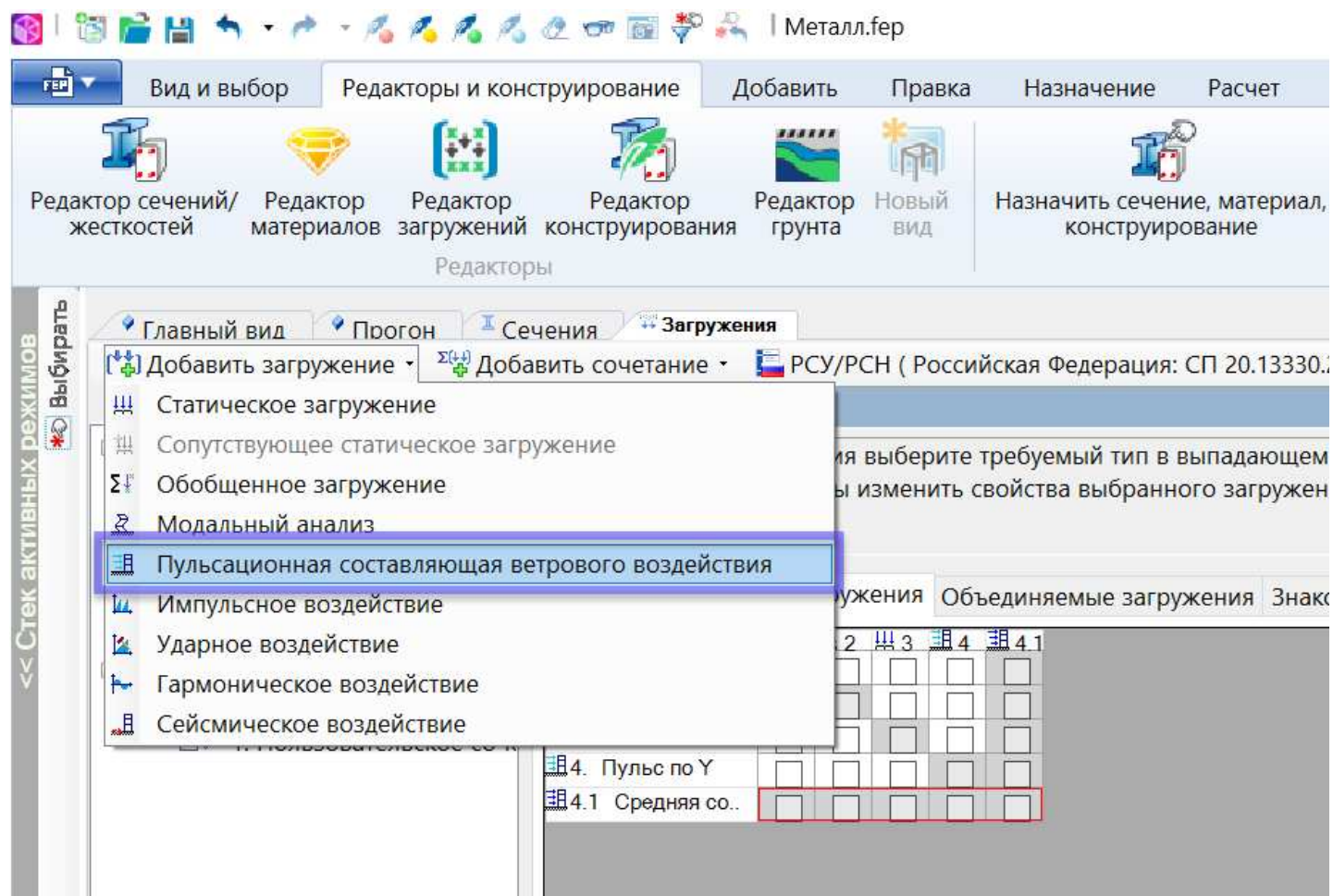
The screenshot shows the LIRA 10 software interface. The main window displays a 3D structural model of a frame with a red reaction force of 16.256 at a specific node. The 'Таблицы' (Tables) menu item is highlighted in the top toolbar. On the left, the 'Формирование таблиц' (Table Formation) panel is open, with 'Узловые реакции в ГСК от РСН' (Nodal reactions in GSK from RSN) selected. Below the model, a table titled 'Узловые реакции ... X' displays the following data:

Номер	Rx (тс)	Ry (тс)	Rz (тс)	Rux (тс*м)	Ruz (тс*м)	№№ элементов	Сочетание	Динамика
20	0.0018228	-0.8174	16.256	-0.0017076	-0.0019282	36.37.40	1	+

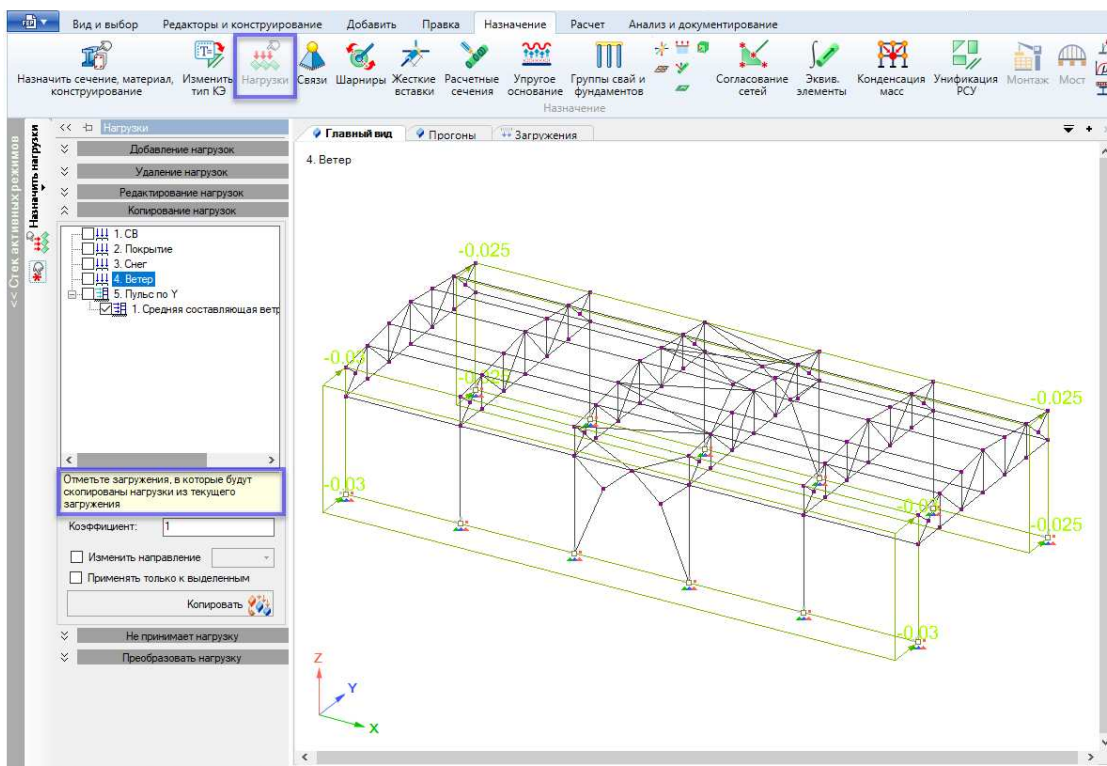
## Тема №4. Расчет пульсационной составляющей ветрового воздействия.

Работа с моделью из задачи №2.

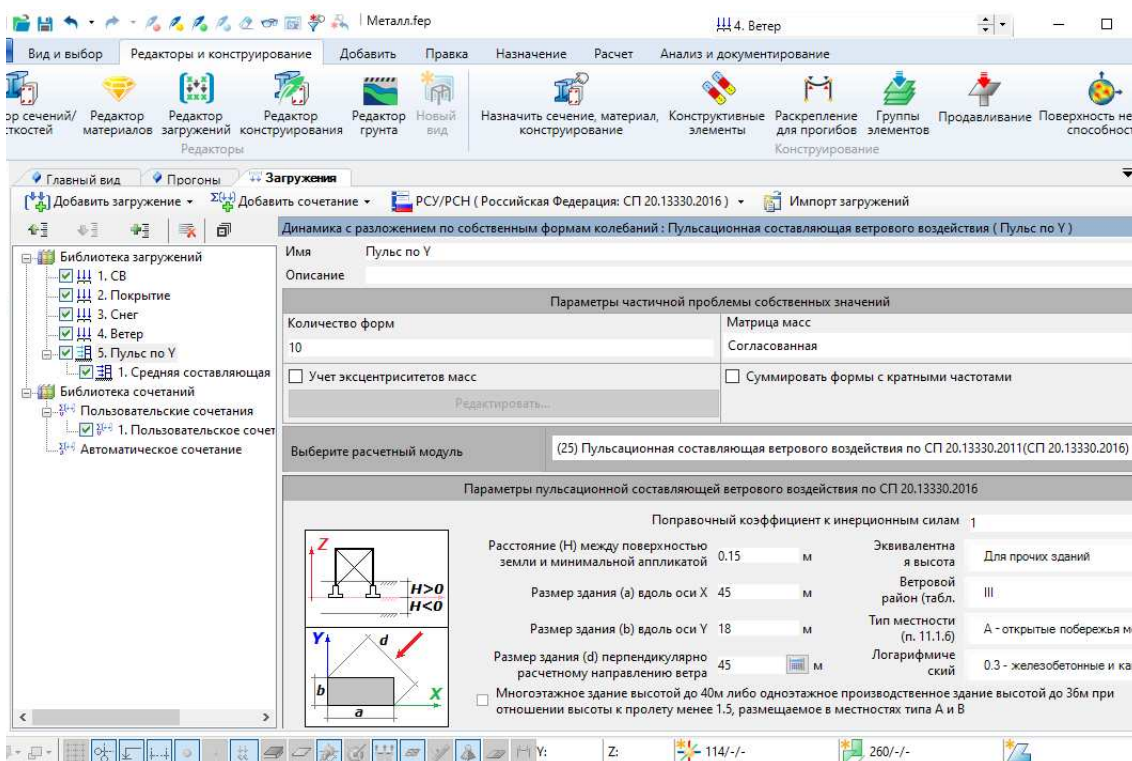
1. В режиме исходных данных необходимо перейти в редактор загрузений и добавить загрузение «Пульсационная составляющая ветрового воздействия».



## 2. Копирование загрузки с ветровой нагрузкой в загрузку «Средняя составляющая ветрового воздействия».

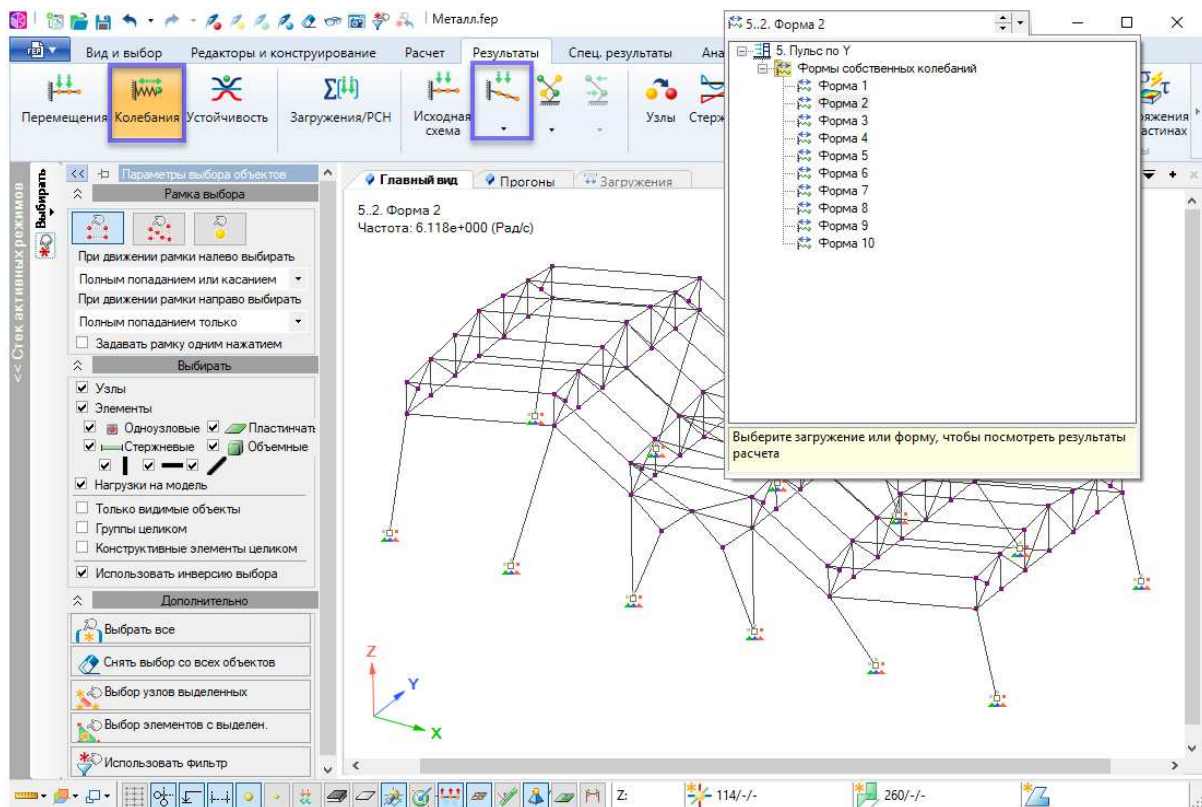
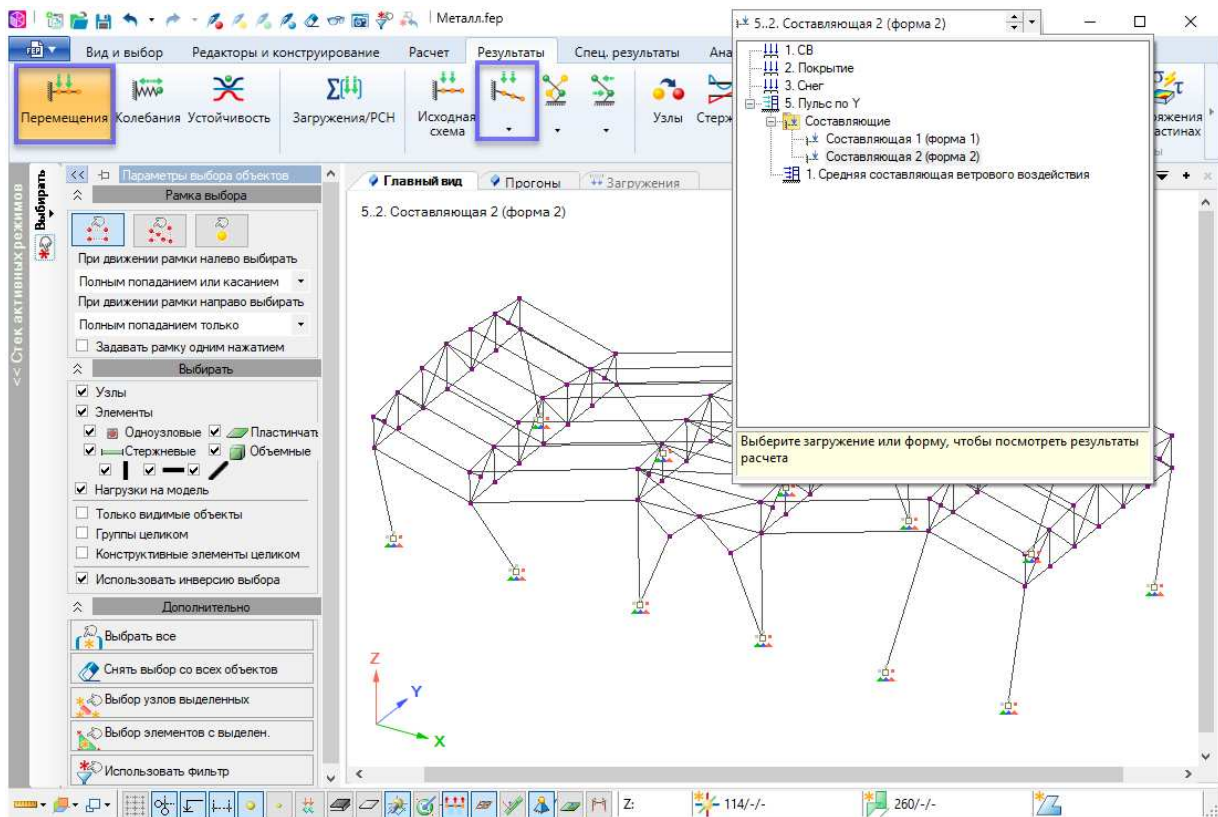


## 3. Задание параметров пульсационной составляющей ветрового воздействия.





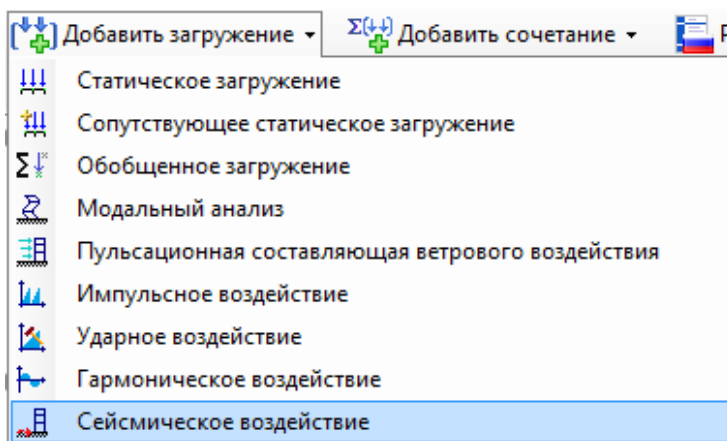
#### 4. Выполнение расчета и анализ результатов.



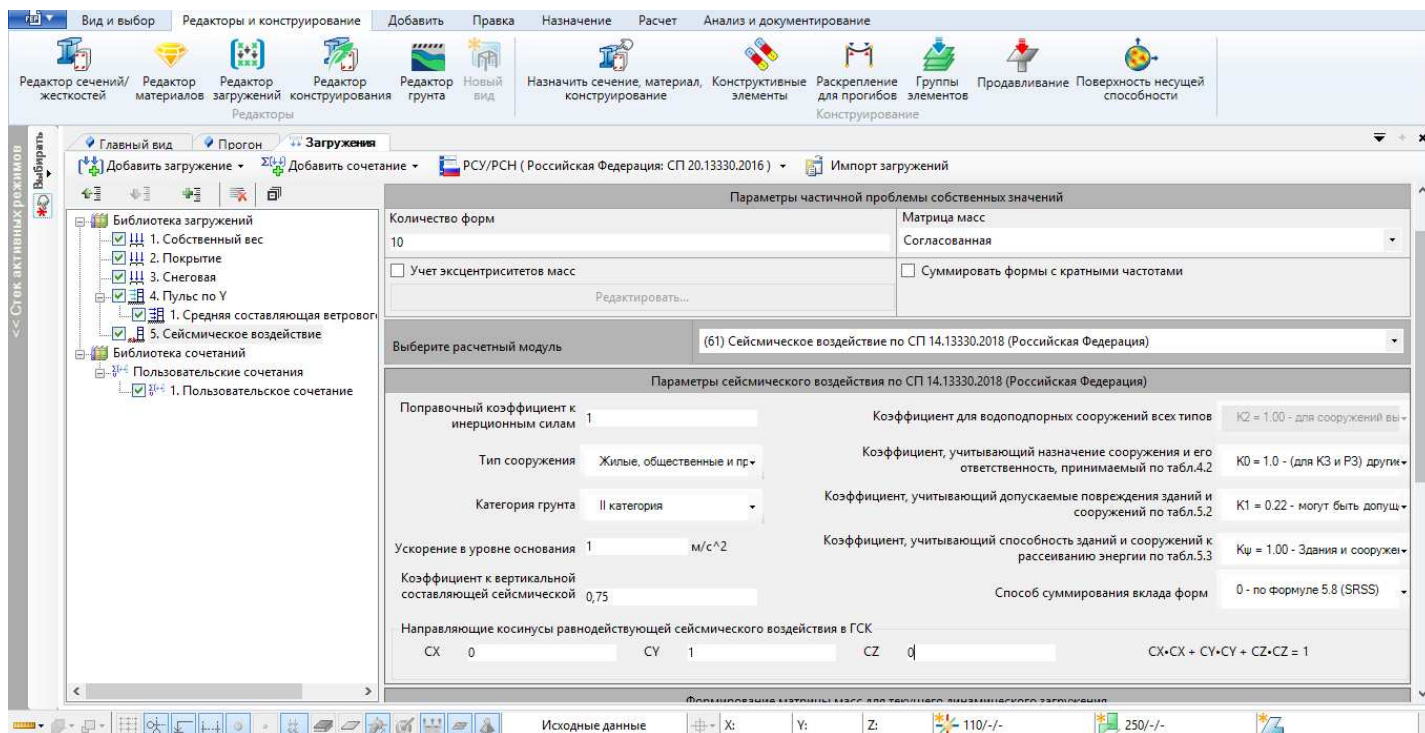
## Тема №5. Расчет на действие сейсмической нагрузки.

Работа с моделью из задачи №2.

1. В режиме исходных данных необходимо перейти в редактор загрузений и добавить загрузение «Сейсмическое воздействия».



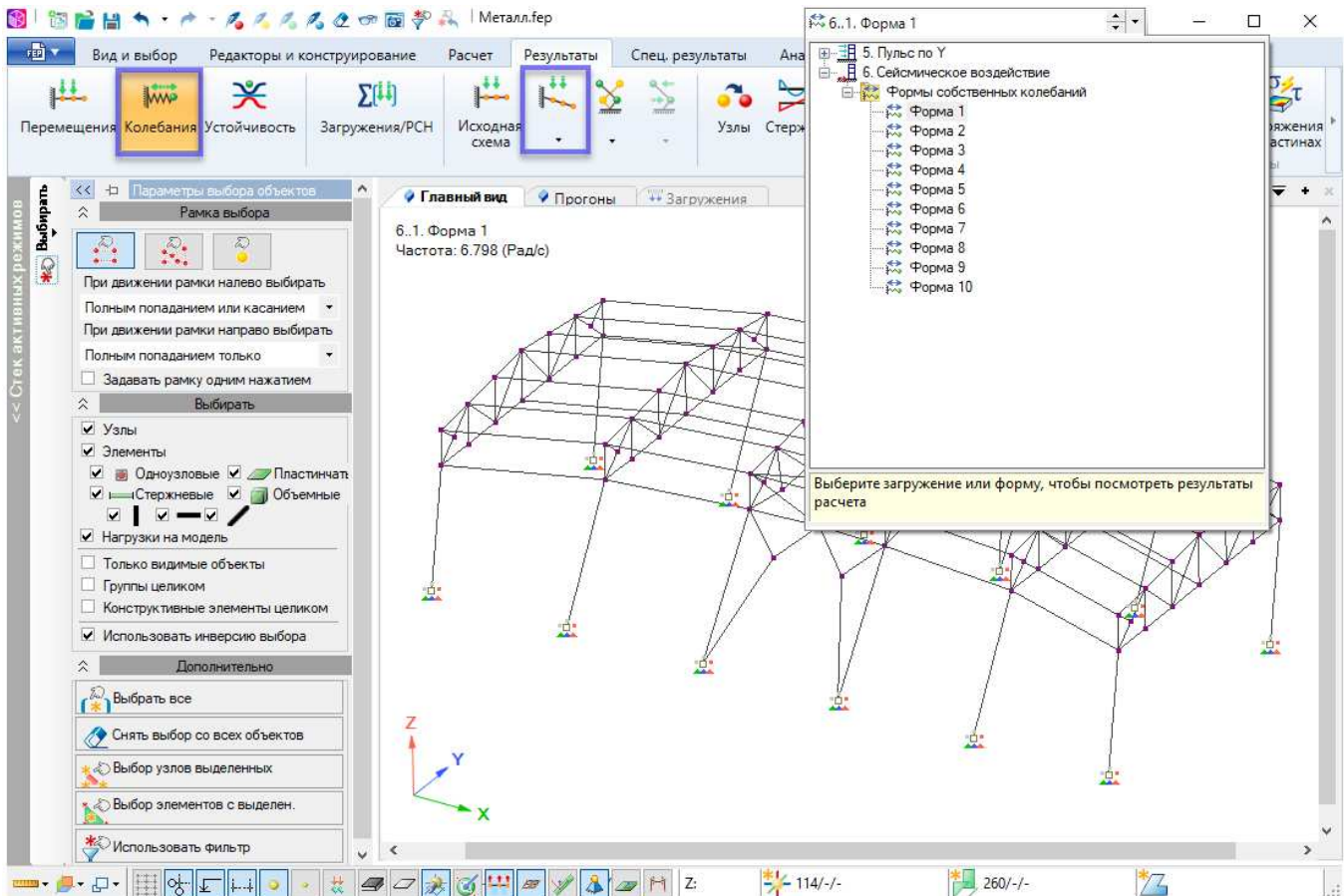
2. Задание параметров пульсационной составляющей ветрового воздействия.





3. Расчет конструкции.

4. Анализ результатов расчета.



## Тема №6. Расчет здания на устойчивость.

### 1. Создание комбинации для проверки устойчивости системы.

The screenshot shows the 'Загрузки' (Loads) dialog box in the LIRA 10 software. The dialog is used to define a combination of loads for stability analysis. The interface includes a tree view on the left for selecting loads from various libraries, a main panel for defining the combination, and a table at the bottom listing the selected loads and their coefficients.

**Library Selection:**

- Библиотека загрузок
  - 1. Собственный вес
  - 2. Покрытие
  - 3. Снеговая
  - 4. Пульс по Y
    - 1. Средняя составляющая
    - 5. Сейсмическое воздействие
- Библиотека сочетаний
  - 1. Пользовательское

**Combination Definition:**

- Имя: Пользовательское сочетание
- Описание:
- Оценка начальной потери устойчивости:
  - Анализ устойчивости: Не выполнять
  - Количество форм потери устойчивости: 1
- Показать только загрузки с ненулевыми коэффициентами

**Table of Selected Loads:**

#	Имя загрузки	Коэффициент
1	1. Собственный вес	1
2	2. Покрытие	1
3	3. Снеговая	1
4	4. Пульс по Y	0
5	5. Сейсмическое воздействие	0

The status bar at the bottom shows coordinates Y: and Z: with values 110/-/- and 250/-/- respectively.

## 2. Анализ устойчивости – Выполнять.

Оценка начальной потери устойчивости

Анализ устойчивости: Выполнять | Количество форм потери: 1

Показать только загрузки с ненулевыми коэффициентами

#	Имя загрузки	Коэффициент
1	1. Собственный вес	1
2	2. Покрытие	1
3	3. Снеговая	1
4	4. Пульс по Y	0
5	5. Сейсмическое воздействие	0

## 3. Выполнение расчета.

Металл.fer\*

Вид и выбор Редакторы и конструирование Расчет Результаты Спец. результаты Ана...

Перемещения Колебания Устойчивость Загрузки/РЧН Исходная схема Узлы Стерж...

Параметры выбора объектов

Рамка выбора

При движении рамки налево выбирать Полным попаданием или касанием

При движении рамки направо выбирать Полным попаданием только

Задавать рамку одним нажатием

Выбирать

Узлы

Элементы

Одноузловые  Пластинчат

Стержневые  Объемные

Нагрузки на модель

Только видимые объекты

Группы целиком

Конструктивные элементы целиком

Использовать инверсию выбора

Дополнительно

Выбрать все

Снять выбор со всех объектов

Выбор узлов выделенных

Выбор элементов с выделен.

Использовать фильтр

Главный вид Прогонь Загрузки

2.1. Форма потери устойчивости 1

Коэффициент запаса: 15.04

$(1 \cdot L1) + (1 \cdot L2) + (1 \cdot L3)$

2. Сочетание

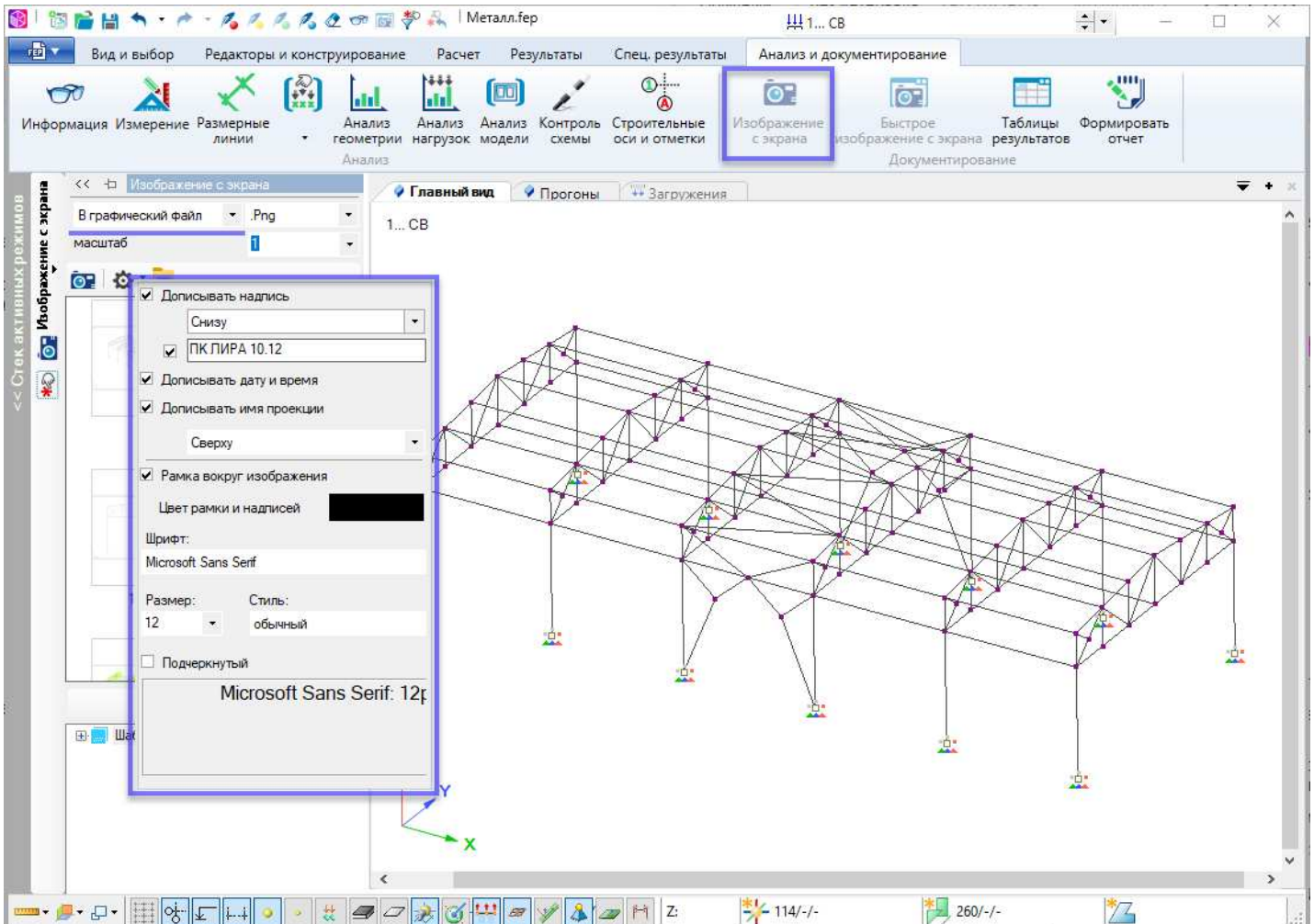
- Формы потери устойчивости
  - Форма потери устойчивости 1
  - Форма потери устойчивости 2

Выберите загрузку или форму, чтобы посмотреть результаты расчета

Z: 114/-/ 260/-/

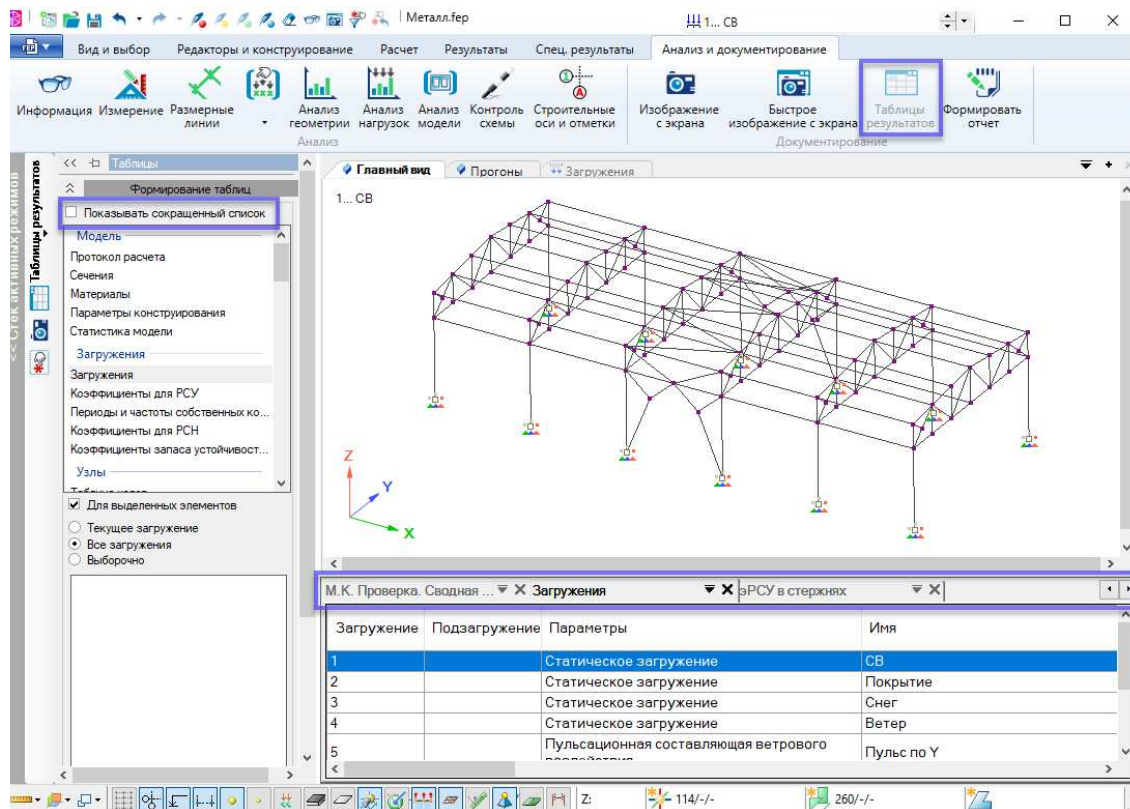
## Тема №7. Создание отчета.

1. Создание изображений схемы с результатами расчета. Сохранение изображений в файл. Настройки выполнения снимка с экрана.

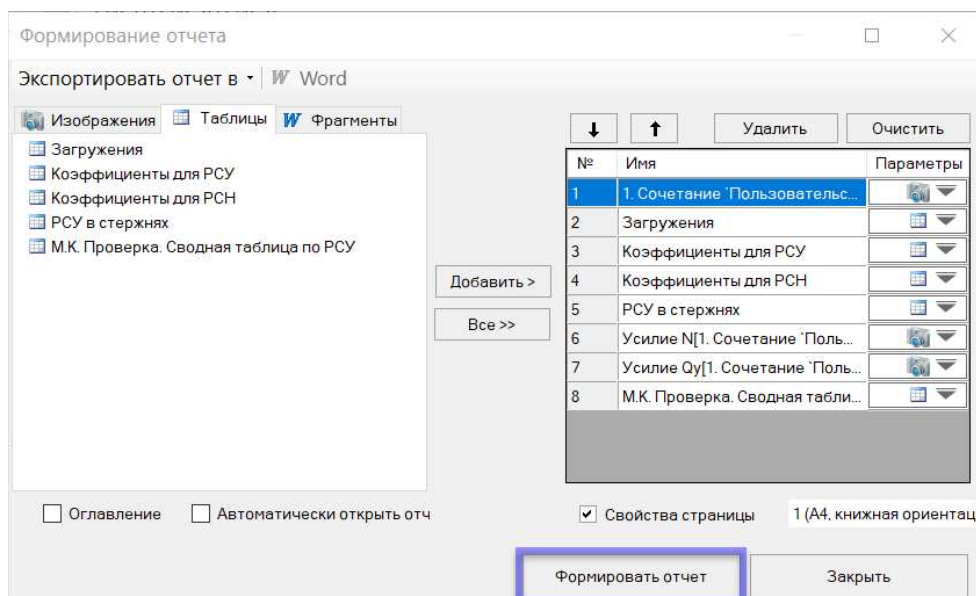




## 2. Формирование таблиц результатов.

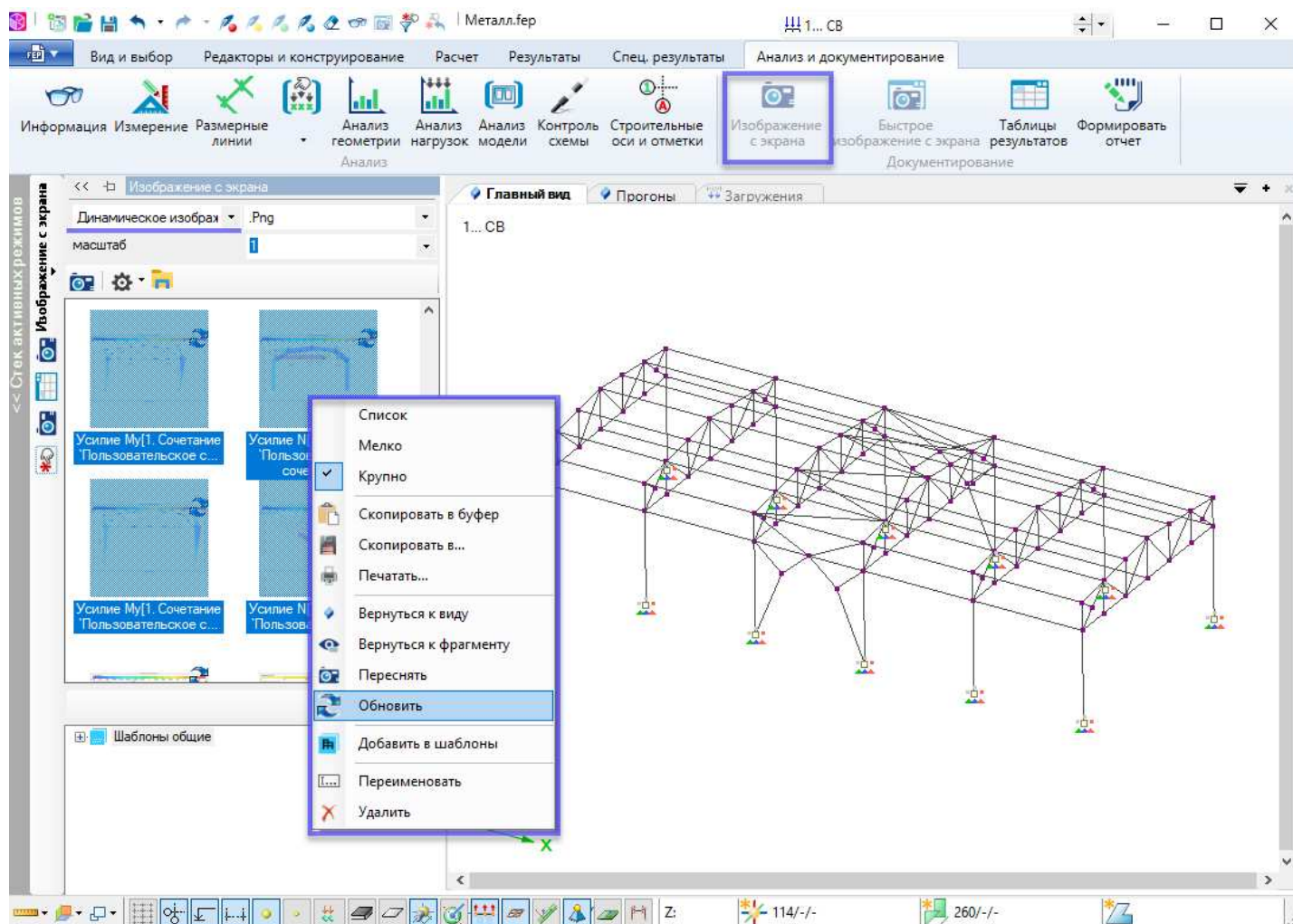


## 3. Формировать отчет.



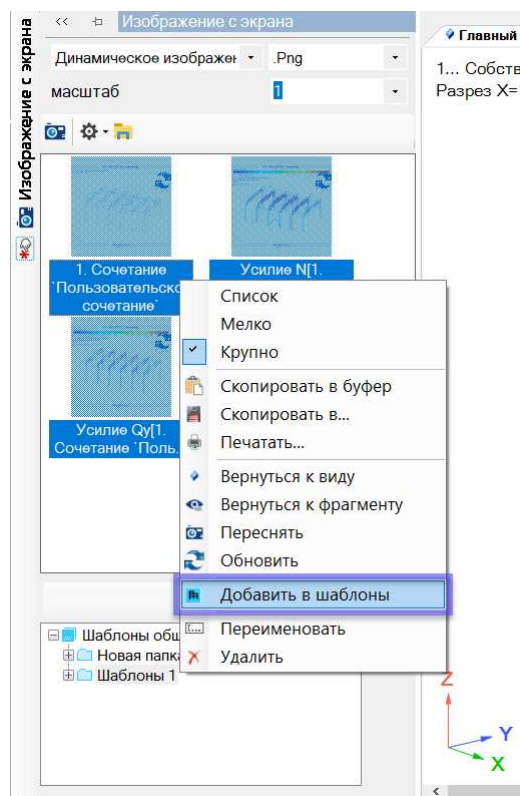


#### 4. Динамические изображения.

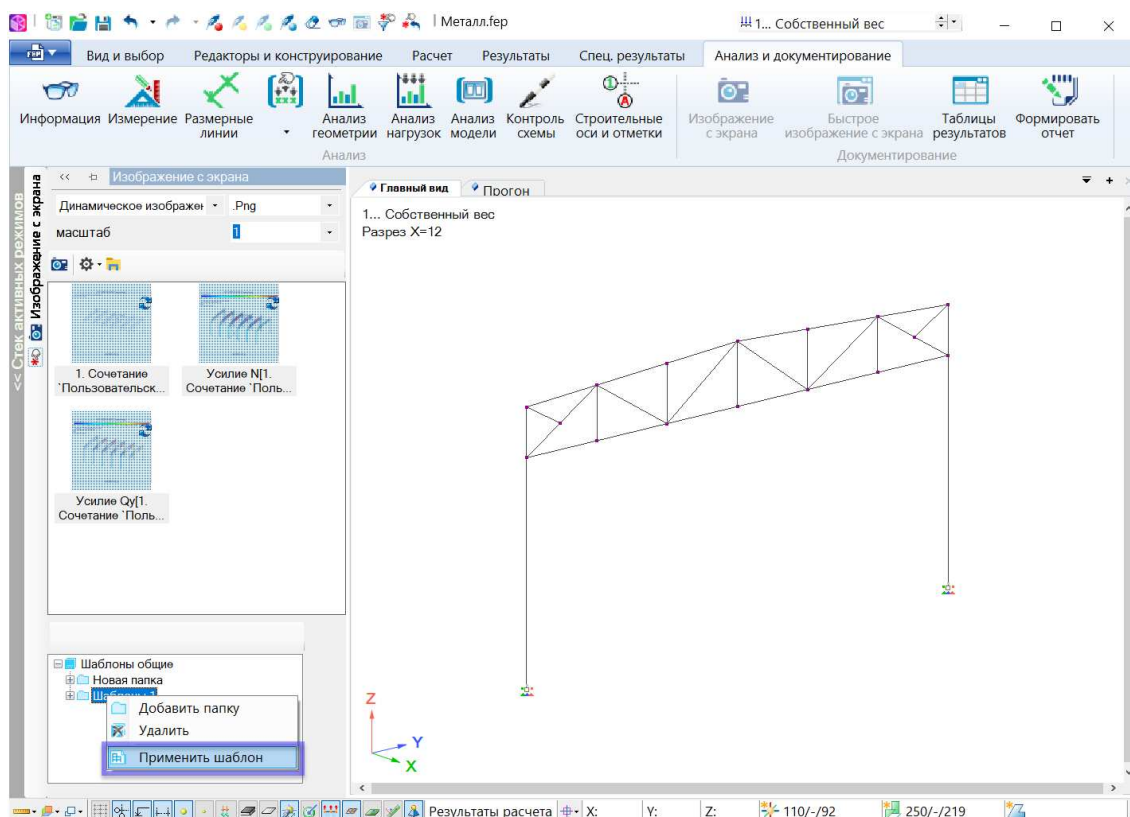


Для динамических изображений доступна функция обновления уже созданных снимков. Данная функция используется при внесении корректировок в модель.

5. Шаблоны. Для создания шаблонов необходимо для начала сделать изображения, затем выбрать «Добавить шаблоны».



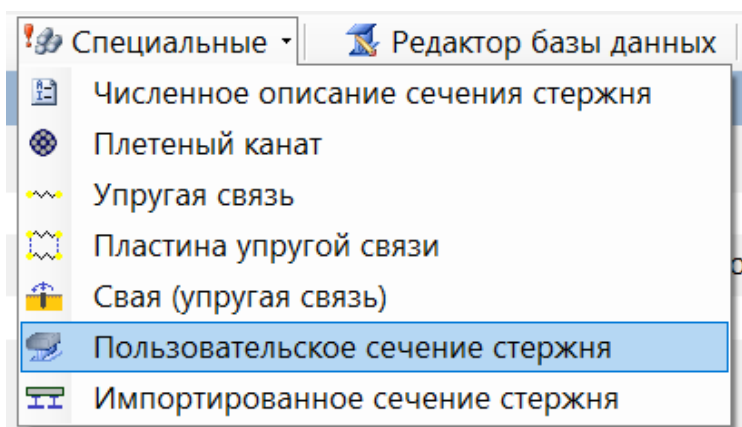
Для того чтобы применить шаблоны нужно вывести на экран другой фрагмент схемы и указать «Применить шаблон».



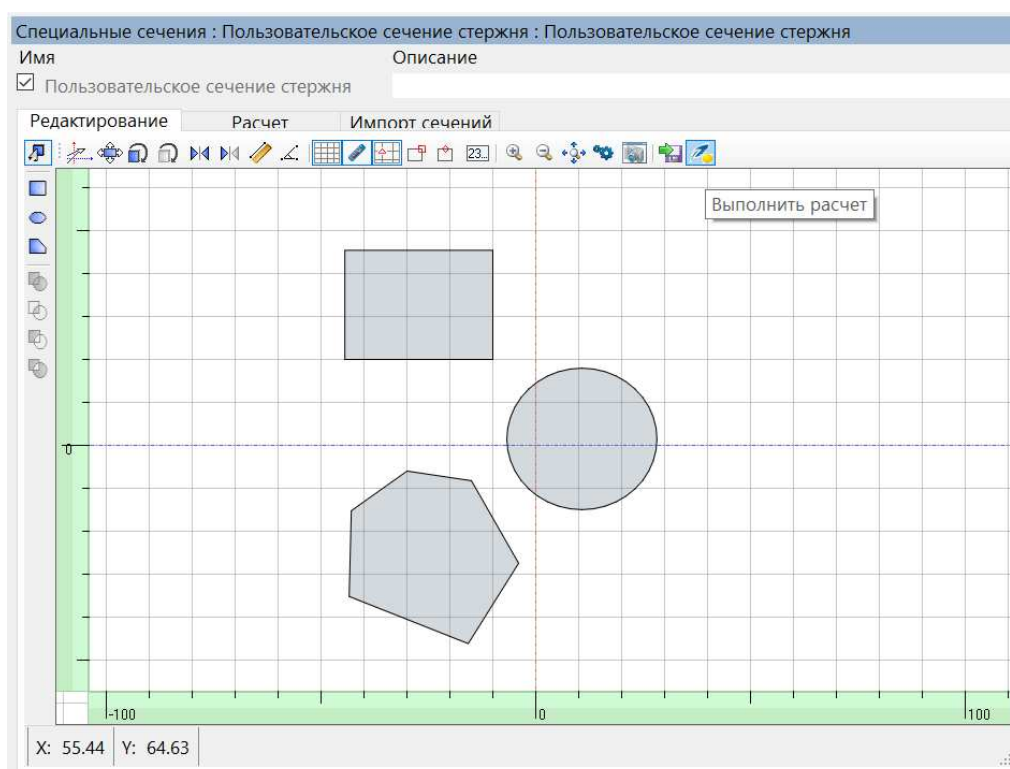
## Тема №8. Расчет элементов произвольного нестандартного сечения.

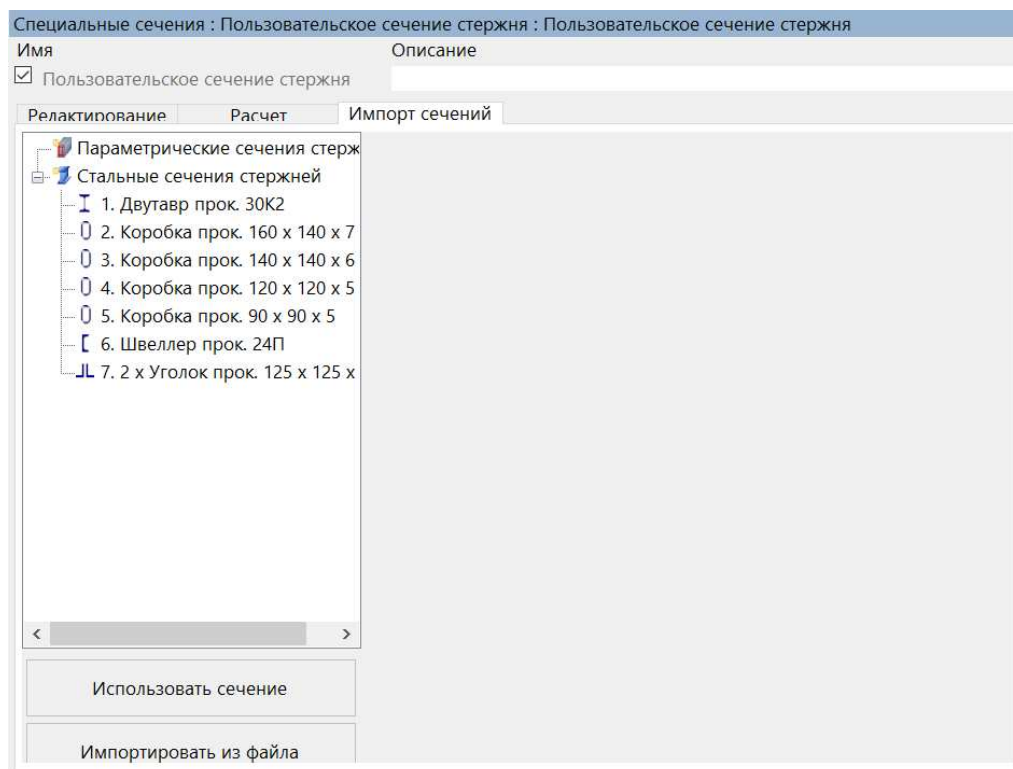
Используем расчетный файл металлического каркаса.

1. В редакторе сечений/жесткостей выбираем пользовательское сечение стержня.



2. В редакторе создаем с помощью полигона, прямоугольника, круга или профилей из сортамента нужное сечение и отправляем на расчет.





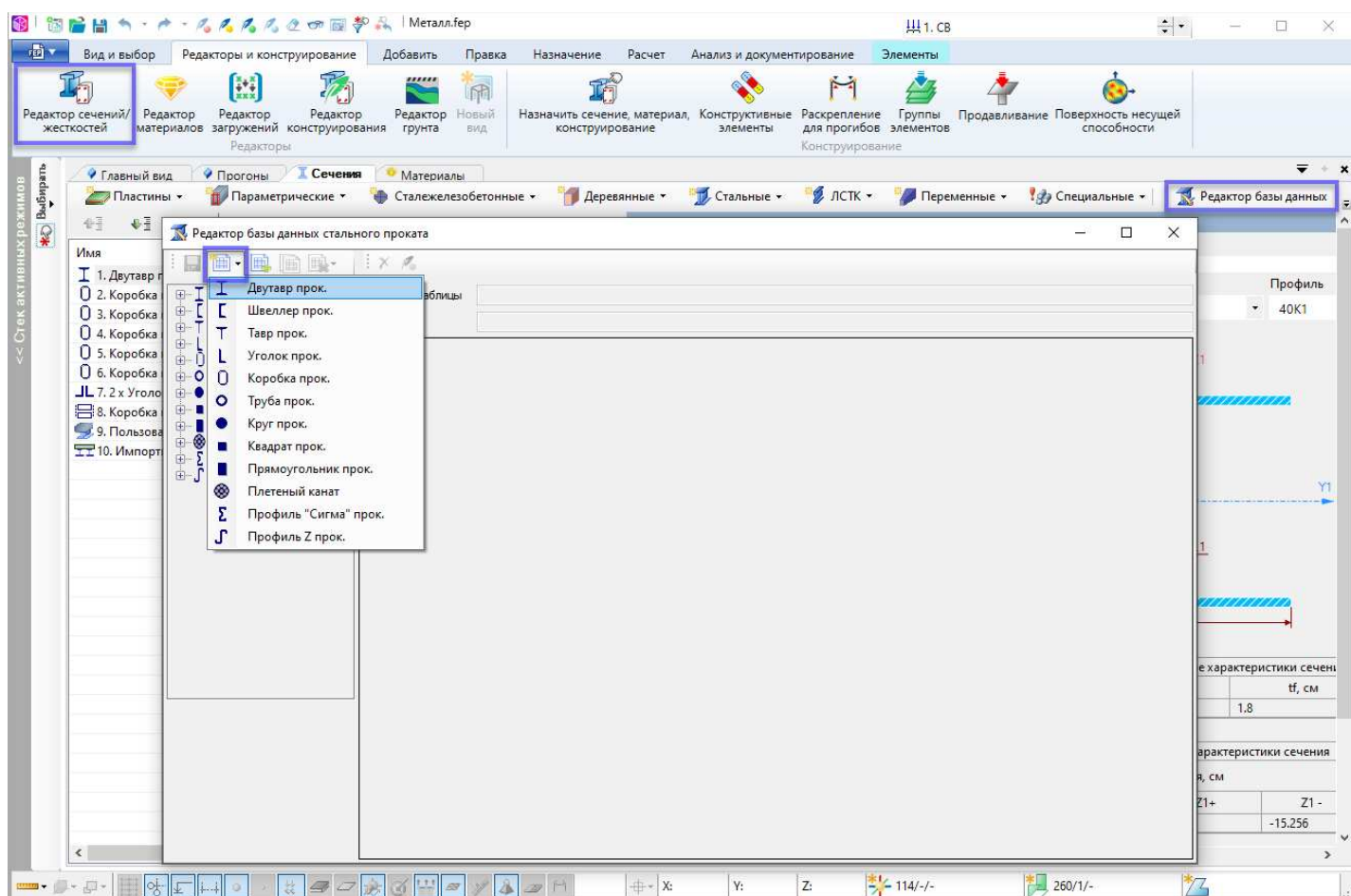
3. Применить данное сечение для любого элемента конструкции.

## Тема №9. Редактирование базы данных сечений металлопроката и материалов.

1. Редактирование базы данных металлопроката.

1.1. В редакторе сечений/жесткостей выбираем редактор базы данных.

1.2. Для ввода пользовательских характеристик сечений металлопроката необходимо создать новую таблицу базы данных, либо сделать копию уже существующей базы и внести там изменения.

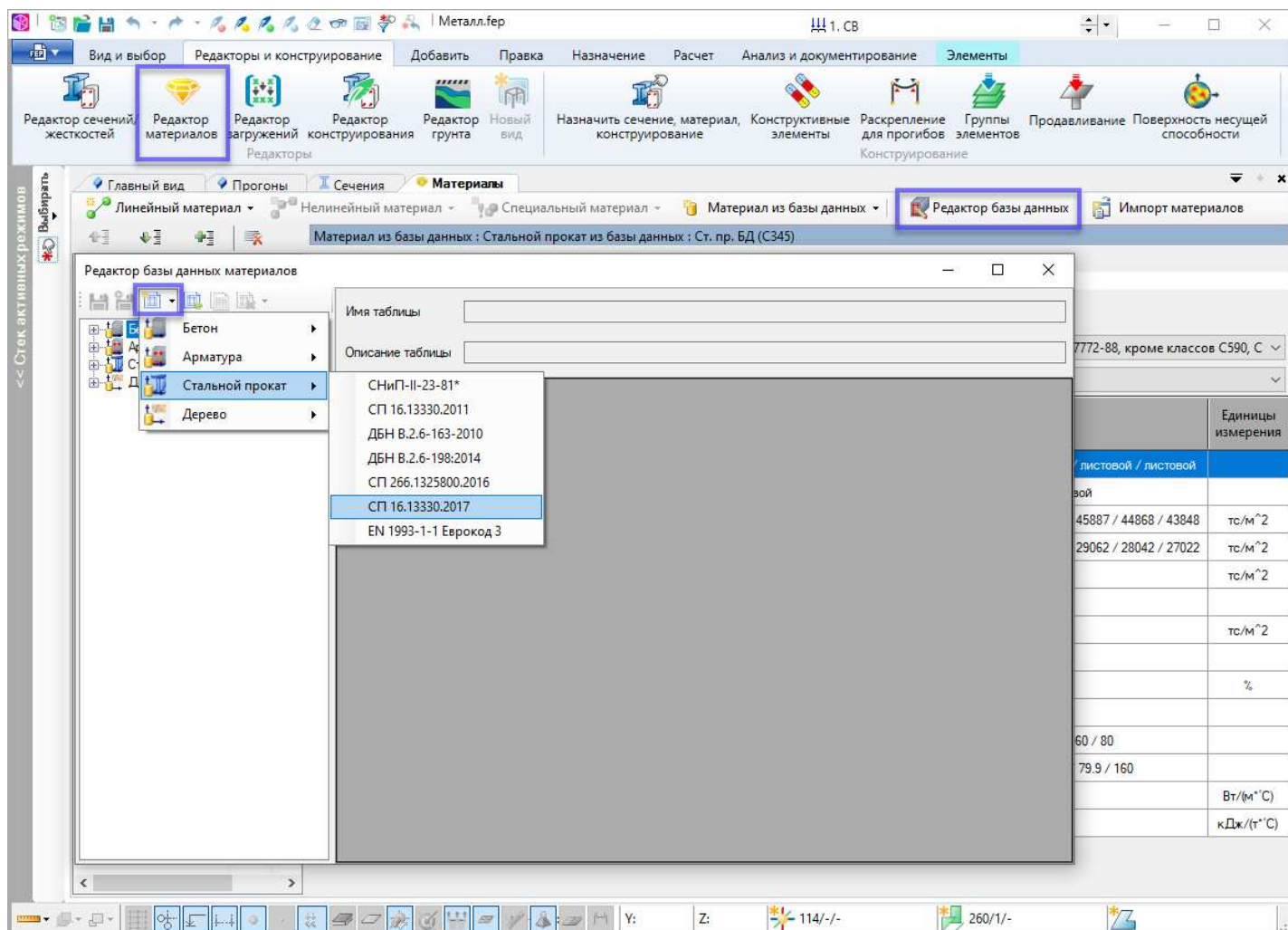




## 2. Редактирование базы данных материалов.

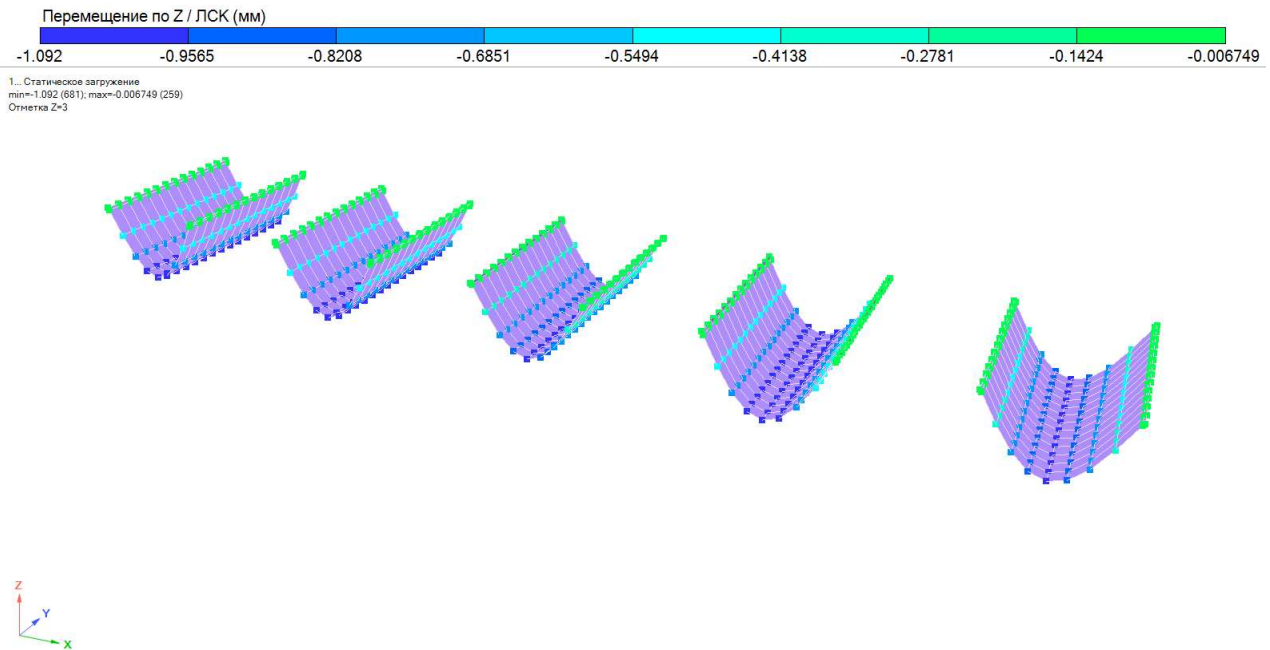
2.1. В редакторе материалов выбираем редактор базы данных.

2.2. Для ввода пользовательских характеристик материала необходимо создать новую таблицу базы данных, либо сделать копию уже существующей базы и внести там изменения.



## Тема №10. Возможности по моделированию шарнирного примыкания пластинчатых конечных элементов.

Используем файл «Шарнирно опертая плита».



## Самостоятельная работа №3

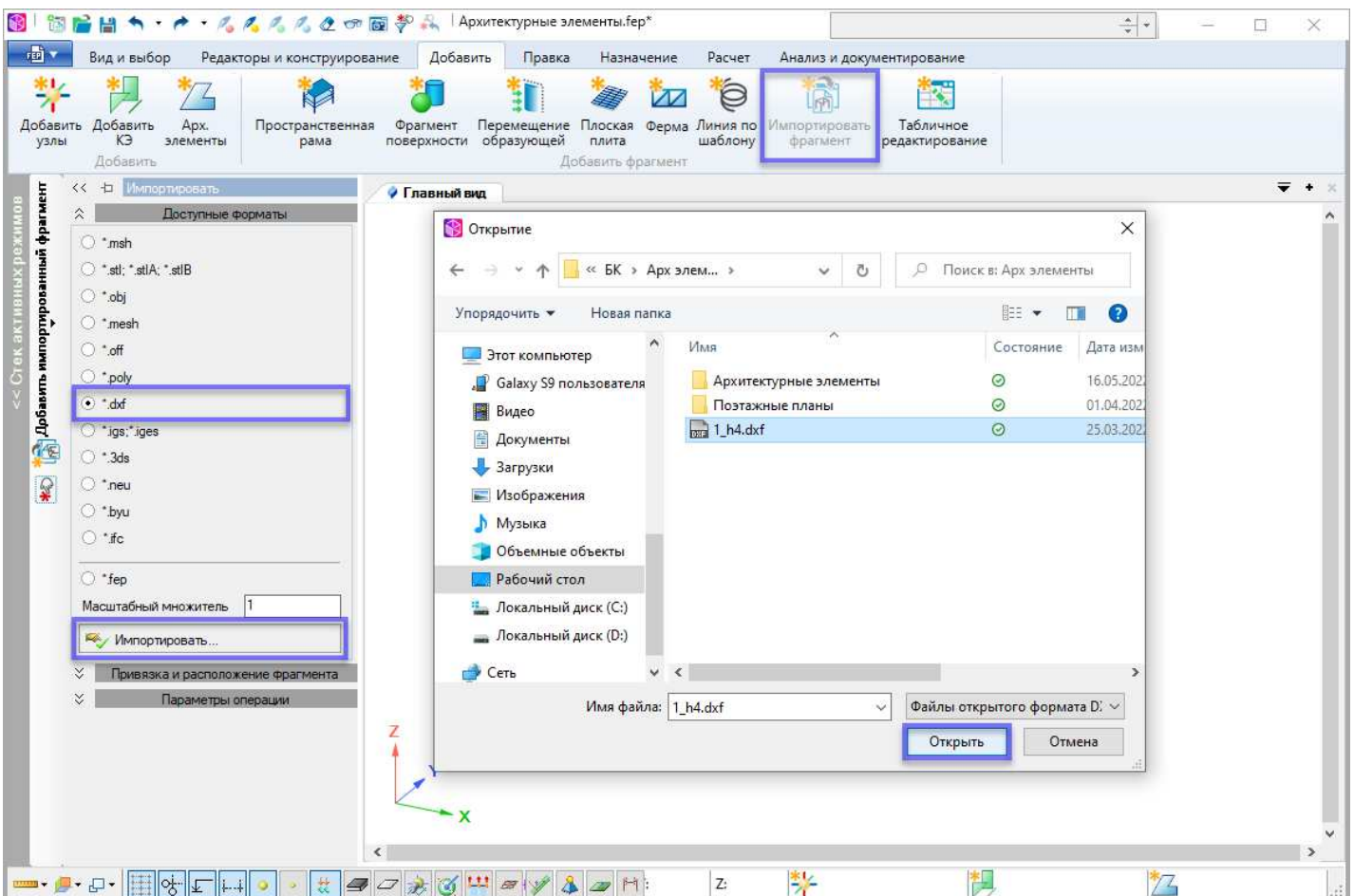
В самостоятельной работе №2 добавить пульсационную составляющую ветрового воздействия и сейсмическую нагрузку. Вычислить реакции в двух, выбранных вами, узлах. Составить отчет по результатам расчета .

## День 4

## Тема №11. Архитектурные элементы.

## 1. Создание первого этажа.

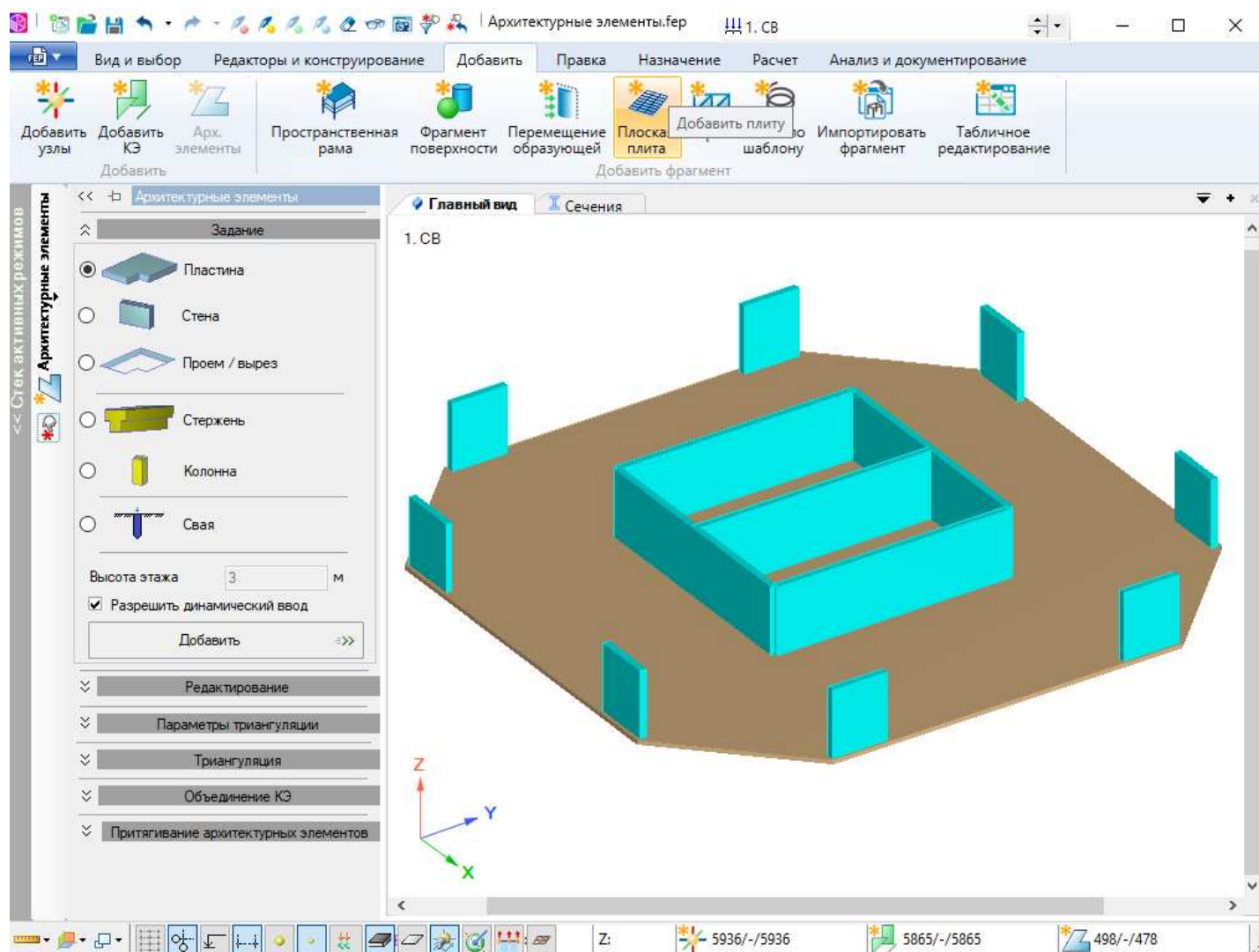
## 1.1. Импорт файла подложки в формате dxf.



## 1.2. Создание стен и плиты перекрытия.

1.2.1. Заранее сформируем сечение для стен – пластина  $h=40$  см, для плиты перекрытия – пластина  $h=25$  см и материал – бетон В25. Перед вводом элементов установить соответствующее сечение по умолчанию.

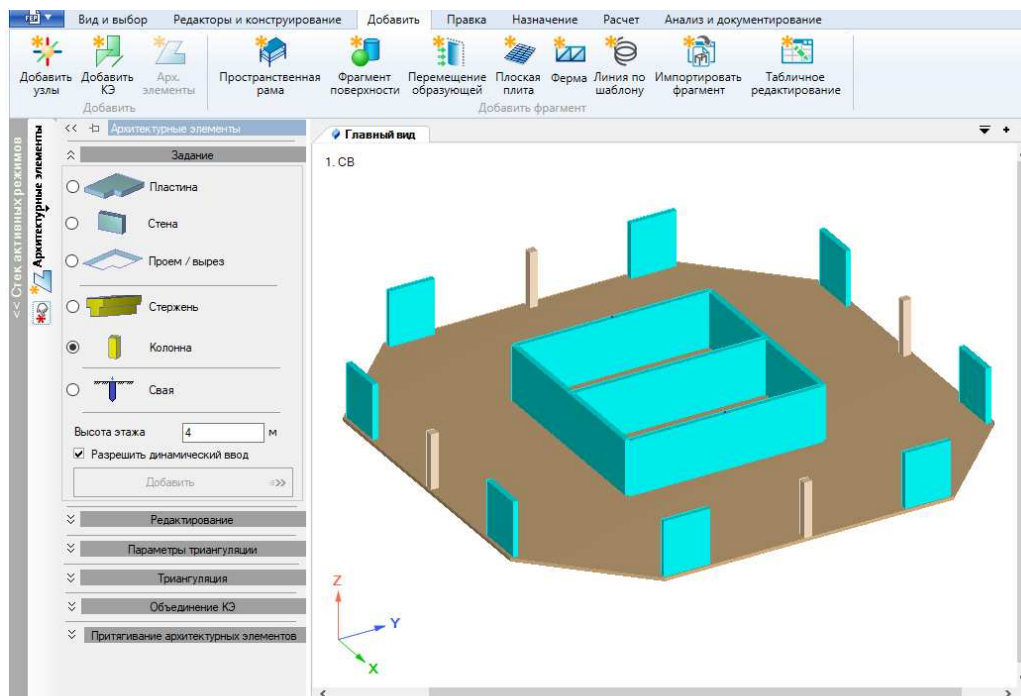
1.2.2. Добавить - Арх. элементы. При построении вводим стены и периметр плиты с помощью вспомогательных линий подложки.





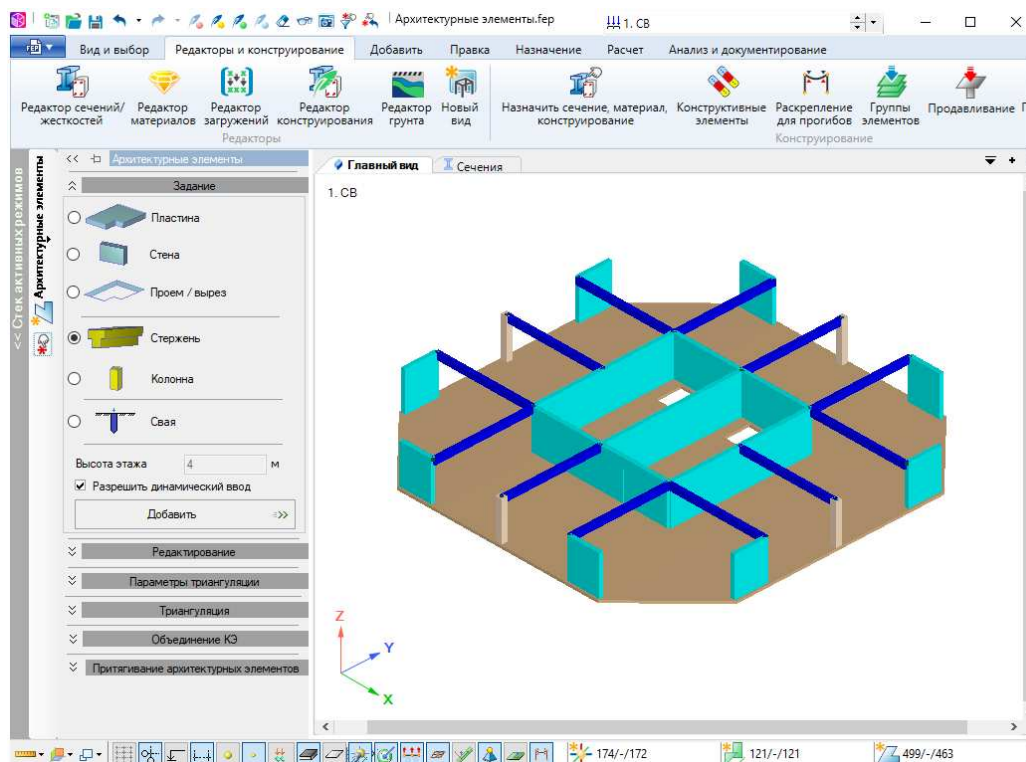
### 1.3. Установка колонн.

Предварительно необходимо создать сечение «Колонна» - брус 40х40 см, и установить сечение по умолчанию.



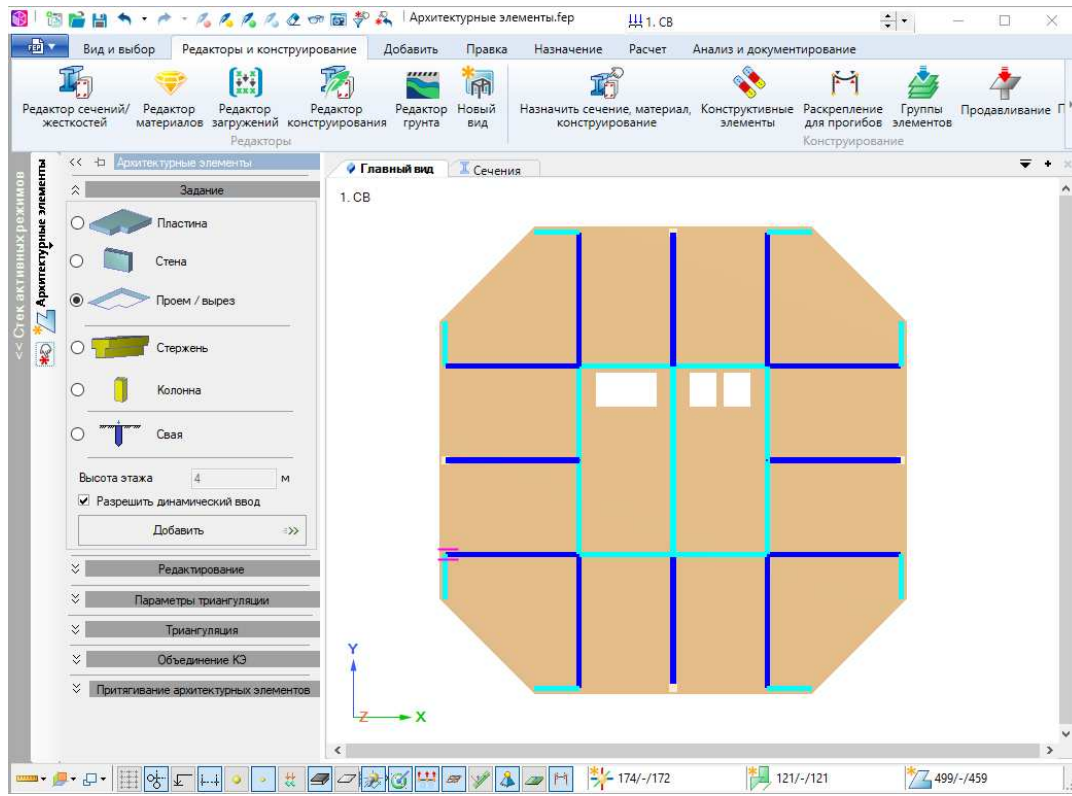
### 1.4. Установка балок.

Предварительно необходимо создать сечение «Балка» - брус 40х60 см, и установить сечение по умолчанию.



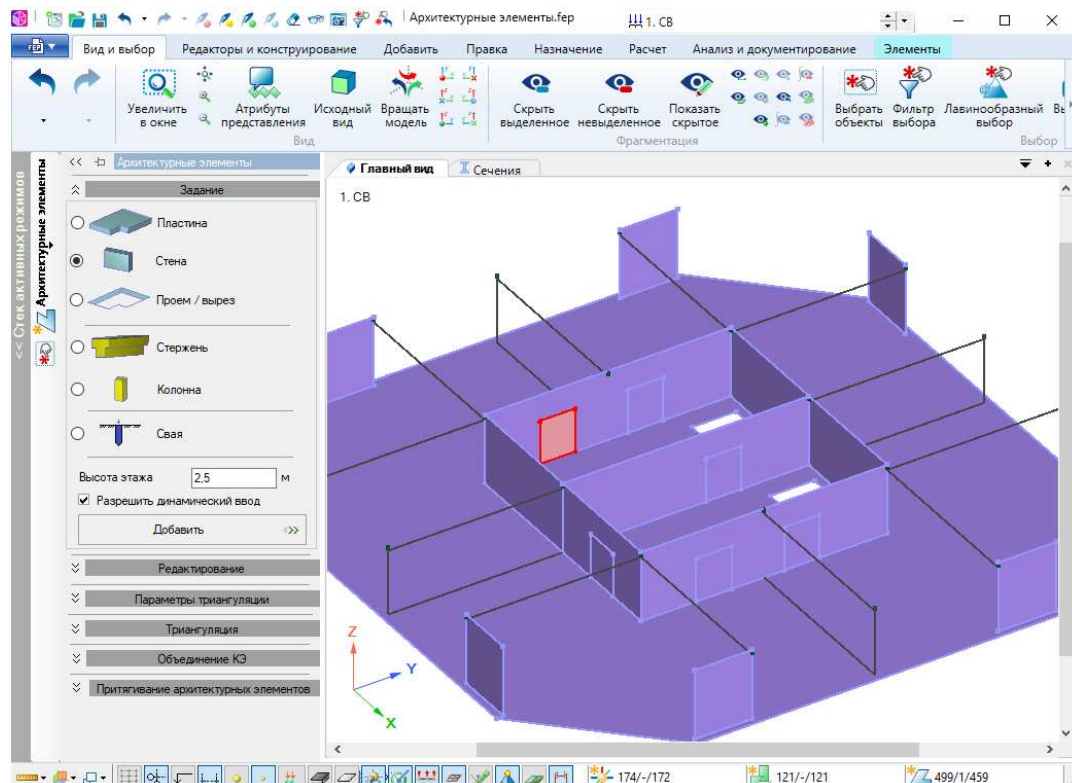
## 1.5. Формирование отверстий в плите перекрытия.

Выполнение отверстий с помощью команды “Проем/вырез”

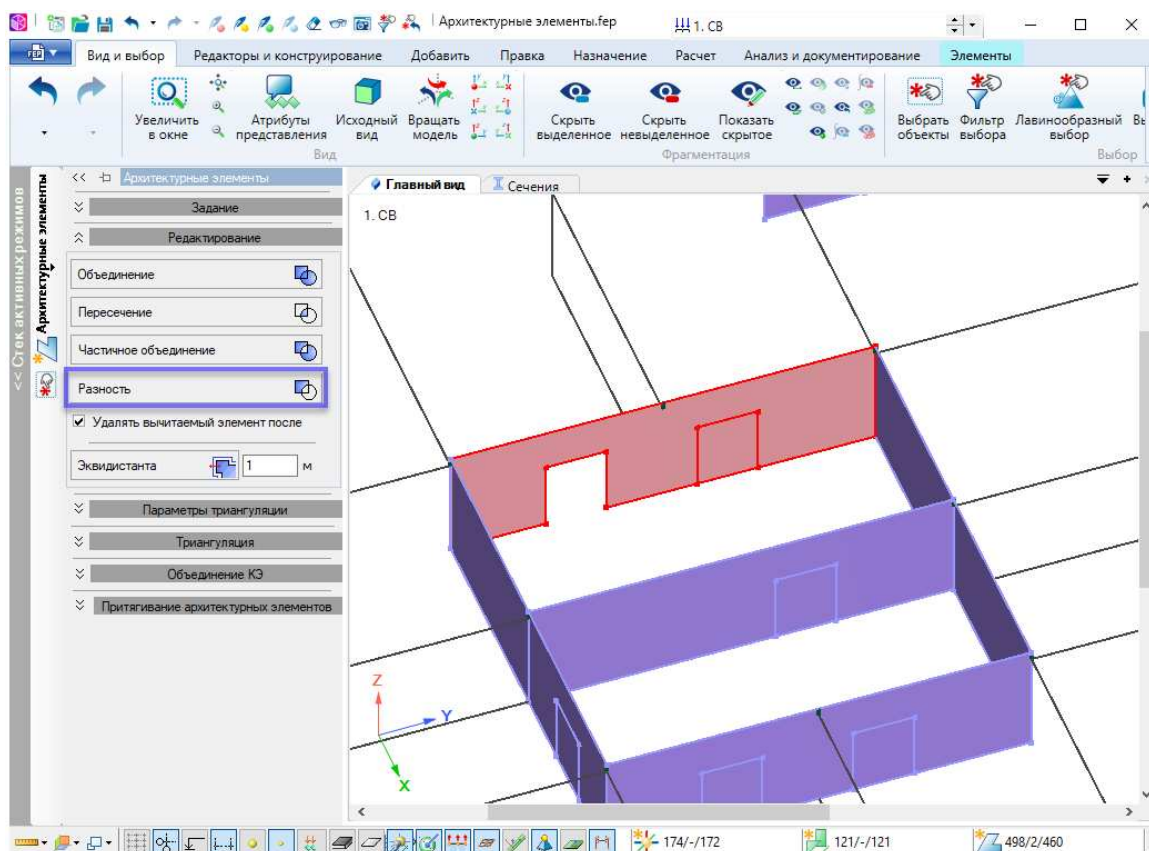


## 1.6. Формирование дверных проемов в стенах.

Выполнение отверстий с помощью команды “Разность”. Для этого нужно задать стены, размерами соответствующими проему

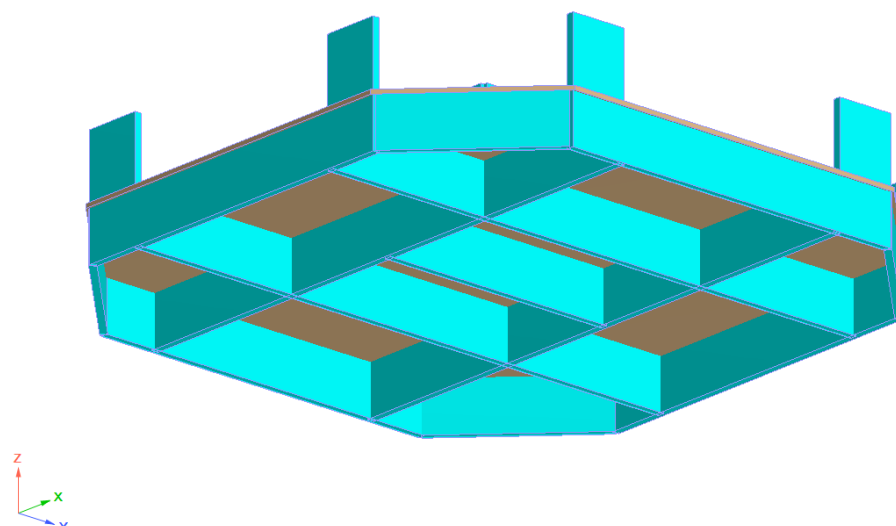


Затем во вкладке “Редактирование” используем инструмент “Разность”, выделяя попарно стену и один проем, принадлежащий этой стене

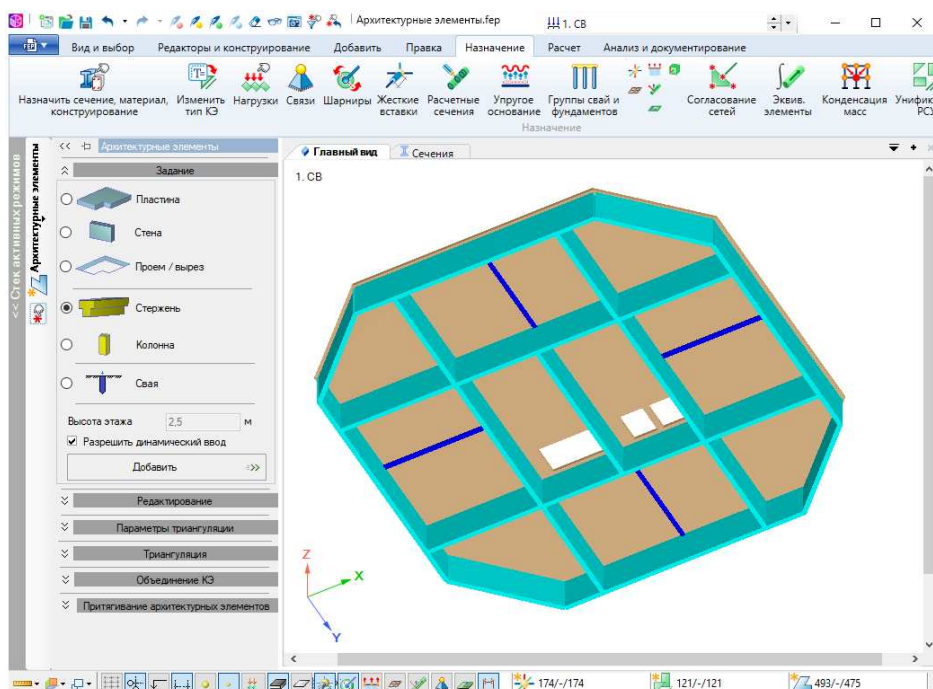


## 2. Создание стен и балок подвала

2.1. Установка по умолчанию сечения “Стена”. При отрицательном значении высоты стен построение будет выполняться вниз



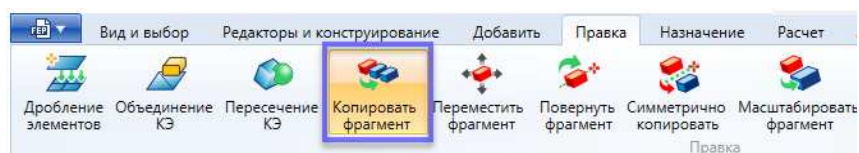
2.2. Задание балок. Предварительно установить сечение “Балка” по умолчанию.



3. Создание фундаментной плиты.

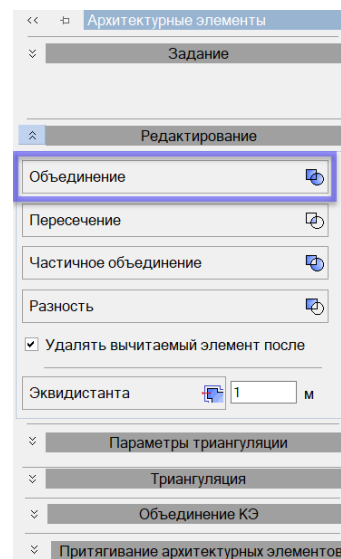
Создадим сечение “Фундаментная плита”  $h=80$  см.

3.1. Скопируем плиту перекрытия со смещением по оси  $Z = -3$  м.



3.2. Закрытие проема в фундаментной плите добавлением архитектурной пластины.

Объединение плиты перекрытия и плиты, закрывающей отверстие, выполняется с помощью команды «Объединение» в подменю «Редактирование».

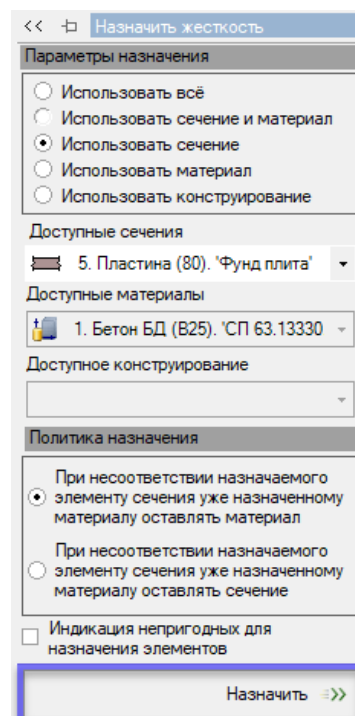




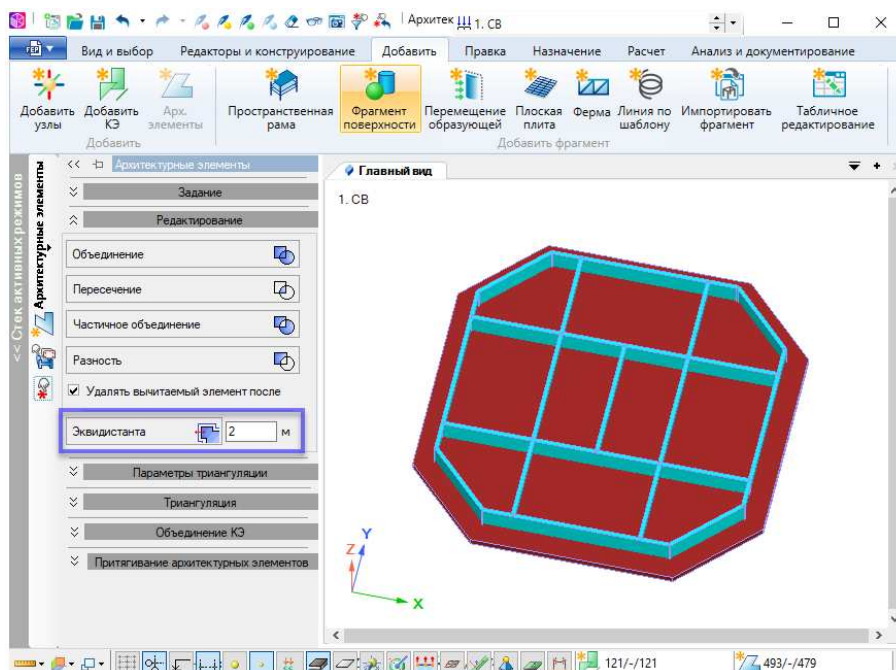
### 3.3. Назначение фундаментной плите соответствующего сечения.

Радиокнопка должна быть установлена на строке “Использовать сечение”.

Материал не переназначаем, так как нужный материал В25 используется по умолчанию.



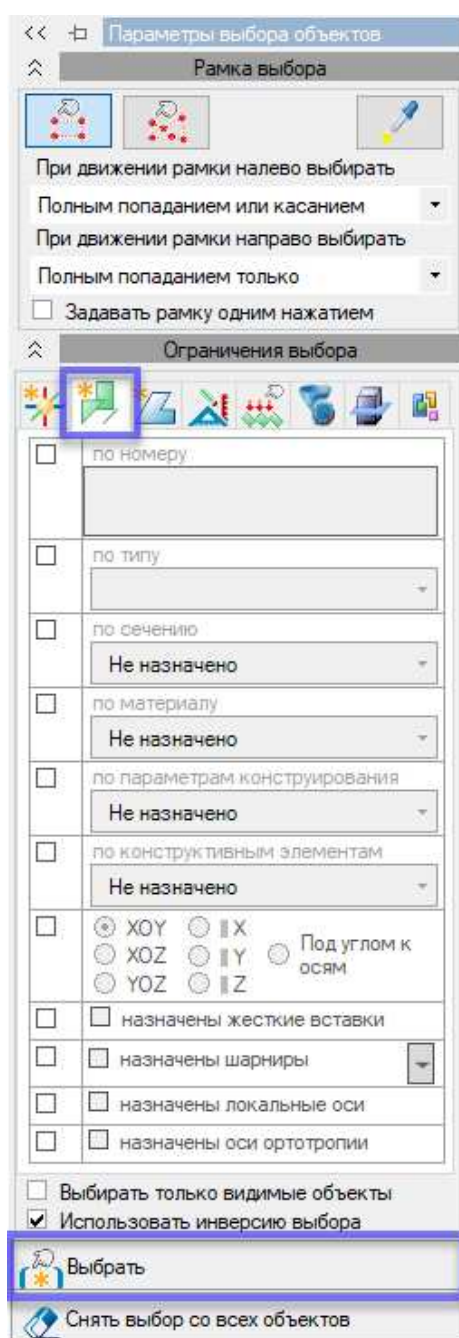
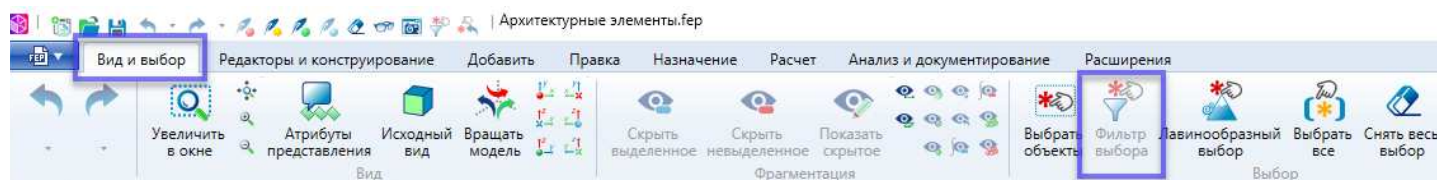
### 3.4 Использование функции “Эквидистанта” для законтурной зоны.



### 3.5. Удаление конечных элементов подложки.

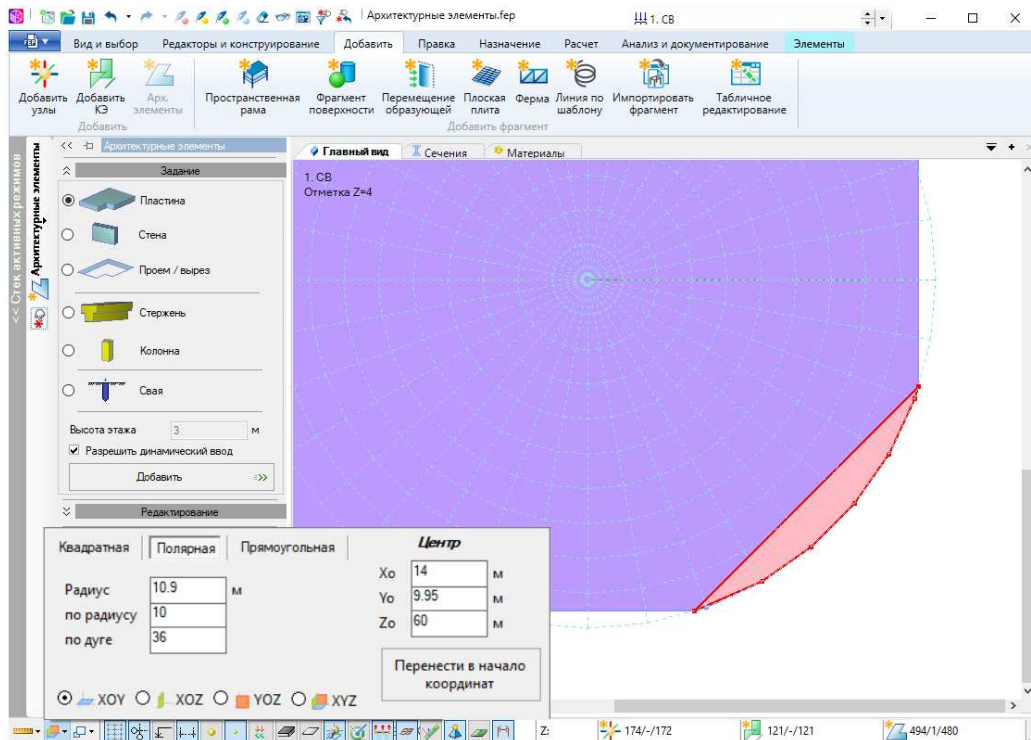
Не назначая параметры для фильтрации конечных элементов, выберем все КЭ.

Вид и выбор - Фильтр выбора - вкладка КЭ - кнопка Выбрать.



## 4. Закругление углов здания.

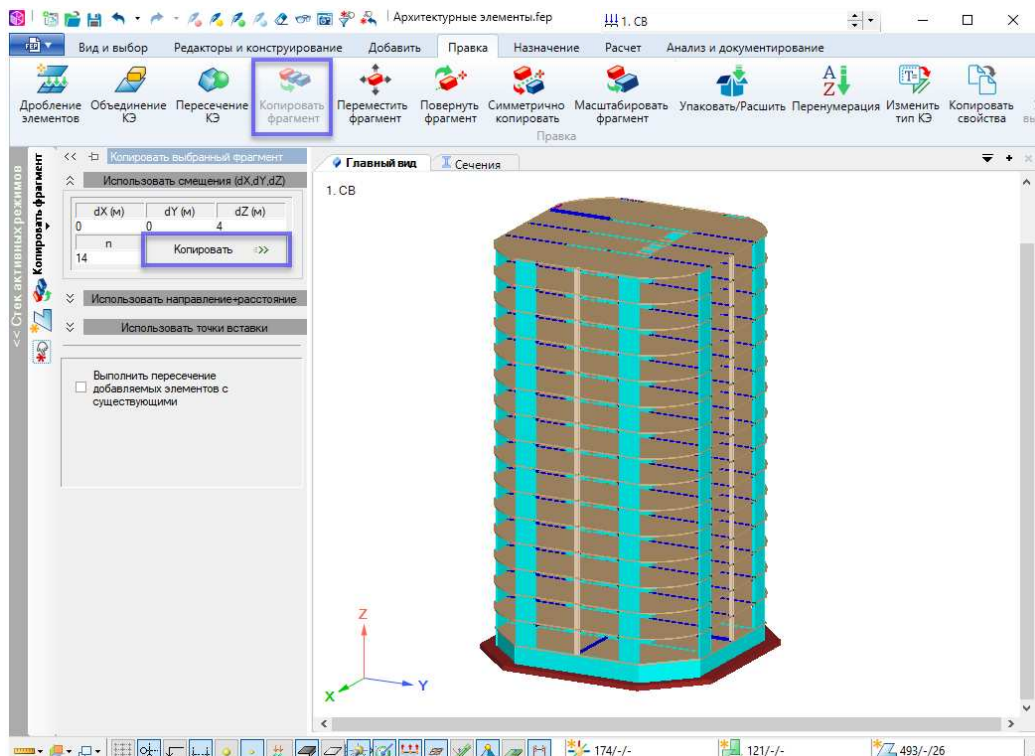
### 4.1. Активируем полярную сетку вспомогательных осей



## 5. Создание верхних типовых этажей (h=4м).

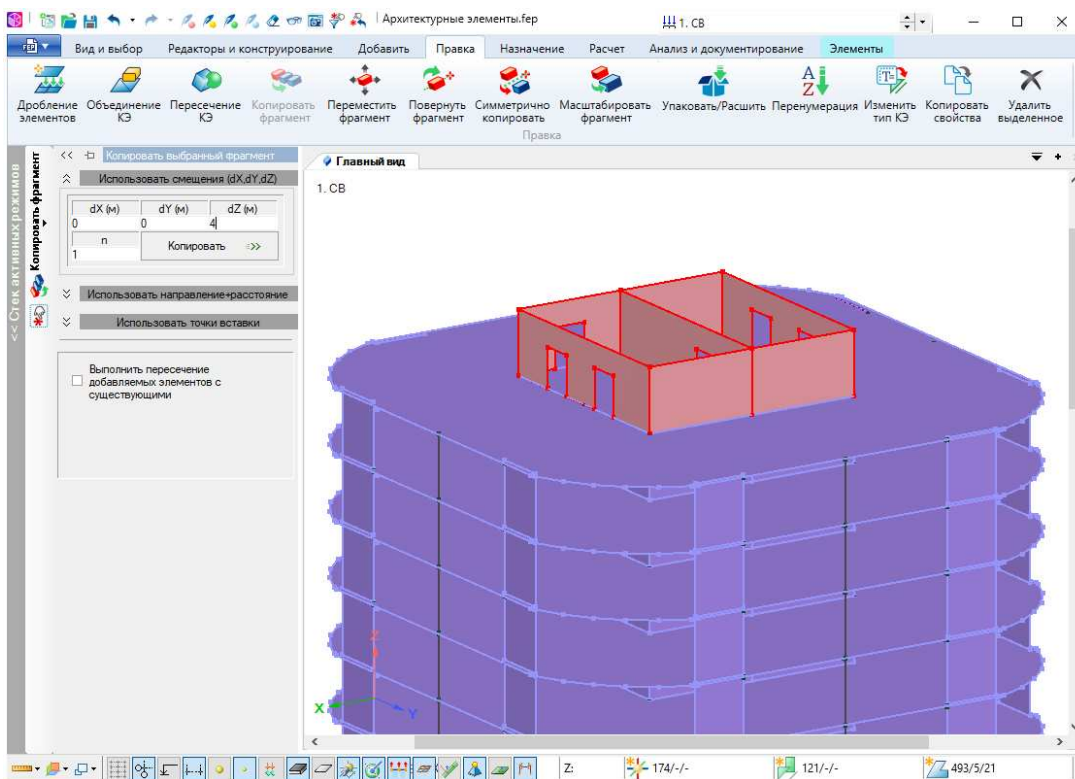
### 5.1. Выделим первый этаж.

### 5.2. Скопируем со смещением по оси Z = 4 м, 14 раз.

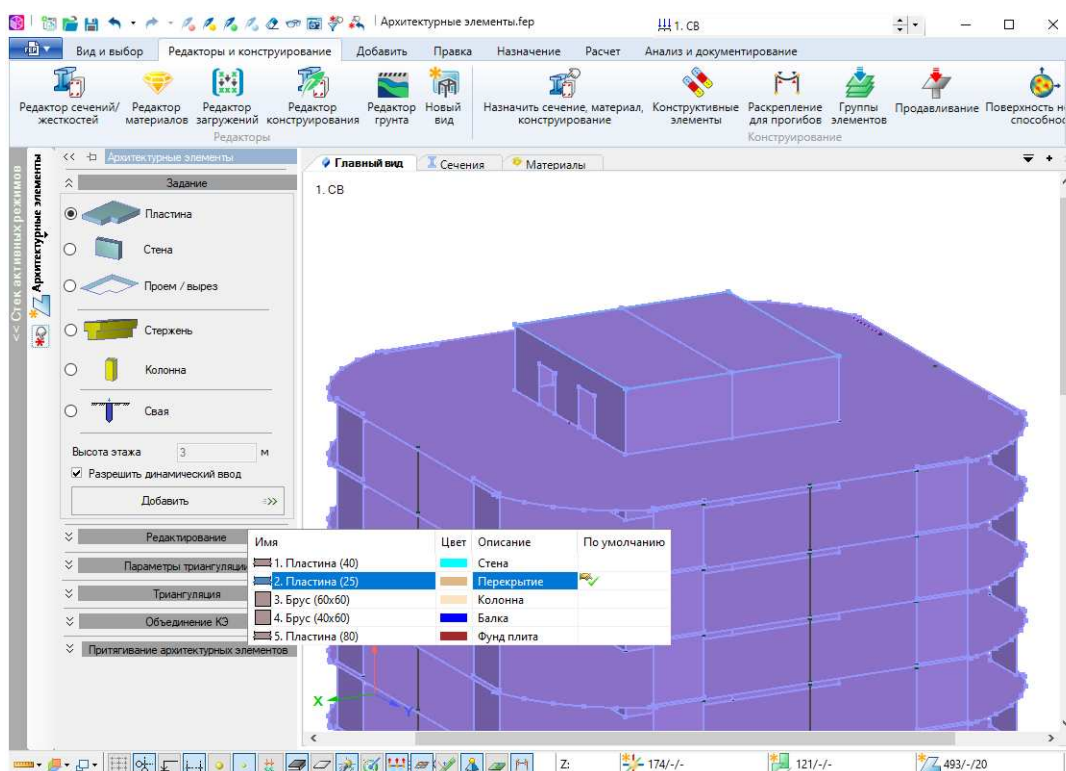


## 6. Создание технического этажа на покрытии здания.

### 6.1. Копирование стен центральной части здания со смещением $dZ=4$ м.



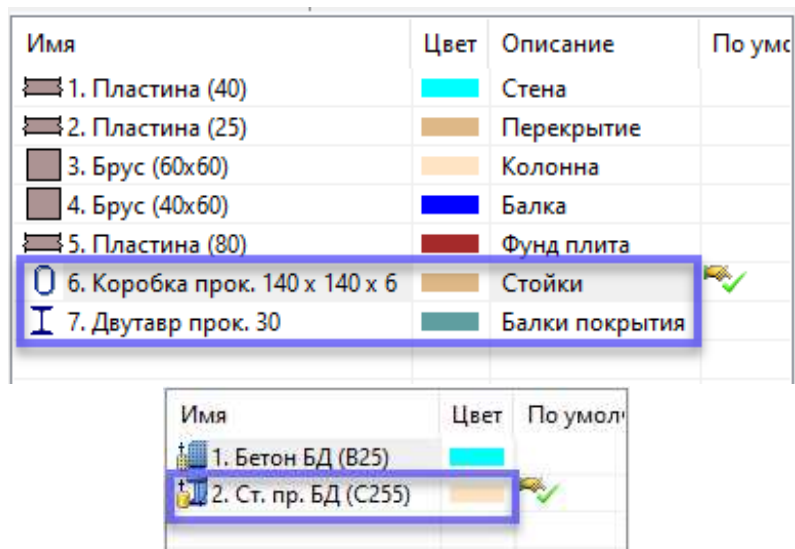
### 6.2. Ввод плиты покрытия технического этажа.



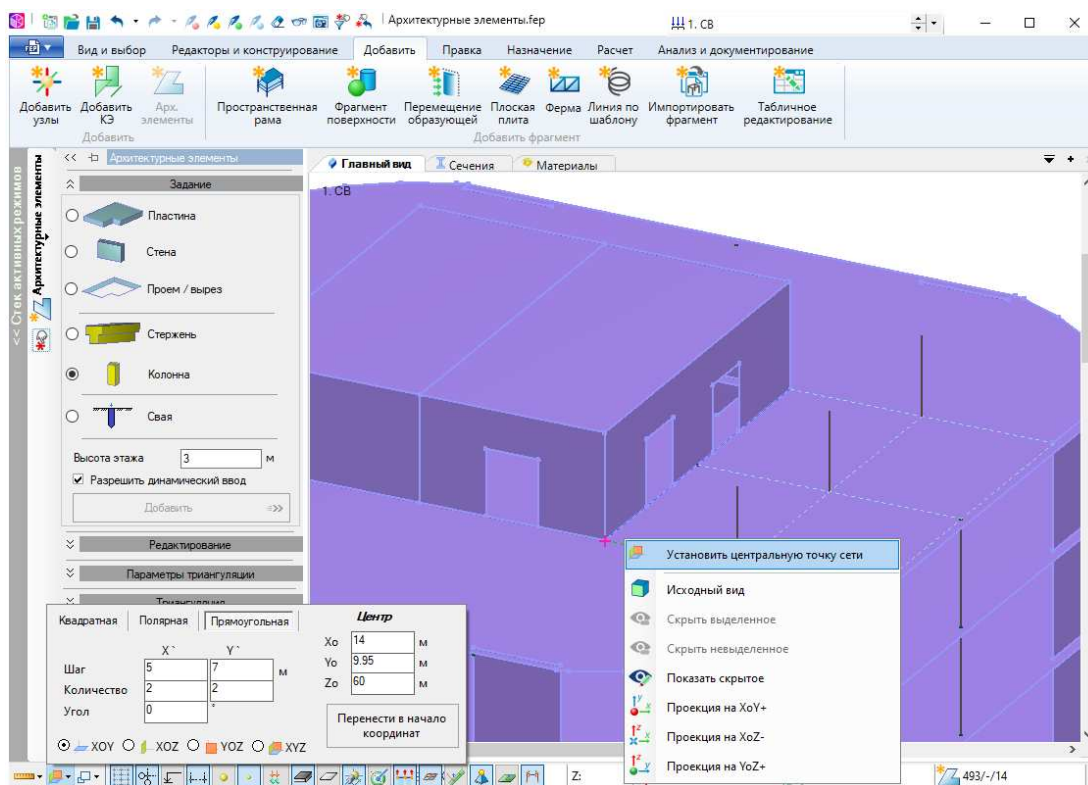


### 6.3. Построение навесов с двух сторон технического этажа.

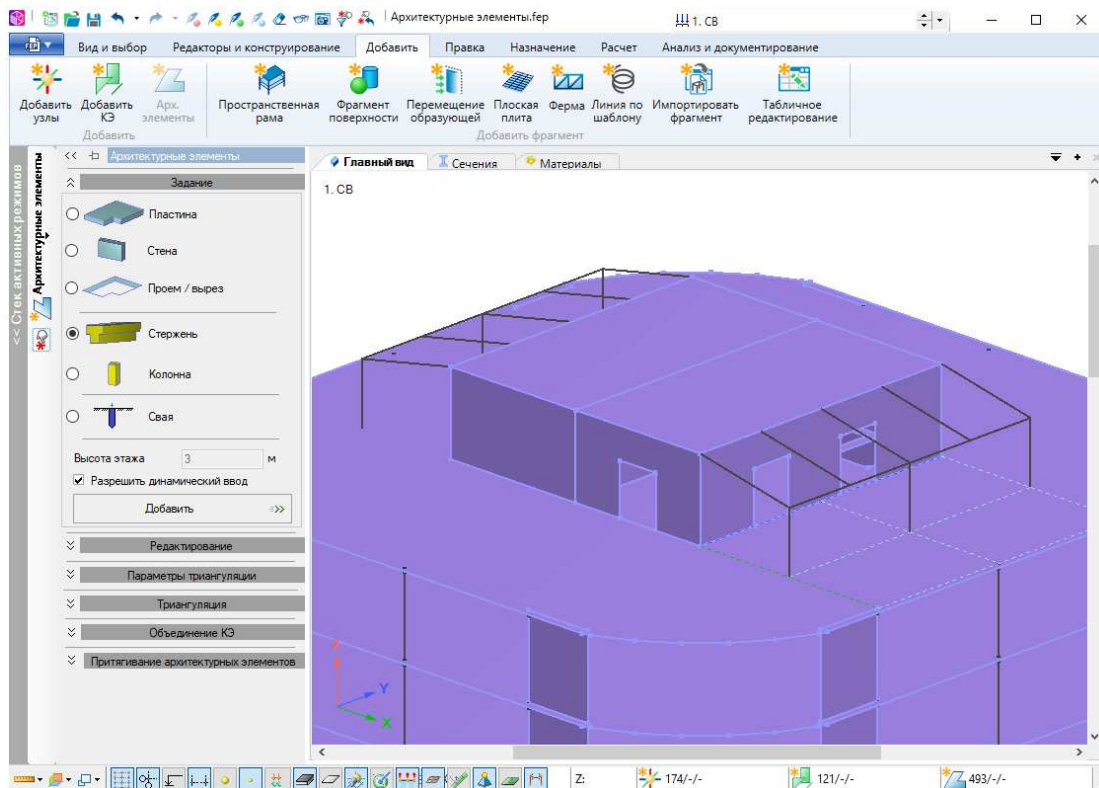
6.3.1. Создадим сечения и материал для металлических стоек и балок покрытия. Установим сечение и материал для стоек по умолчанию.



### 6.3.2. Для расстановки стоек воспользуемся сетью построения

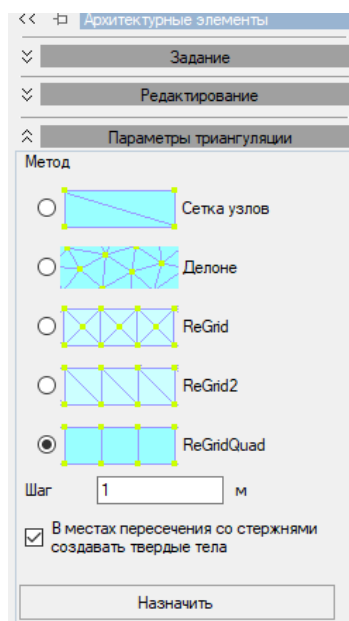


6.3.3. Установим сечение для балок покрытия навесов по умолчанию. Введем балки в схему.

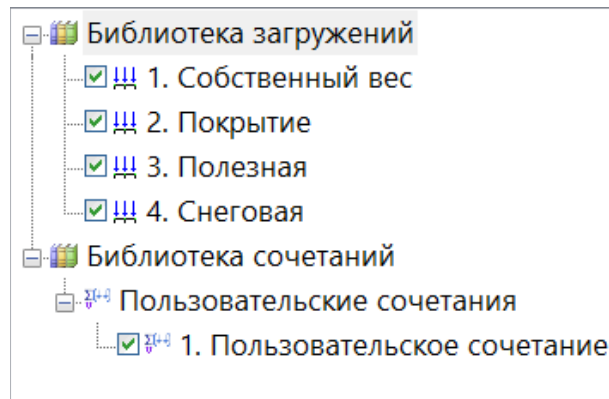


6.3.4. Назначение шарниров.

7. Назначение параметров триангуляции, шаг 1 м, галочка создавать твердые тела.

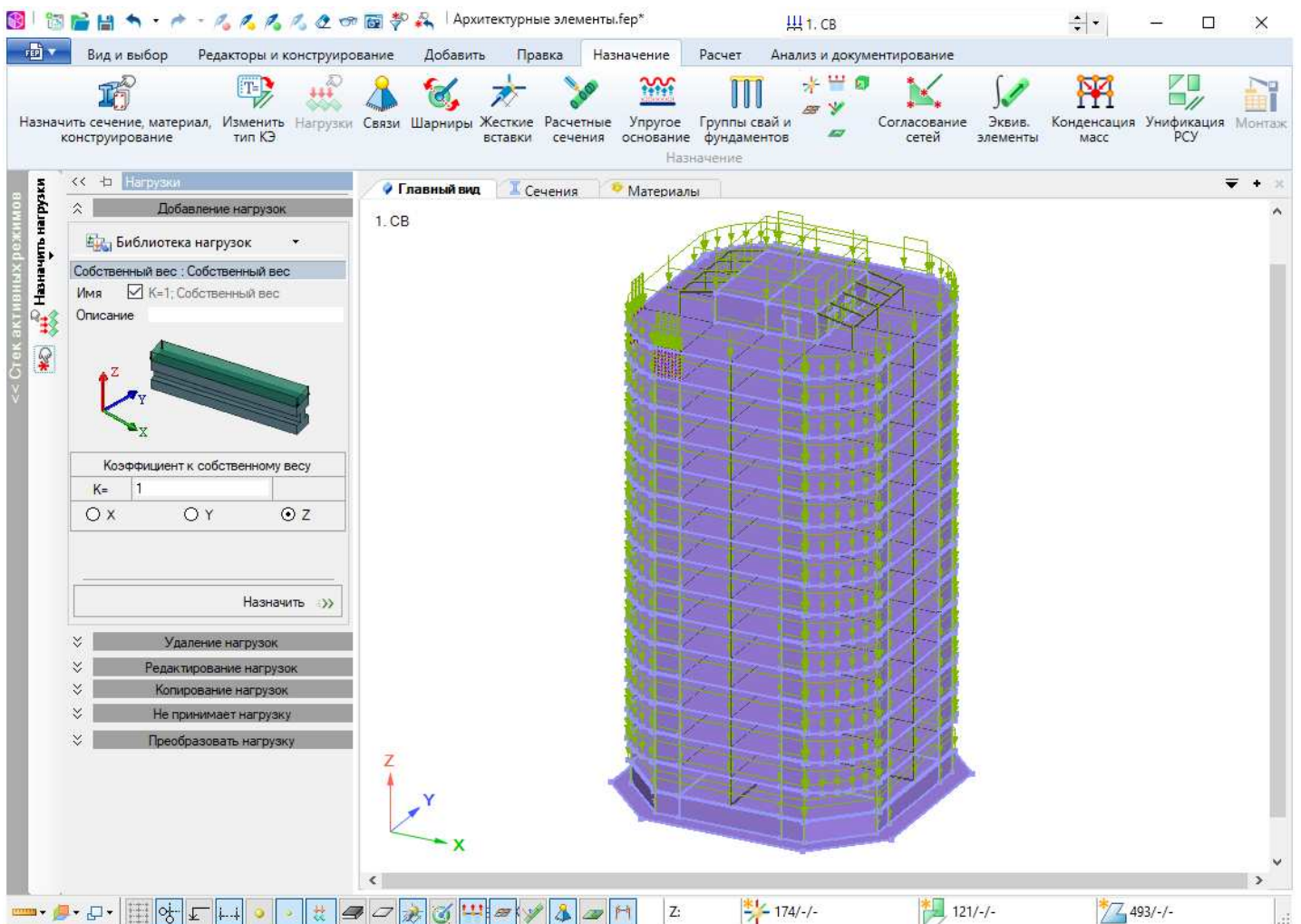


## 8. Создание загрузений.



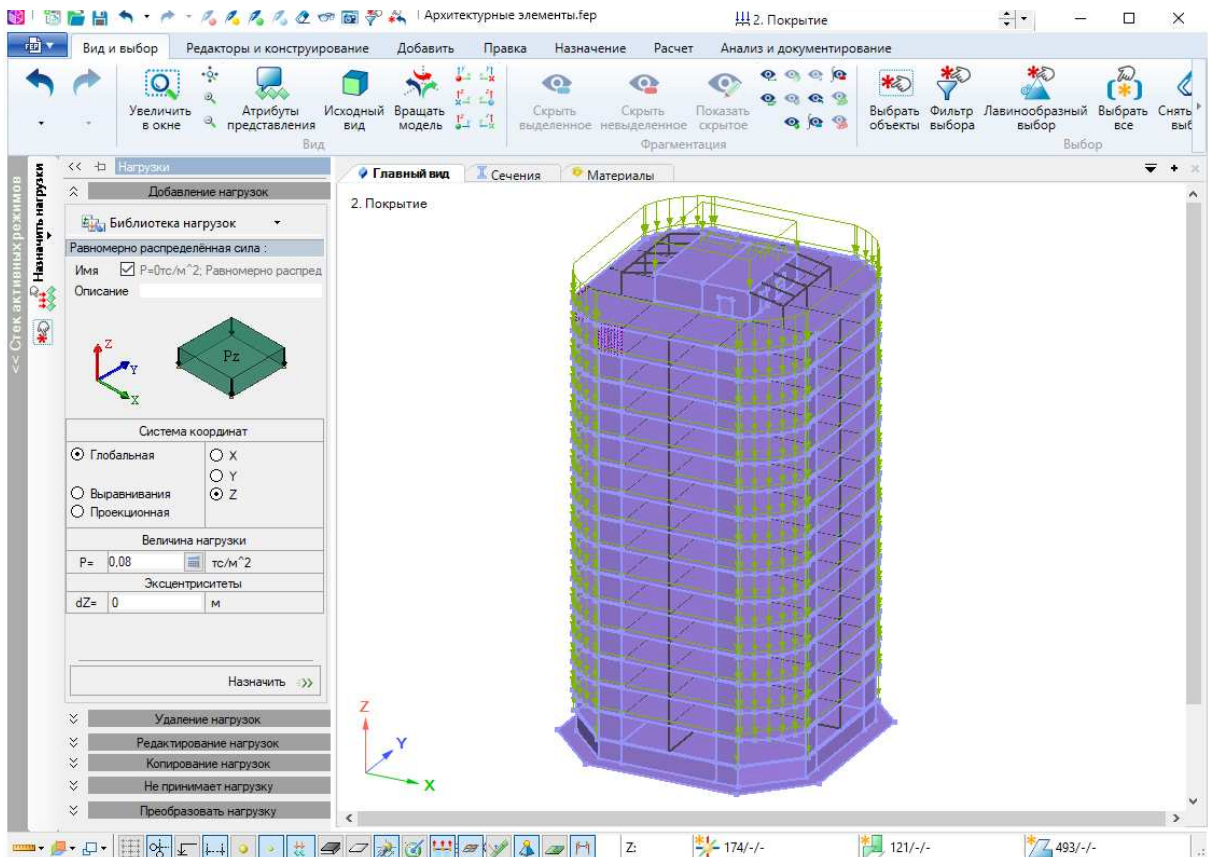
## 9.1. Назначение нагрузок.

### 9.1.1. Собственный вес.

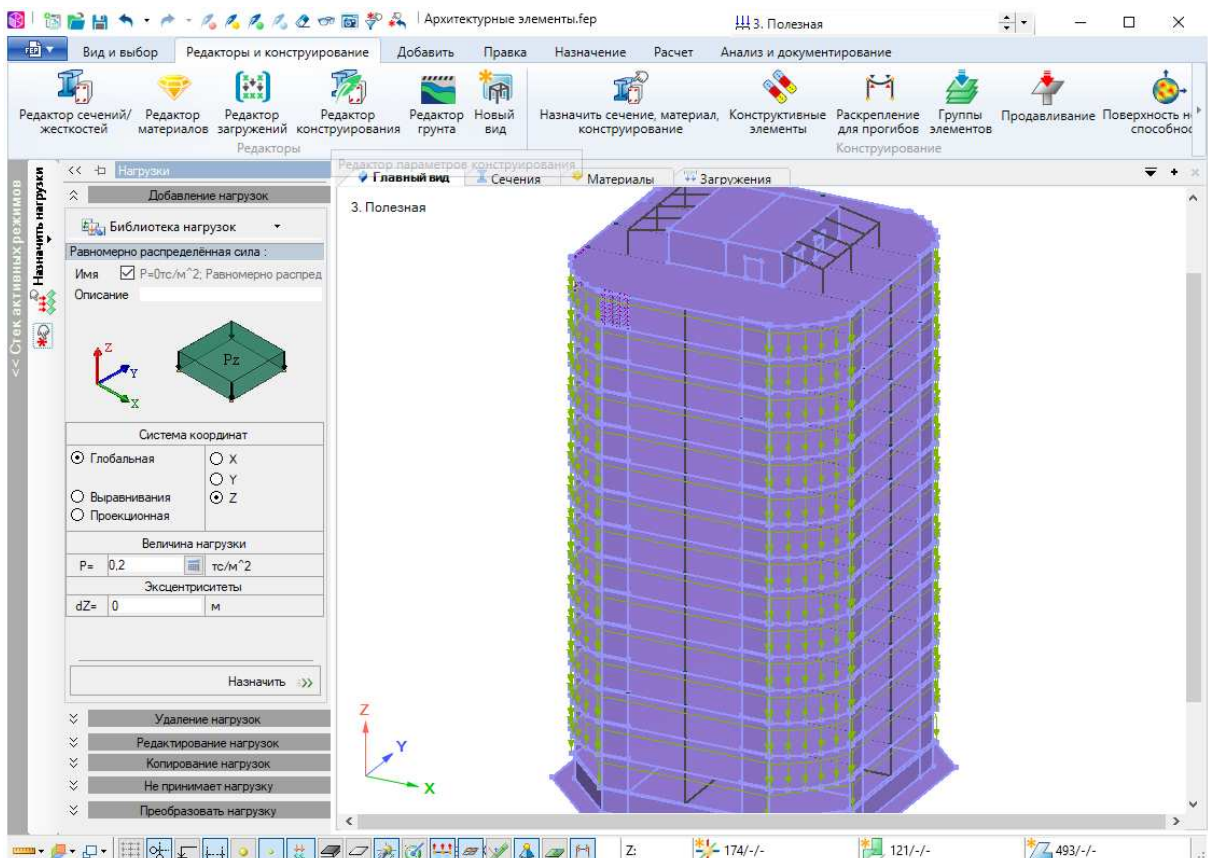




### 9.1.2. Покрытие.

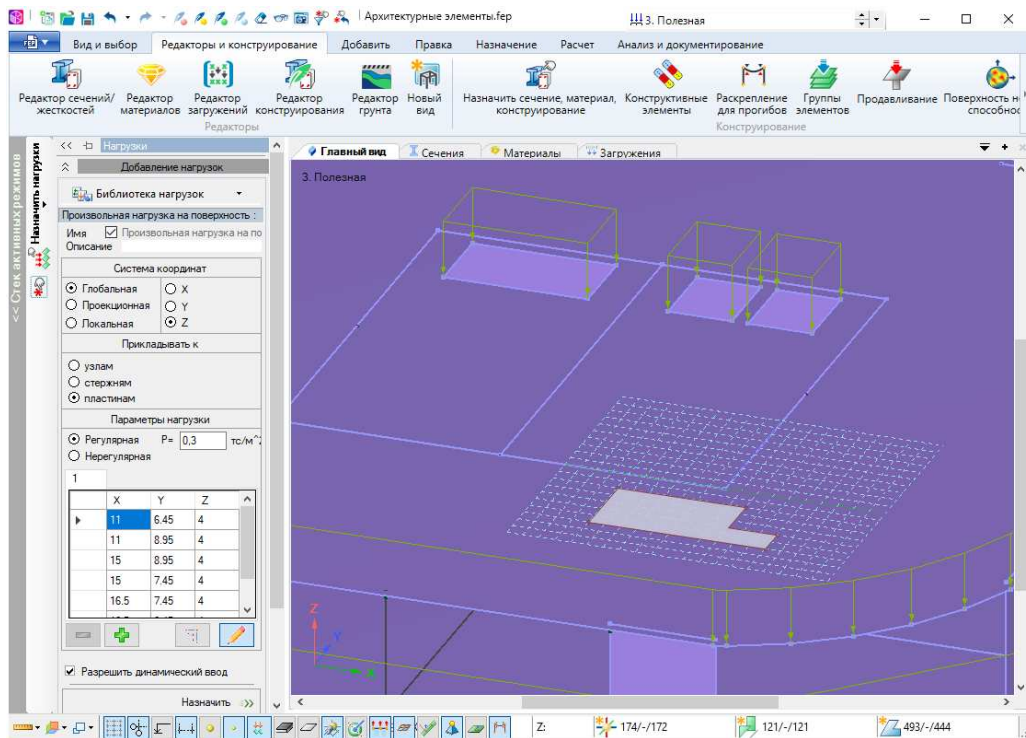


### 9.1.3. Полезная.

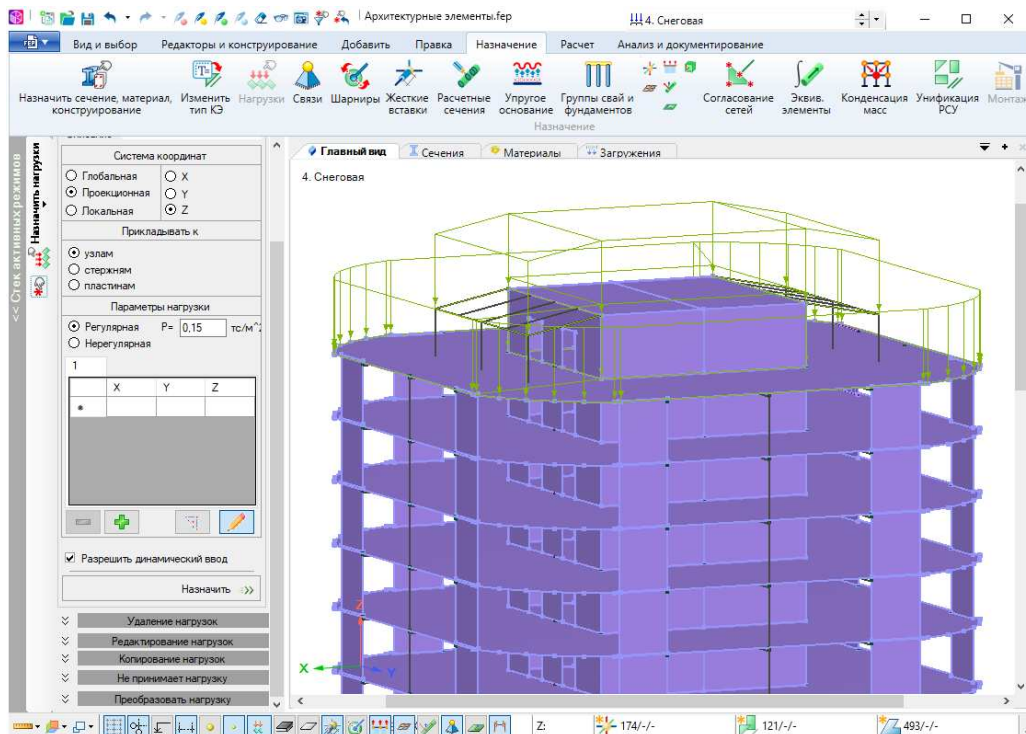




## Произвольная нагрузка на поверхность.



## 9.1.4. Снеговая нагрузка.



## 10. Назначение граничных условий.

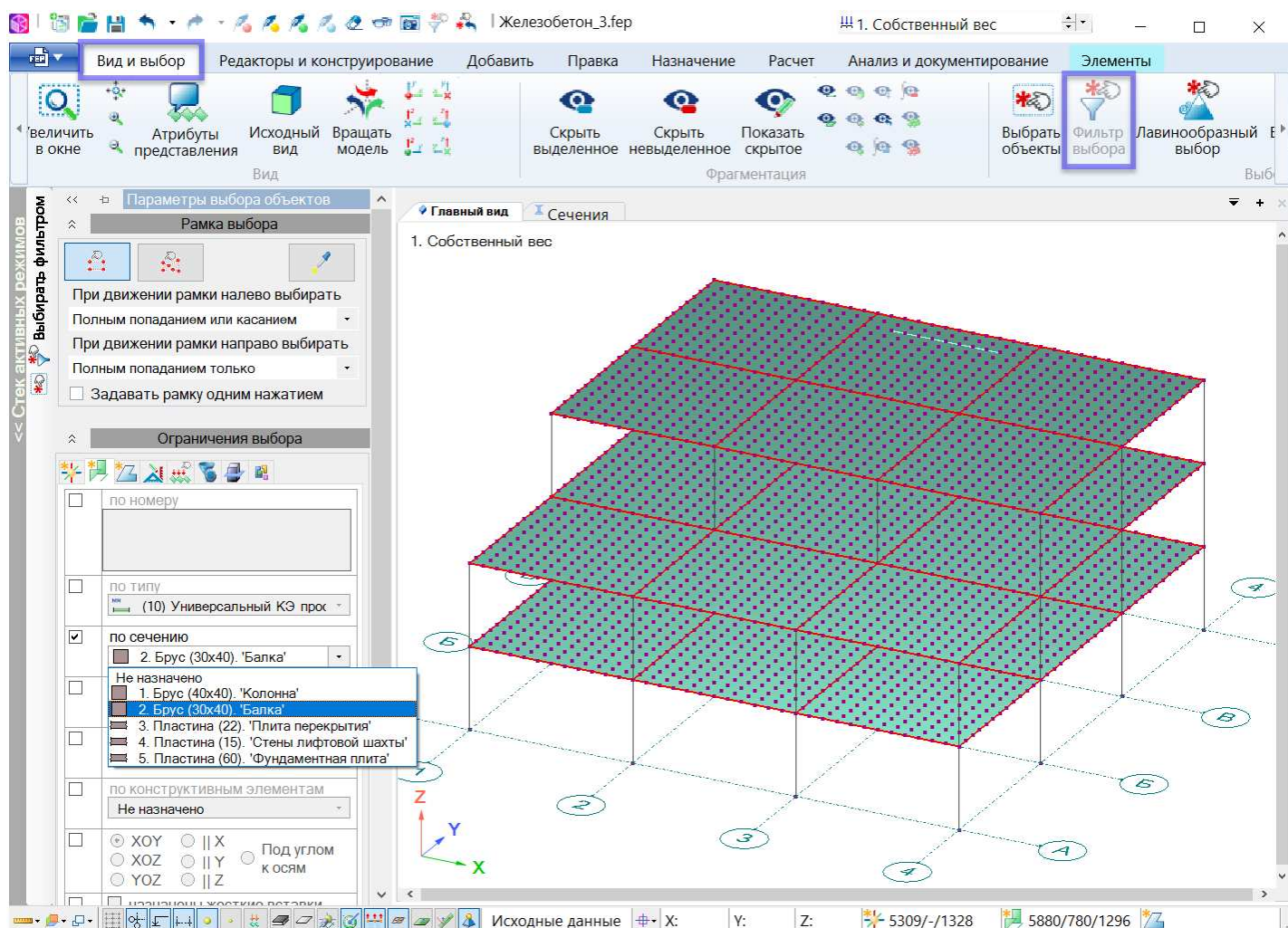
## Тема №12. Работа с инструментом «Жесткие вставки».

Данную тему рассмотрим на примере задачи №1. Копируем файл с расчетной схемой.

### 1. Создание жестких вставок.

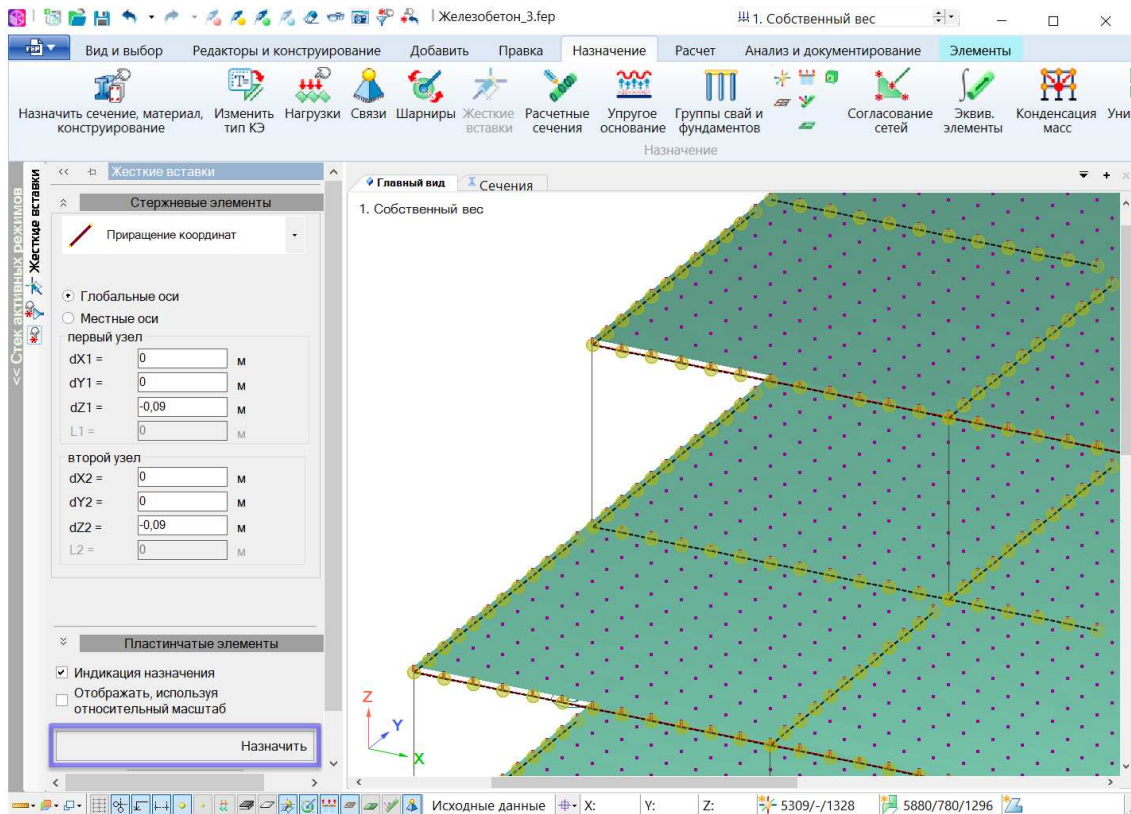


### 2. Выделение всех балок с помощью фильтра выбора через сечения для быстрого назначения жестких вставок.

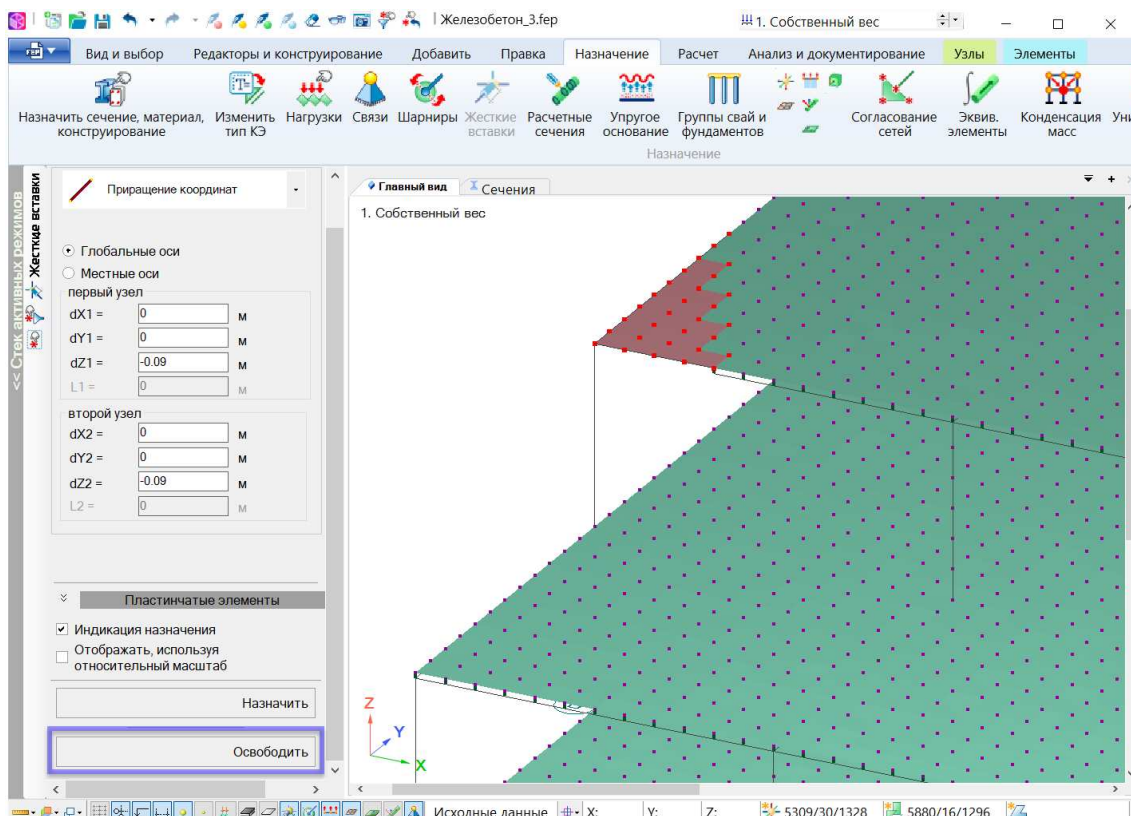




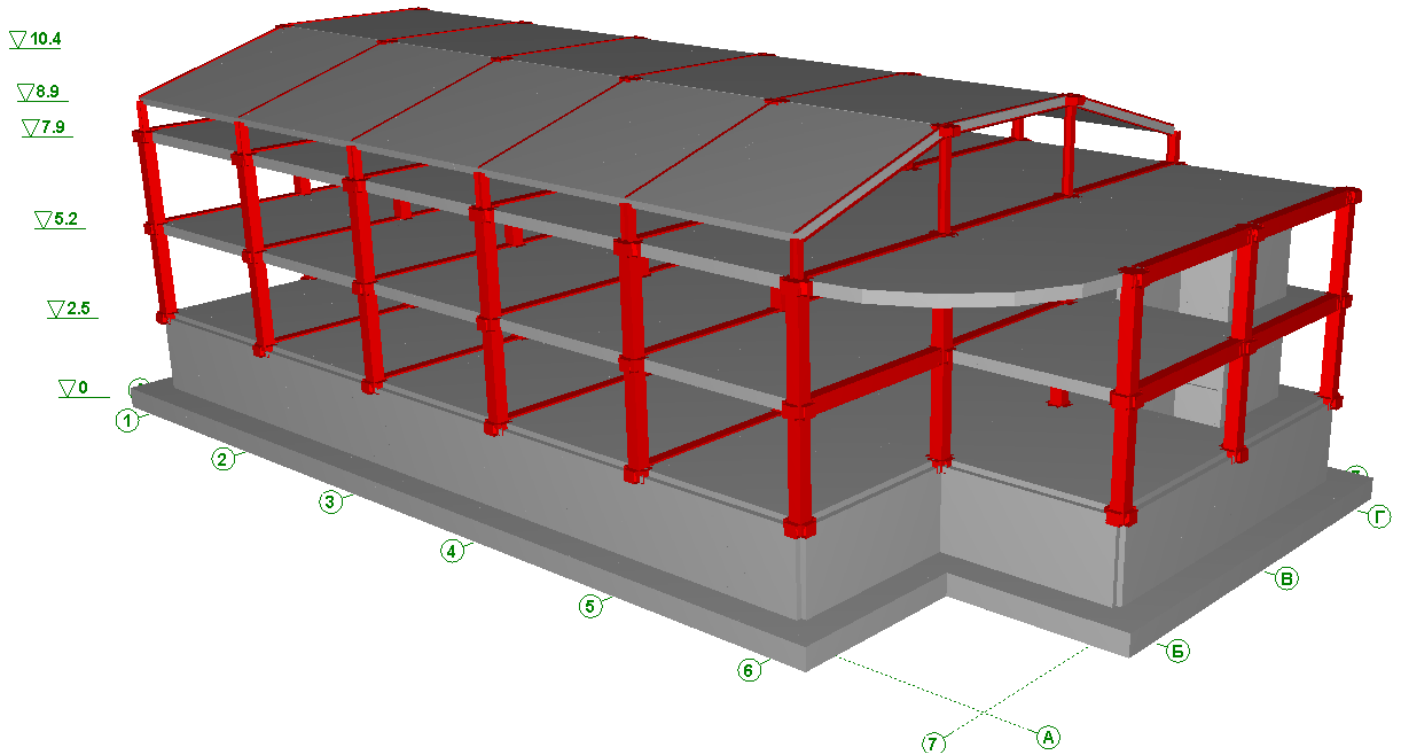
### 3. Установка параметров жестких вставок.



### 4. Удаление жестких вставок



## Самостоятельная работа №4

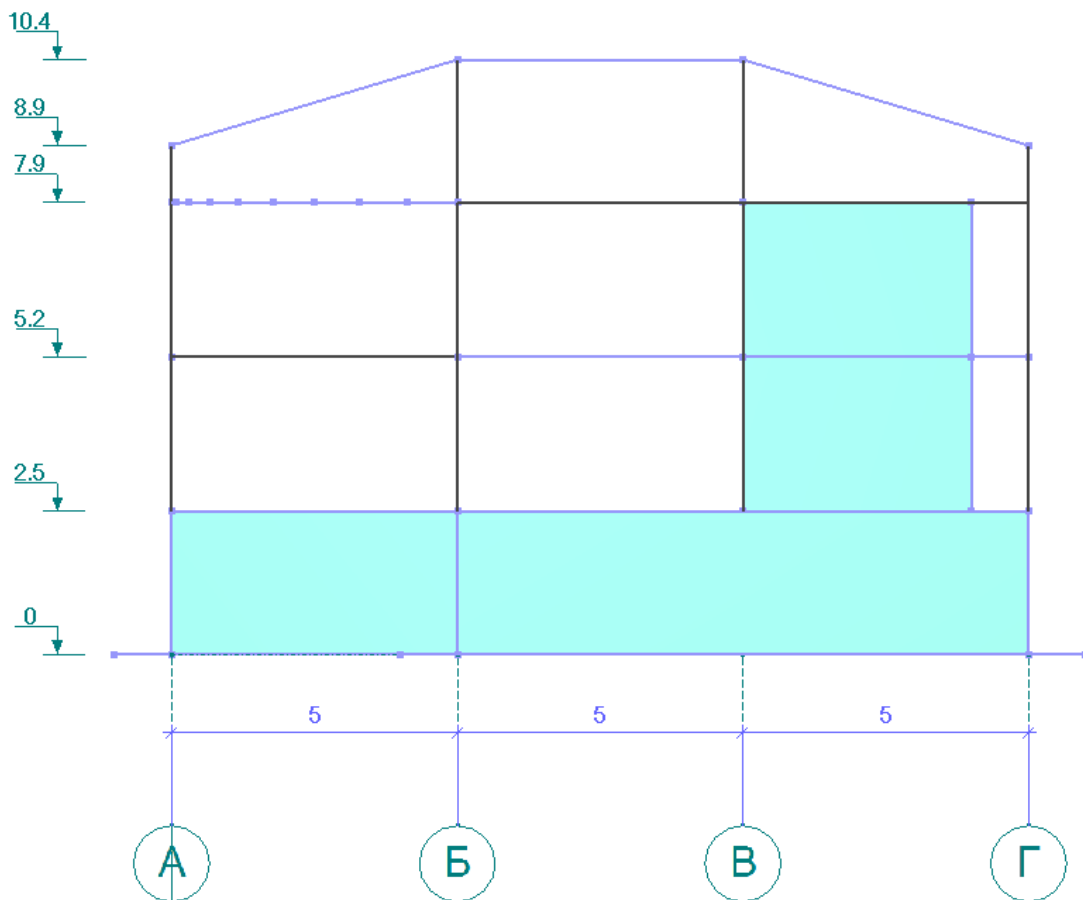
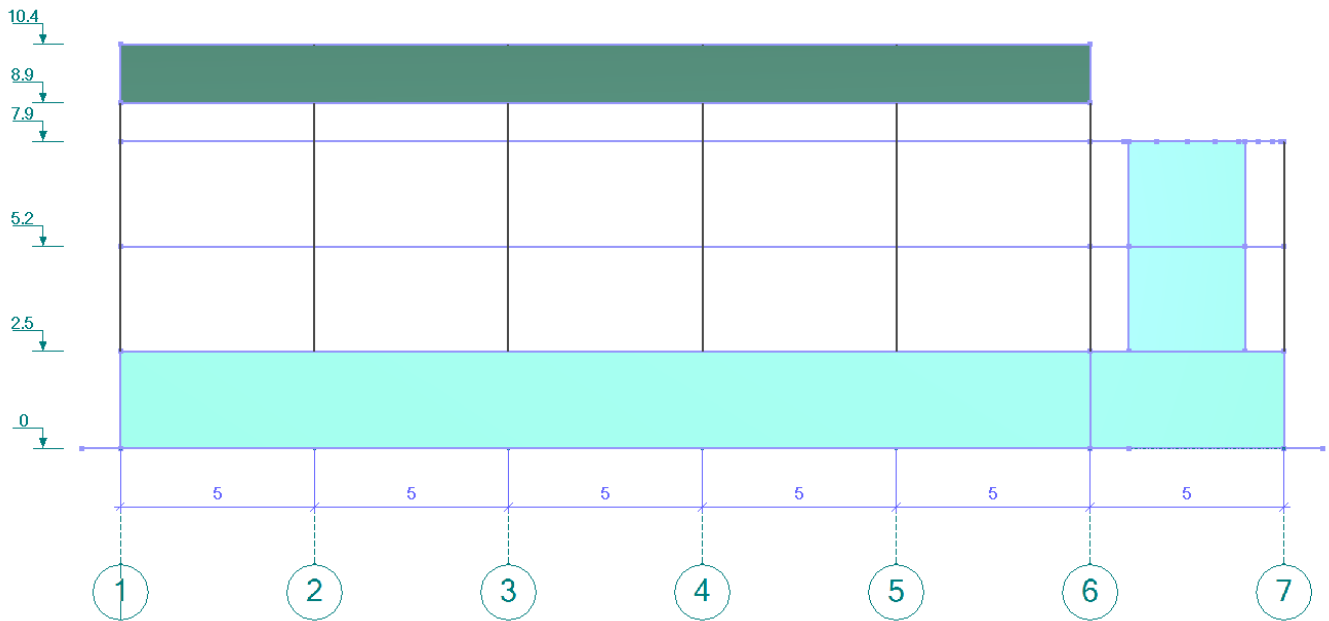


Сечения элементов произвольные (верхний этаж – стальной каркас).

Задание: подобрать арматуру в фундаментной плите, перекрытии на отм. 7.900, выполнить подбор сечения стальных колонн.

Нагрузки: Собственный вес, Покрытие кровля – 0,09 тс/м<sup>2</sup>, Покрытие пол – 0,05 тс/м<sup>2</sup>, Снег – 0,15 тс/м<sup>2</sup>

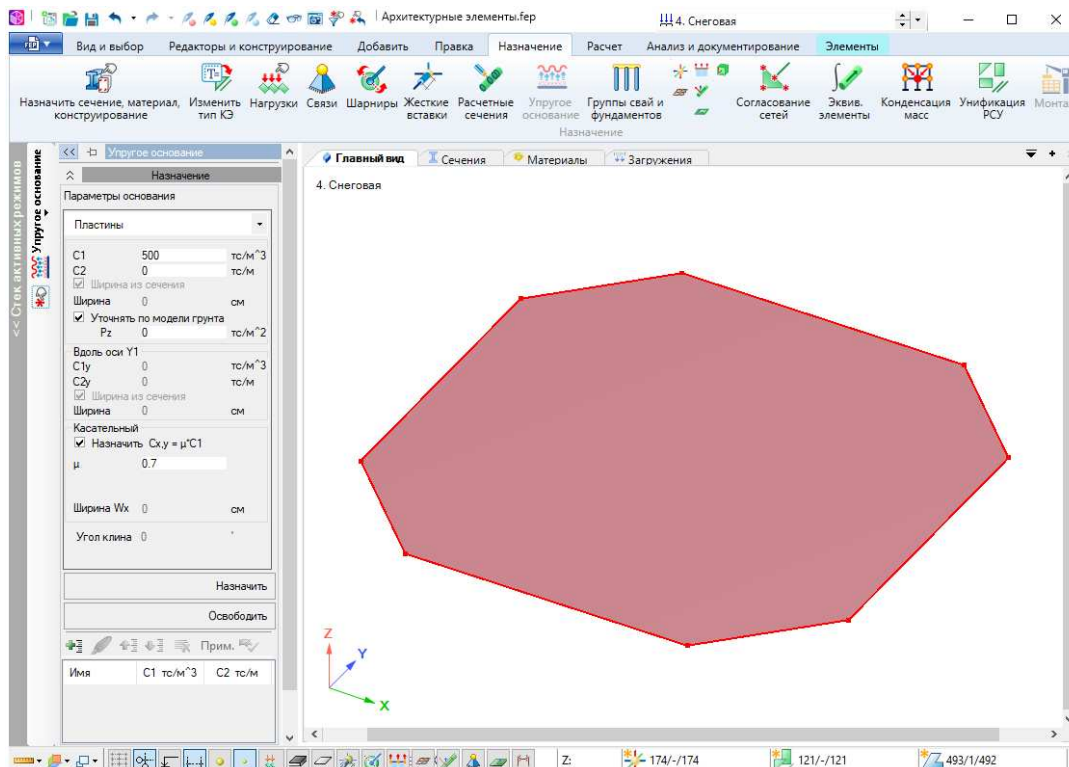




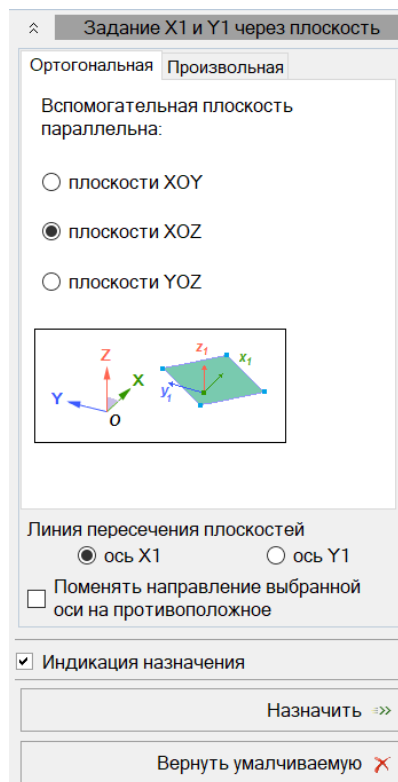
День 5

Тема №13. Расчет здания на упругом основании.

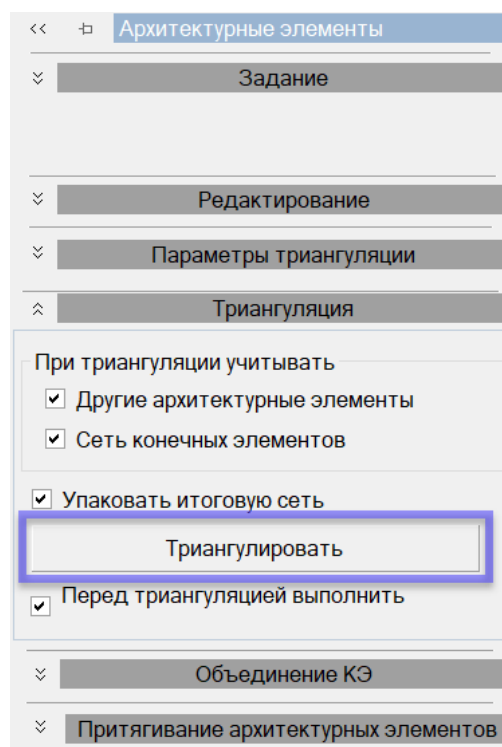
1. Назначение параметров упругого основания фундаментной плите.



1.1. Сонаправляем оси выравнивания напряжений.

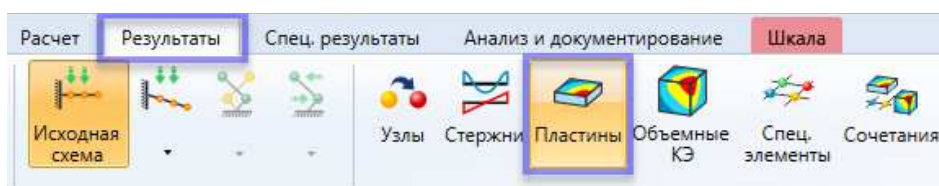


1.2. Выполнение принудительной триангуляции фундаментной плиты. Модуль ГРУНТ рассчитывает переменные коэффициенты постели только для КЭ.

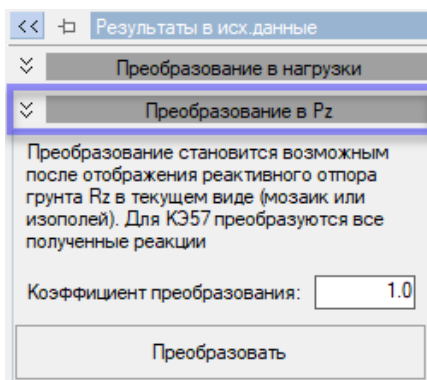


2. Отправка схемы на расчет.

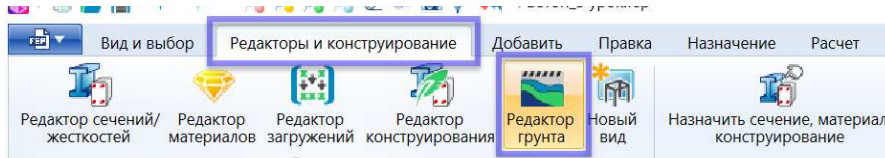
3. Отображение значений отпора грунта  $R_z$ .



4. Преобразование  $R_z$  в  $P_z$ . (Спец. результаты -> Преобразовать результаты в исходные данные -> Преобразование в  $P_z$ ).



## 5. Работа в модуле грунт.



### 5.1. Задание скважин.

Свойства скважины

Имя: Скважина1

X: -25.5882 м

Y: 11.5046 м

Абс. отметка устья: 150 м

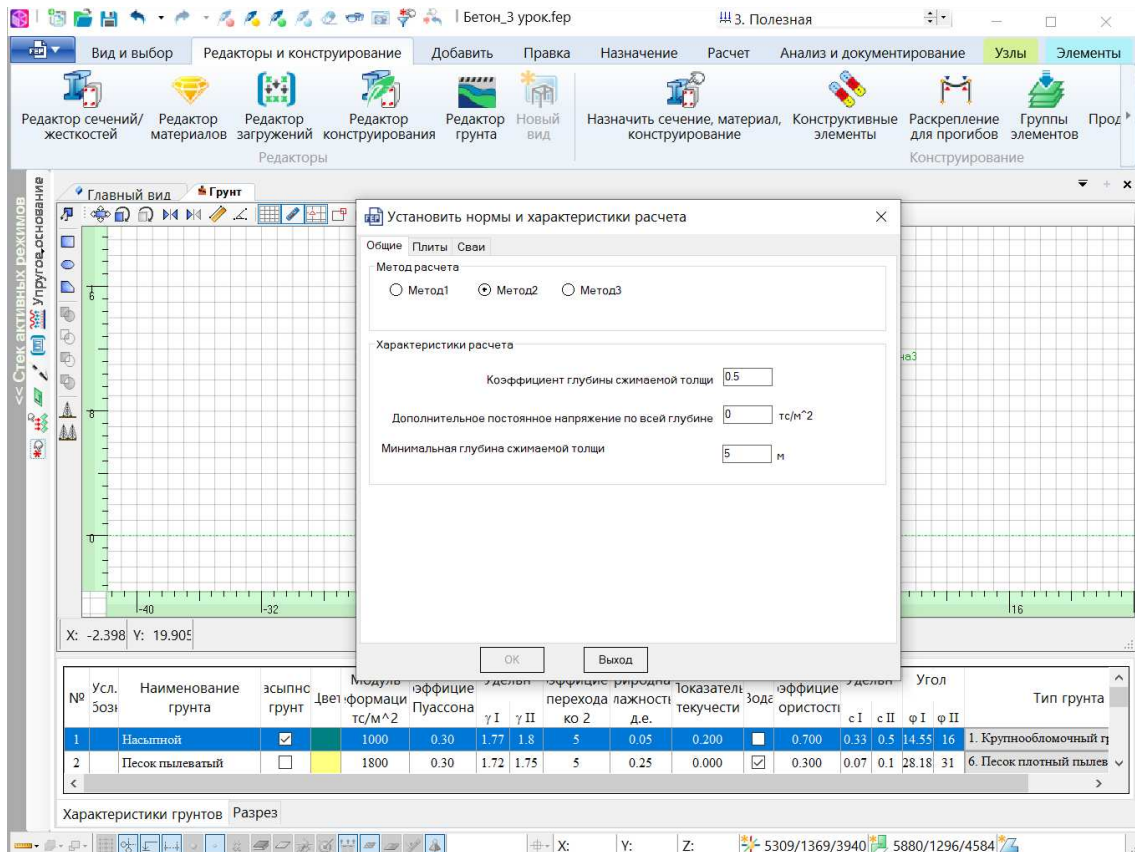
Глубина: 15 м

Задаю абсолютную отметку подошвы

Задаю глубину залегания

№	Наименование	Абс. отм.	Мощн. слоя	Глуби. залег.
1	Песок пылева...	147	3	3
2	Супесь	144	3	6
3	Суглинок туго...	141	3	9
4	Глина полутвё...	135	6	15
< ... >				

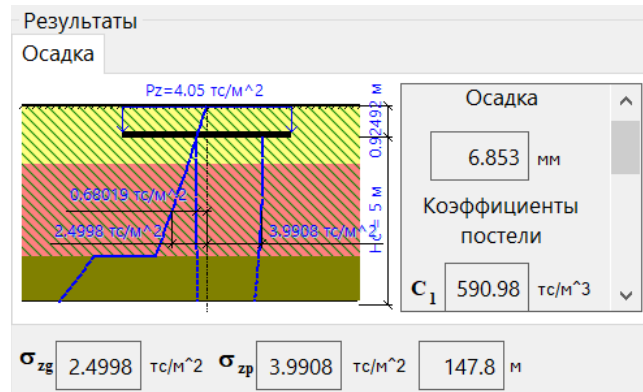
### 5.2. Задание параметров расчета.





5.3. Выполнение расчета.

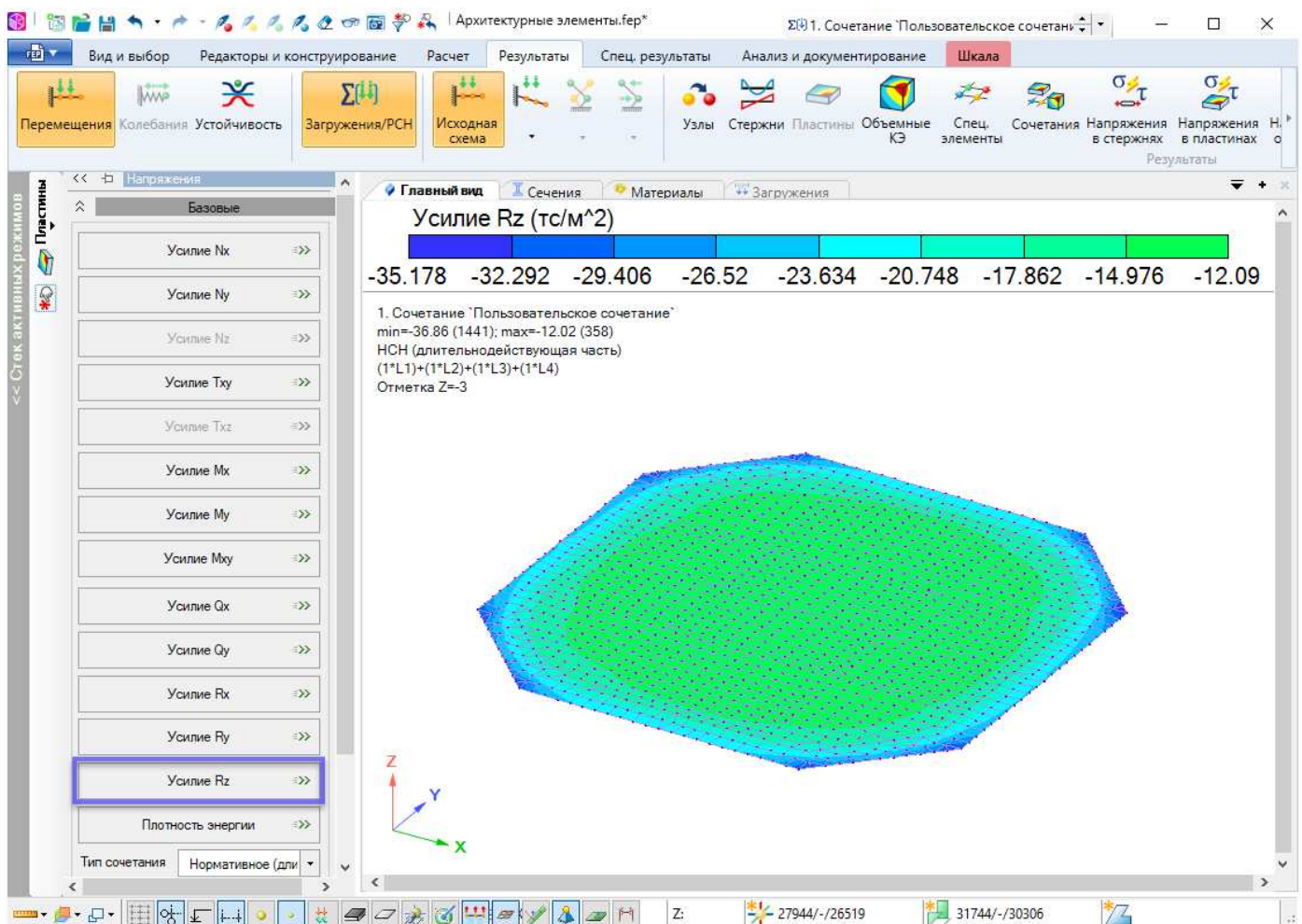
5.4. Анализ диаграммы напряжений грунта и осадки.



6. Повторный расчет здания на упругом основании.

6.1. Выход в главный вид. Запуск расчета.

6.2. Вывод значений отпора грунта Rz



### 6.3. Преобразование Rz в Pz.

Архитектурные элементы.fer

Σ(1) 1. Сочетание "Пользовательское сочетание"

Вид и выбор Редакторы и конструирование Расчет Результаты Спец. результаты Анализ и документирование Шкала

Преобразовать результаты в исходные данные Стальные конструкции Железобетонные конструкции Деревянные конструкции Построение спектра реакции Построение АЧХ Спектр несущей способности Поверхности/линии влияния Результаты системы МОСТ СЖБ балка Расчет Теплопроводность Фи

Преобразование результатов в исходные данные

Преобразование в нагрузки

Преобразование в Pz

Преобразование становится возможным после отображения реактивного отпора грунта Rz в текущем виде (мозаик или изополей). Для КЗ57 преобразуются все полученные реакции

Коэффициент преобразования: 1.0

Тип сочетания Нормативное (дл)

Преобразовать

Преобразование подобранных сечений

Политика преобразования

Для всех узлов/элементов

Для выделенных узлов/элементов

Усилие Rz (тс/м<sup>2</sup>)

-35.178 -32.292 -29.406 -26.52 -23.634 -20.748 -17.862 -14.976 -12.09

1. Сочетание "Пользовательское сочетание"

min=-36.86 (1441); max=-12.02 (358)

НСН (длительная действующая часть)

(1\*L1)+(1\*L2)+(1\*L3)+(1\*L4)

Отметка Z=-3

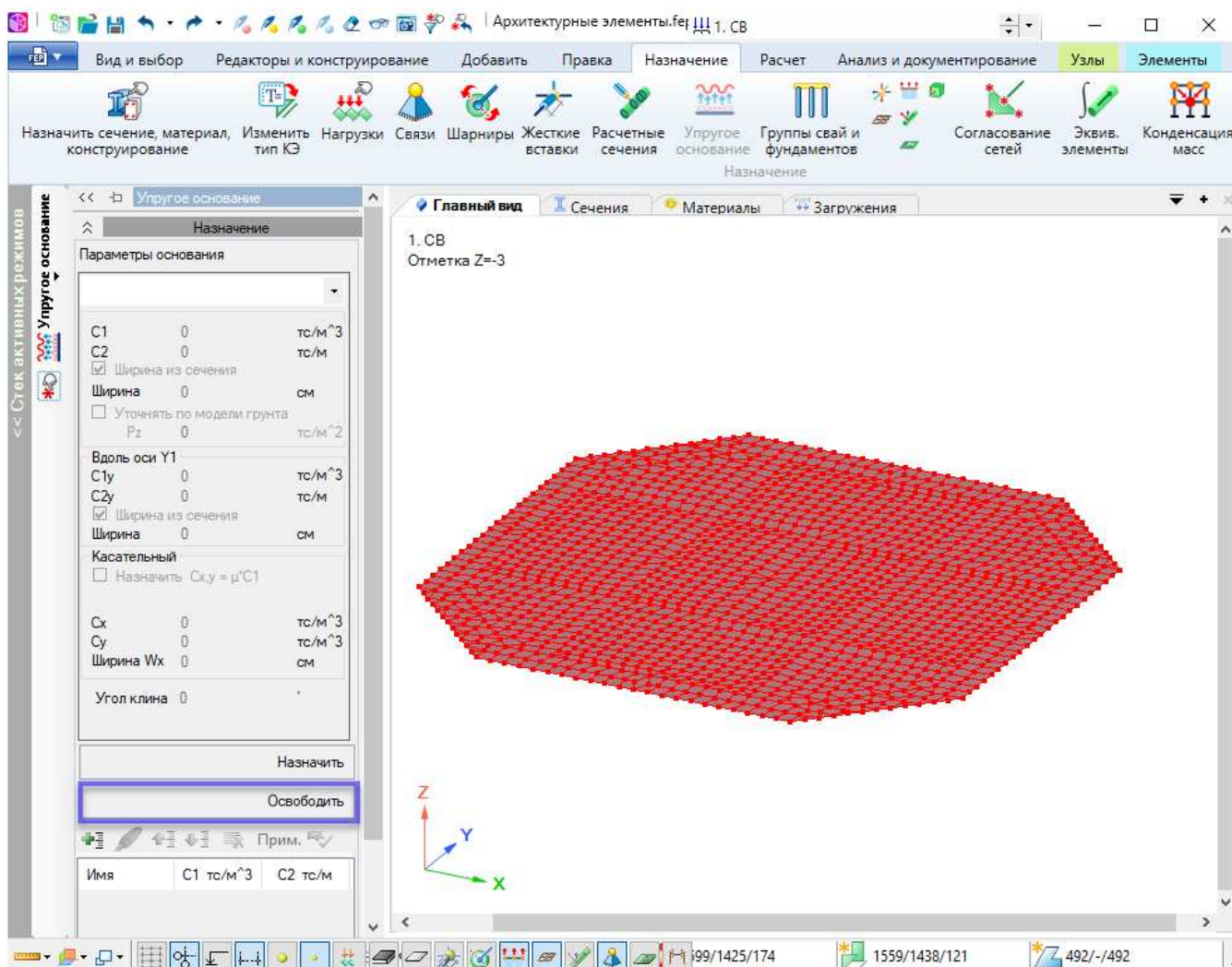
Z: 27944/-/26519 31744/-/30306

6.4. Повторный расчет с пересчетом грунтового основания. Расчет коэффициентов упругого основания производится до тех пор, пока результаты  $C_{1z}$  текущего и предыдущего не начнут отличаться друг от друга менее, чем на 10%.

## Тема №14. Расчет свайного основания.

Для моделирования и расчета свайного основания будем использовать копию файла железобетонного каркаса с фундаментной плитой.

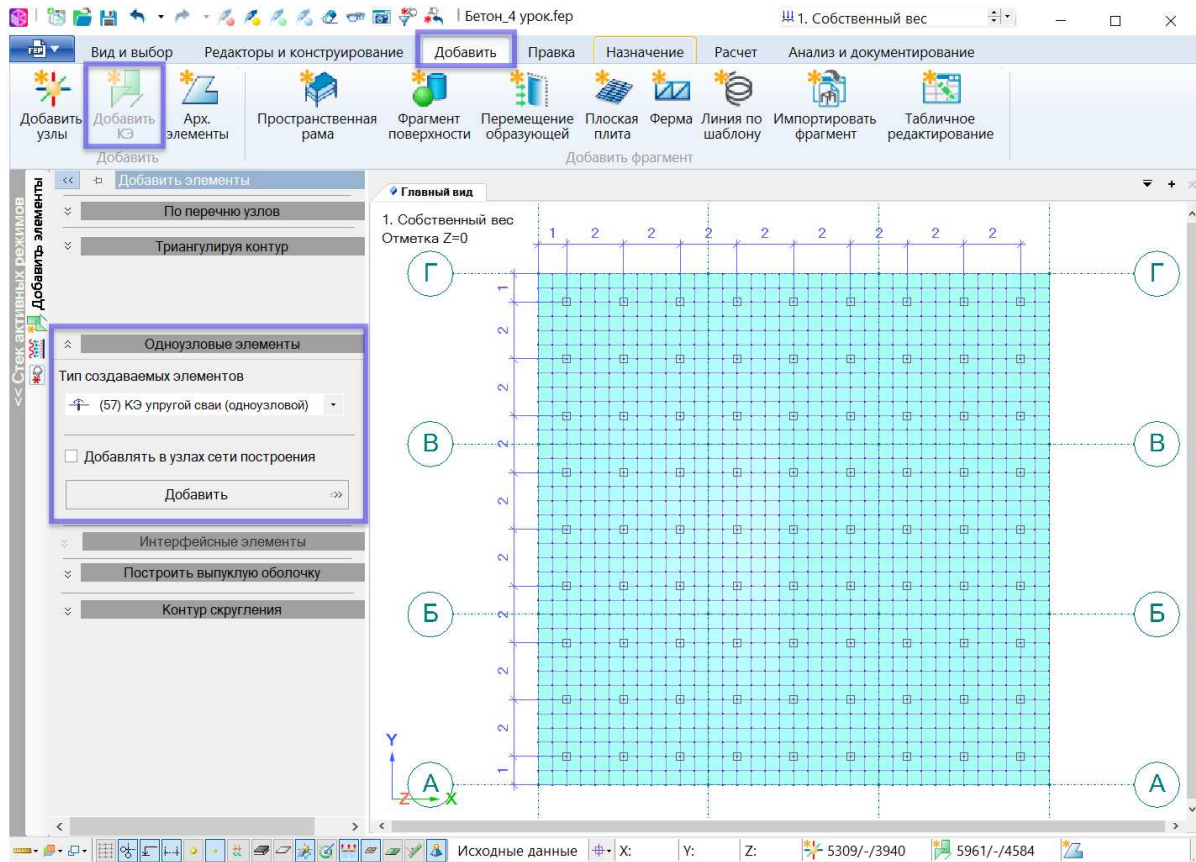
1. Для начала необходимо освободить фундаментную плиту от коэффициентов постели.



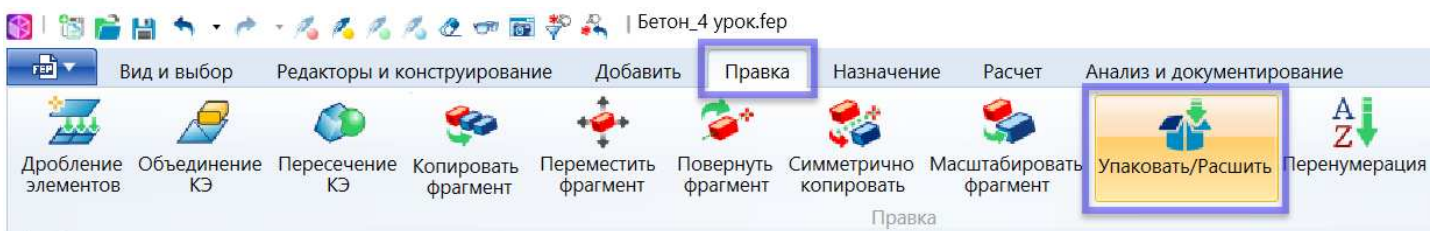
2. Объединим фундаментную плиту в один архитектурный элемент (Добавить -> Арх. элементы -> Объединение КЭ).



3. Моделирование сваи осуществляется одноузловым конечным элементом упругой сваи.

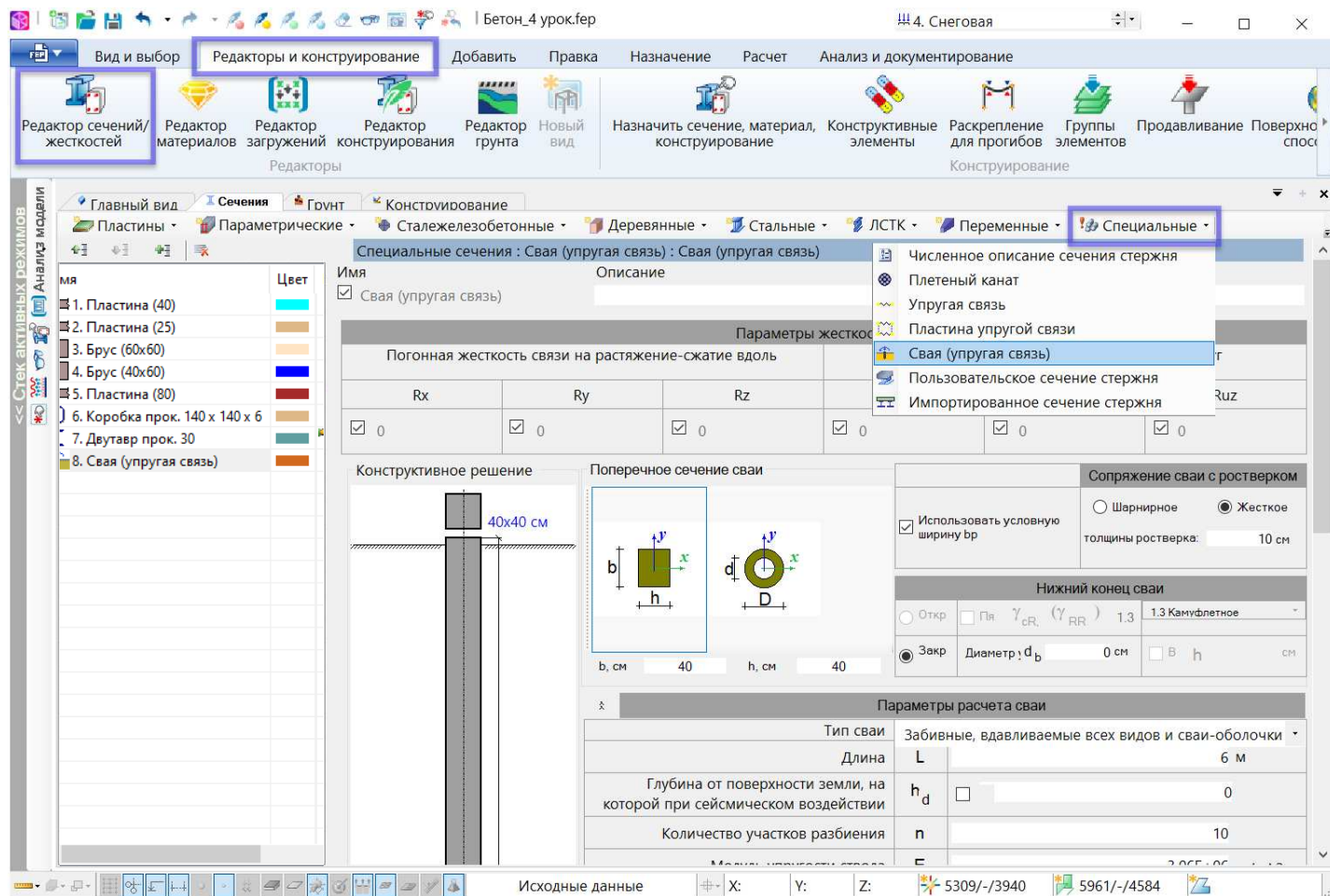


4. Выполнение упаковки схемы.





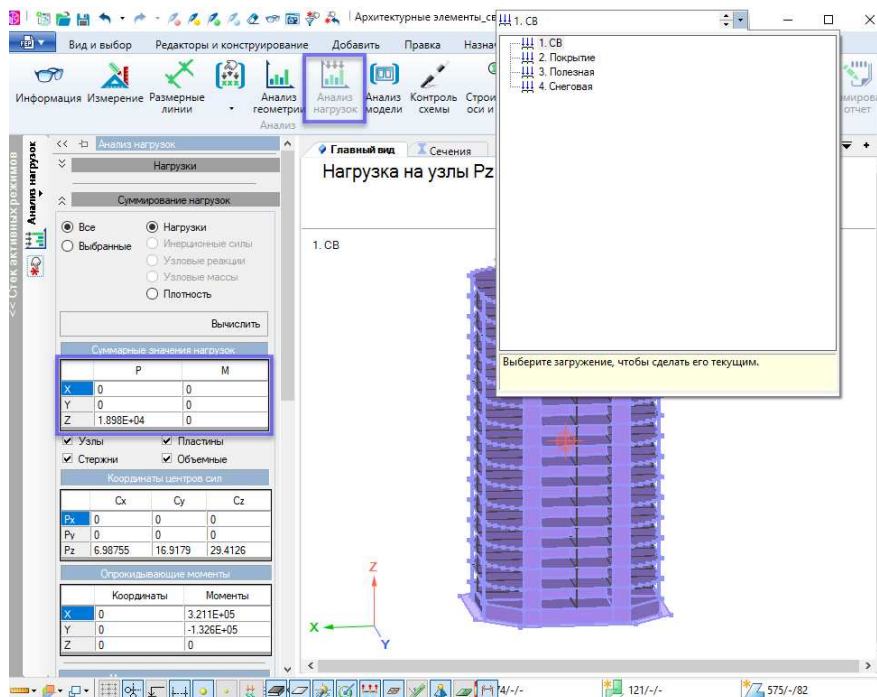
### 5. Добавление сечения «Свая (упругая связь)».



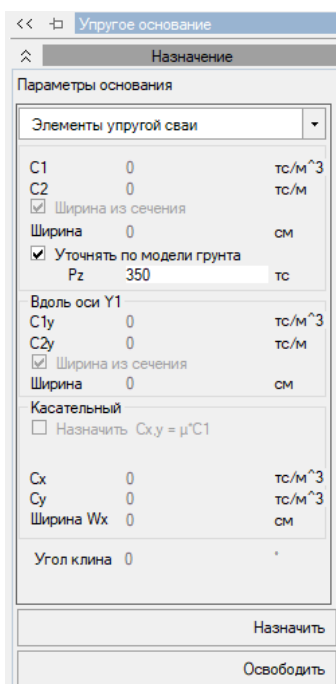
6. Назначение сечений сваи. При назначении радиокнопку следует выставить на «Использовать сечение», так как материал задается внутри сечения сваи.

## 7. Назначение упругого основания сваям.

7.1. В первую очередь следует определить среднее давление на сваю. Скрытых элементов на схеме быть не должно. Суммирование всех нагрузок производится на вкладке «Анализ и документирование». Для вычисления среднего давления необходимо сложить значения суммарных нагрузок от каждого загрузения и разделить на количество свай.



## 7.2. Выставление параметров упругого основания.



8. Расчет свай в модуле ГРУНТ. Выставление общих параметров и параметров для расчета свай.

Установить нормы и характеристики расчета

Общие Плиты Сваи

Характеристики расчета

Коэффициент глубины под пятой (п. 7.4.3)  $k$  0.5

Коэффициент условий работы (Прил. В, п.В.6)  $\gamma_{cz}$  1

Выбор норм

СП 24.13330.2011 (Изм. №1,2,3)

ДБН В.2.1-10:2009 (Изм. №1)

СН РК EN 1997-1:2004/2011

EN 1997-1:2004

Коэффициент надёжности по грунту (п. 7.1.11)  $\gamma_{cg}$  1.4

Коэффициент надёжности по ответственности сооружения (табл.2. ГОСТ 27751-2014)  $\gamma_n$  1

Расчет кустов свай

Коэффициент уплотнения грунта при погружении свай (Прил. В, п. В.7)  $\gamma_{cc}$  1.2

Учёт сеймики

Расчетная сейсмичность отсутствует

Повторяемость

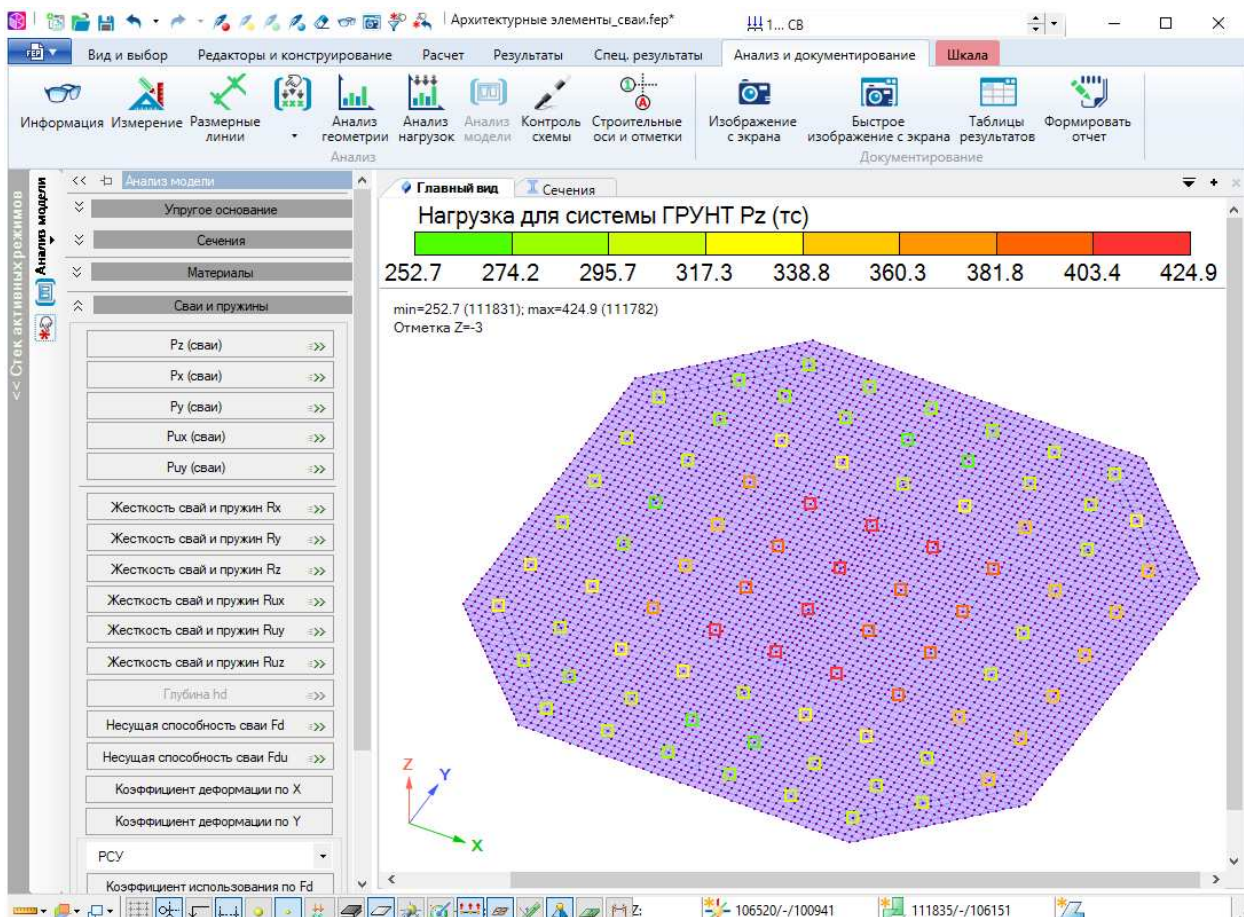
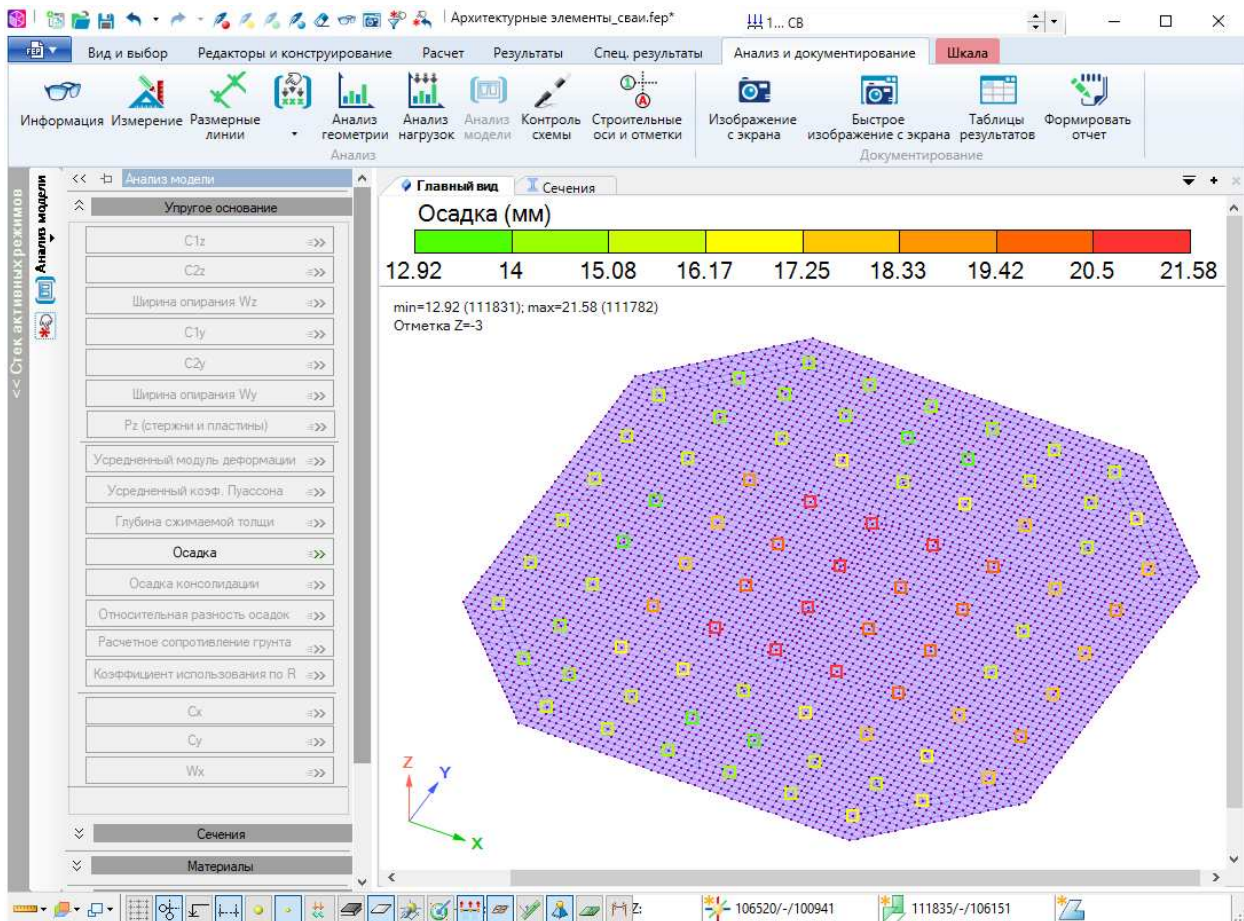
Параметры нормы еврокода

Максимальная глубина от острия сваи для поиска жесткого слоя грунта в долях длины сваи 0.5

OK Выход



### 8.1. Анализ результатов расчета в модуле ГРУНТ.





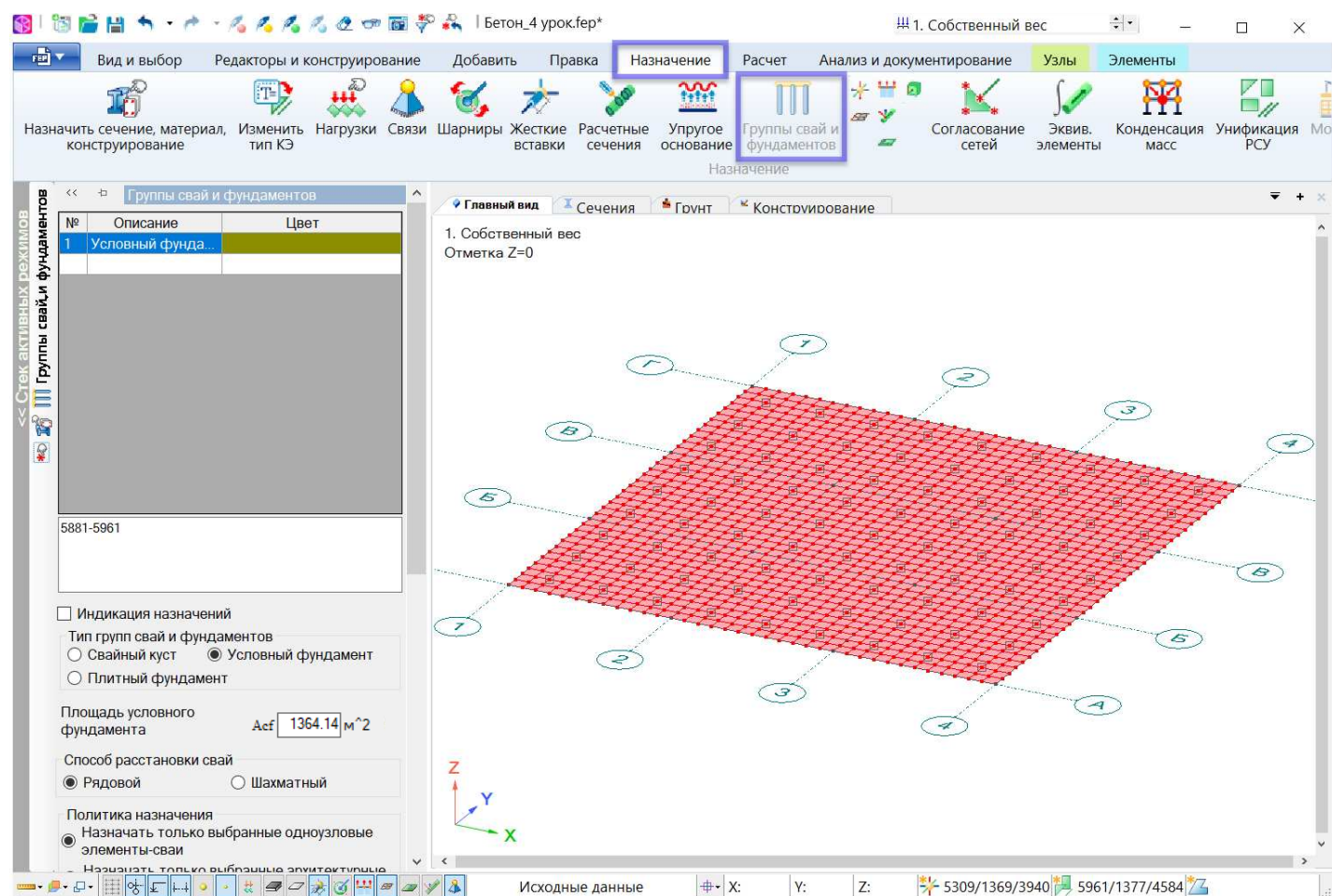
## 9. Выполнение общего расчета схемы.

9.1. После первого расчета необходимо уточнить нагрузку на сваи и пересчитать ее. Для этого нужно вывести отпор грунта  $R_z$  и преобразовать его в  $P_z$ .

9.2. Пересчет.

9.3. Анализ результатов. Анализ и документирование – Анализ модели – Упругое основание –  $P_z$ . Сваи и пружины –  $R_z$ , несущая способность сваи  $F_d$  и коэффициент использования по  $F_d$ .

## 10. Создание группы свай.



Так осадка будет рассчитана точнее, а вместе с этим будет пересчитана и жесткость свай.

## 11. Пересчет конструкции.

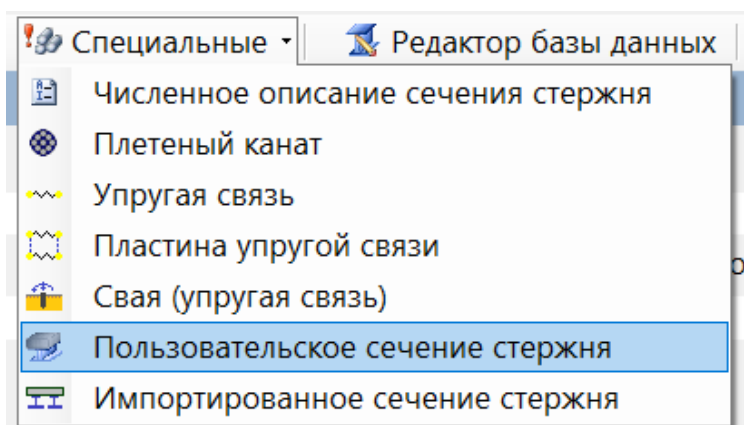
## Тема №14. Расчет ленточных и отдельностоящих фундаментов.

Используем файлы «Ленточный фундамент», «Столбчатый фундамент».

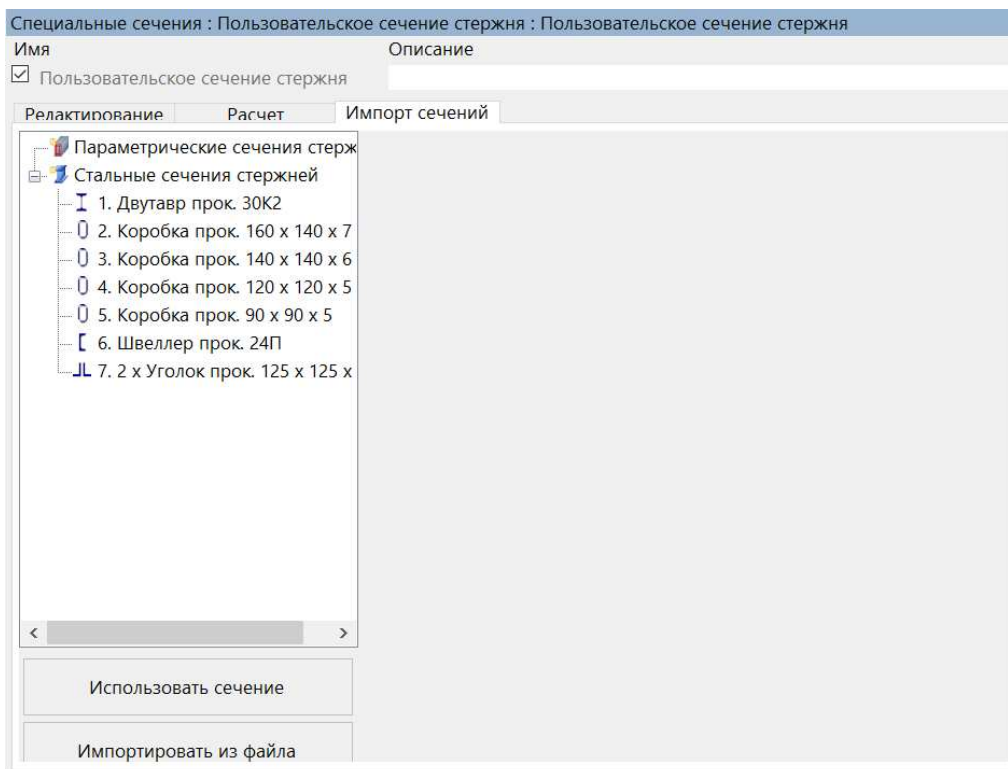
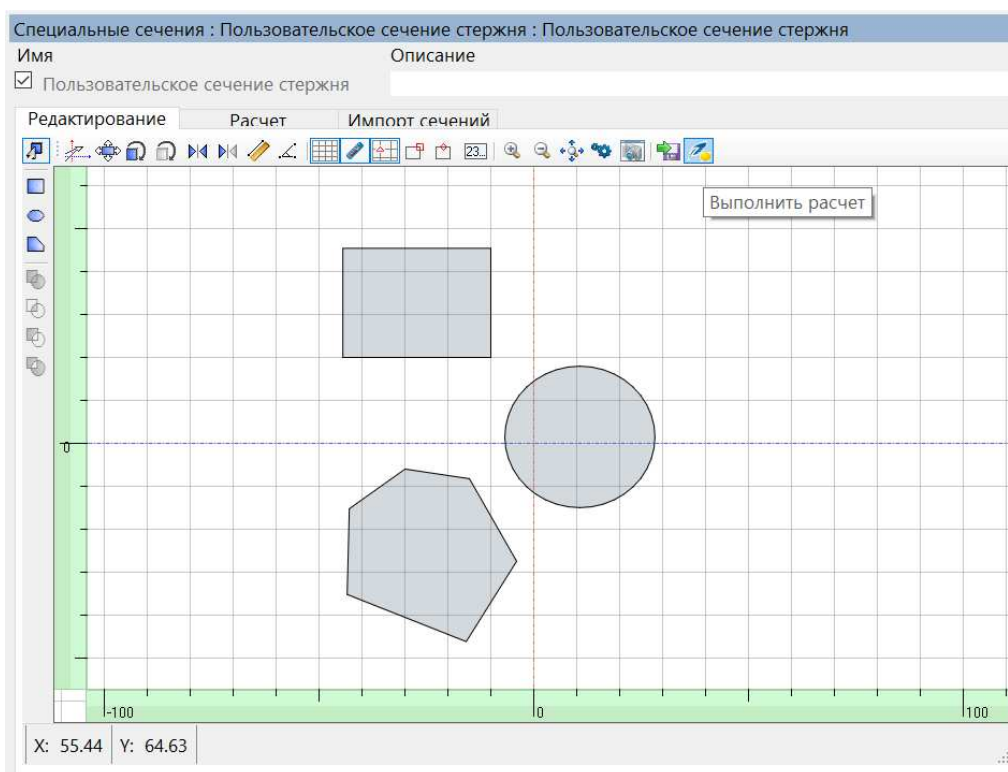
## Тема №15. Расчет элементов произвольного нестандартного сечения.

Используем расчетный файл металлического каркаса.

1. В редакторе сечений/жесткостей выбираем пользовательское сечение стержня.



2. В редакторе создаем с помощью полигона, прямоугольника, круга или профилей из сортамента нужное сечение и отправляем на расчет.



3. Применить данное сечение для любого элемента конструкции.

## Самостоятельная работа №5

В качестве самостоятельного задания – моделирование одного из фундаментов, разобранных в данном курсе. Нужно создать копию расчетной схемы самостоятельной работы железобетонного каркаса, выполненную с помощью архитектурных элементов, добавить фундамент и подобрать армирование.