

## 2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1. Построение расчетных схем

Построения расчетных схем при автоматизированном расчете строительных конструкций включает следующие этапы:

- Формирование исходных данных;
- Создание геометрической схемы рамы;
- Задание жесткостных параметров элементов рамы;
- Задание нагрузок;
- Генерация таблицы РСУ;
- Расчет и анализ результатов расчета плоской рамы.

Согласно предложенной схеме и произведена реализация расчета плоской рамы промышленного здания.

### 2.2. Компьютерная реализация расчета пространственного каркаса гражданского здания

Задание на курсовой проект – спроектировать здание, согласно назначенному варианту (таблица 1).

Таблица 1 – Задание на курсовой проект

Вариант	30
Длина здания в осях	35.2
Шаг продольных осей $l_1$ , м	8.8
Ширина здания в осях	17.4
Шаг поперечных осей $l_2$ , м	5.8
Число этажей (всего)	6
Высота типового этажа	3
Высота последнего этажа (выполняется из стальных конструкций)	8.9
Нормативная временная полная (полезная) нагрузка, Н/м <sup>2</sup>	4400
Временная кратковременная нагр, Н/м <sup>2</sup>	1760
Классы бетона и арматуры:	
а) бетон	В
б) арматура	A500
Район строительства	Москва

### 2.2.1 Построение геометрической схемы

Первоначально необходимо создать геометрическую схему, для чего необходимо следовать пункту 2 [1, стр. 131] (рисунки 1, 2, 3, 4).

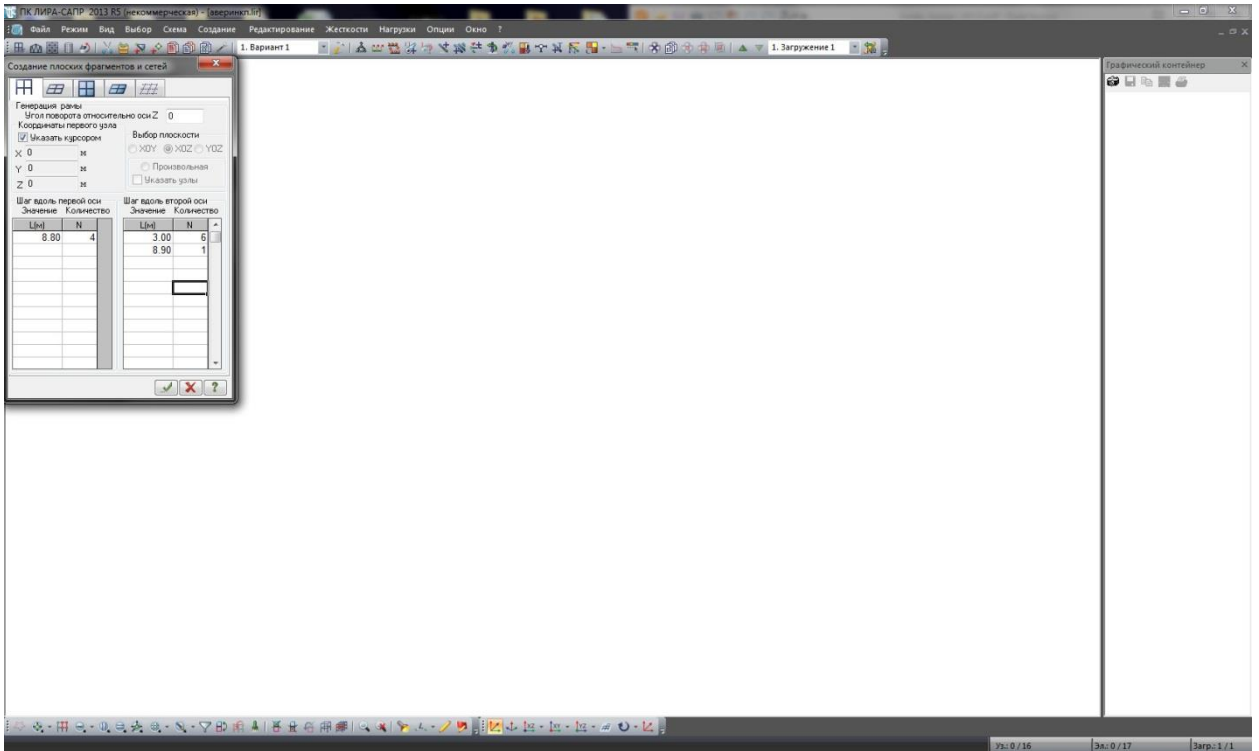


Рисунок 1 – Построение геометрической схемы

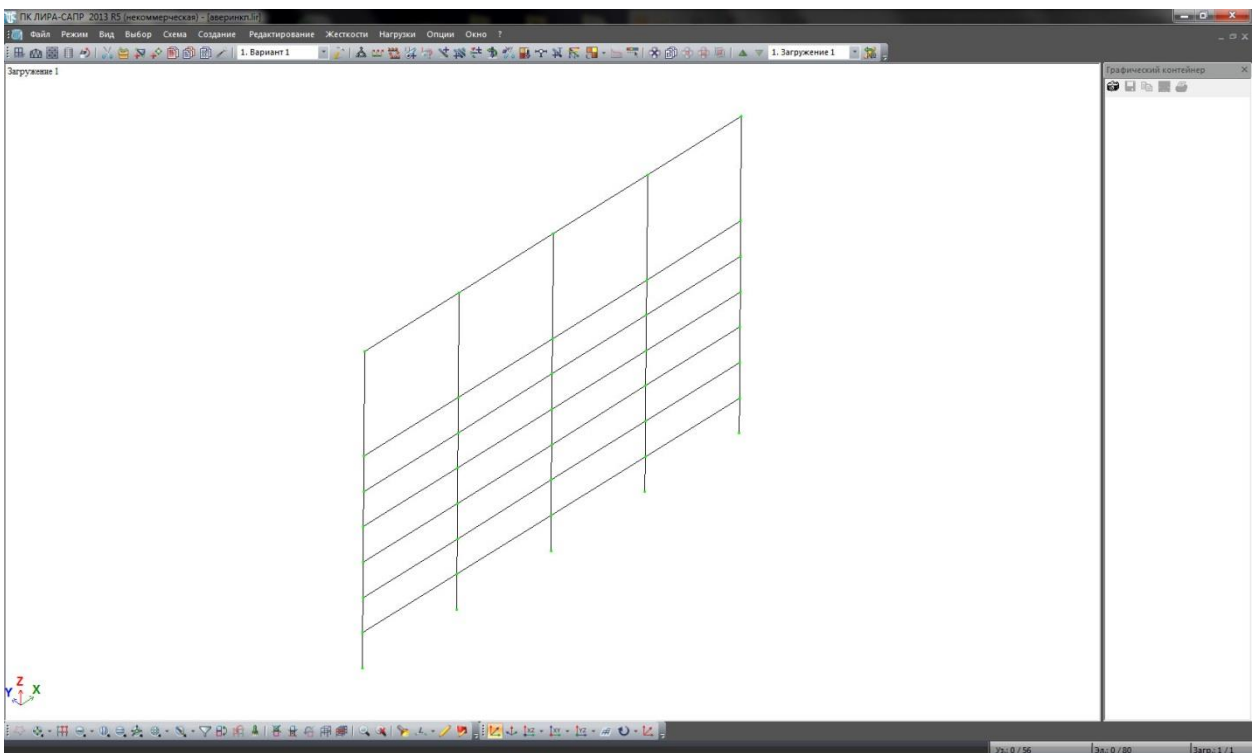


Рисунок 2 – Сгенерированный элемент рамы

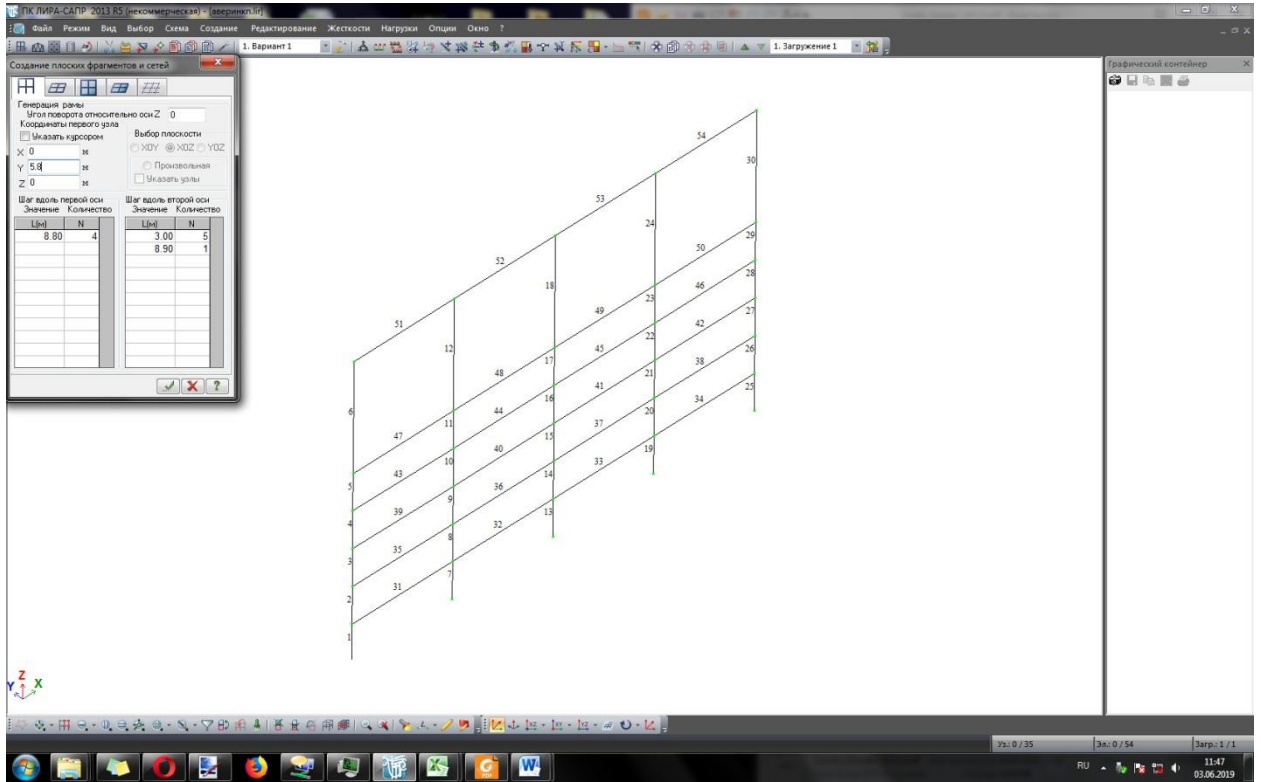


Рисунок 3 – Задание порядковых номеров узлов

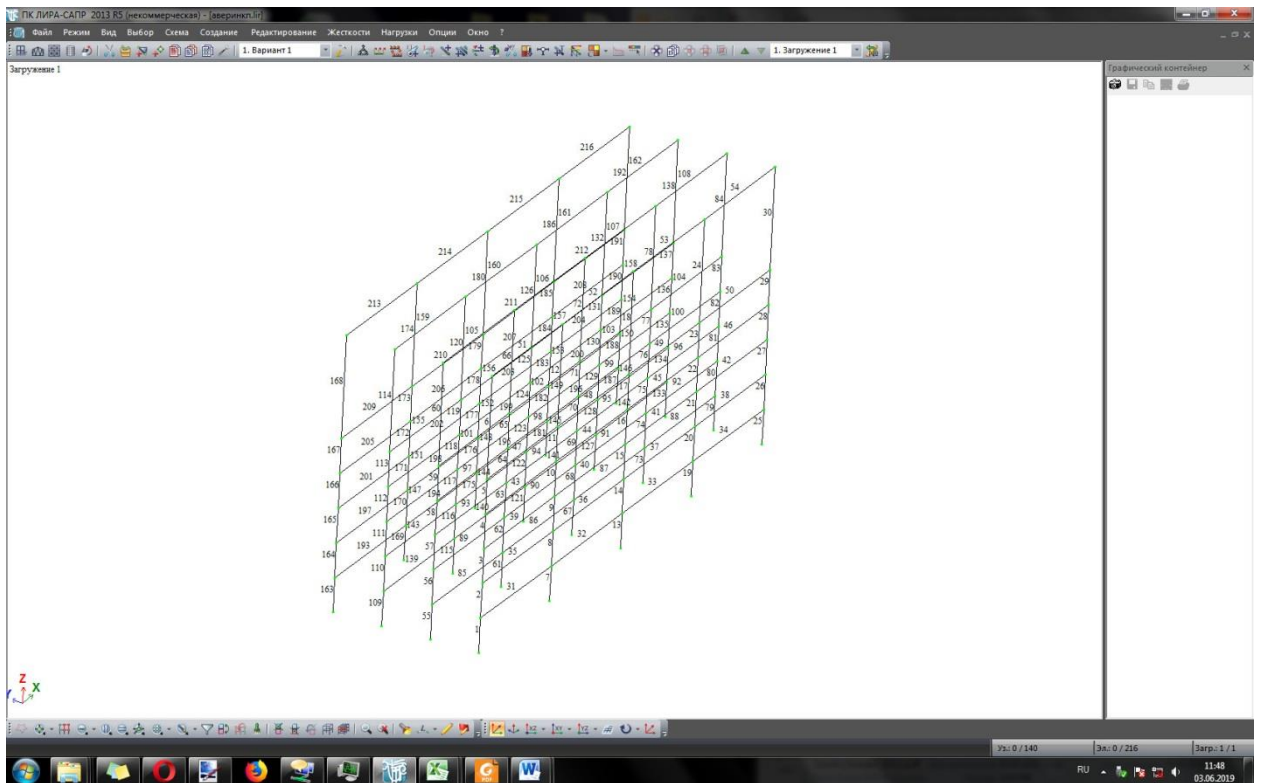


Рисунок 4 – Построенная геометрическая схема

Следующий этап – создание плит перекрытий (рисунки 5, 6).

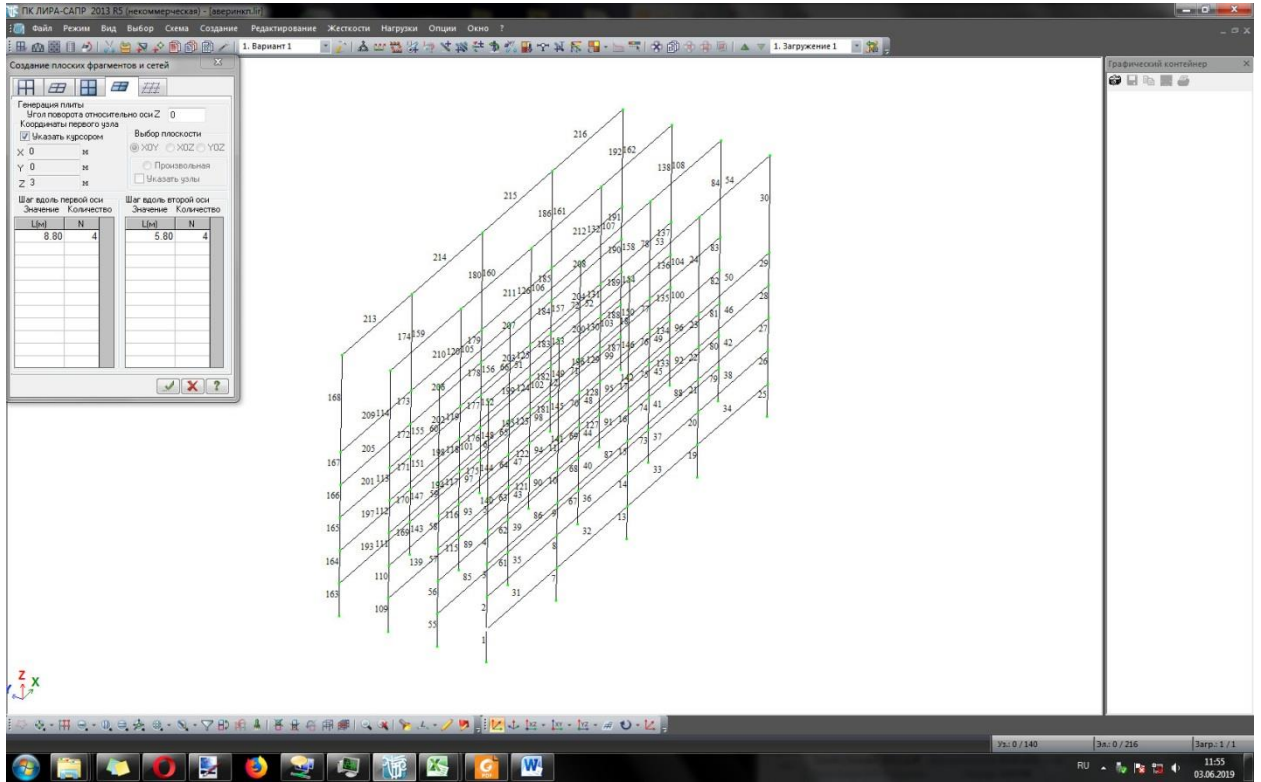


Рисунок 5 – Генерация плиты

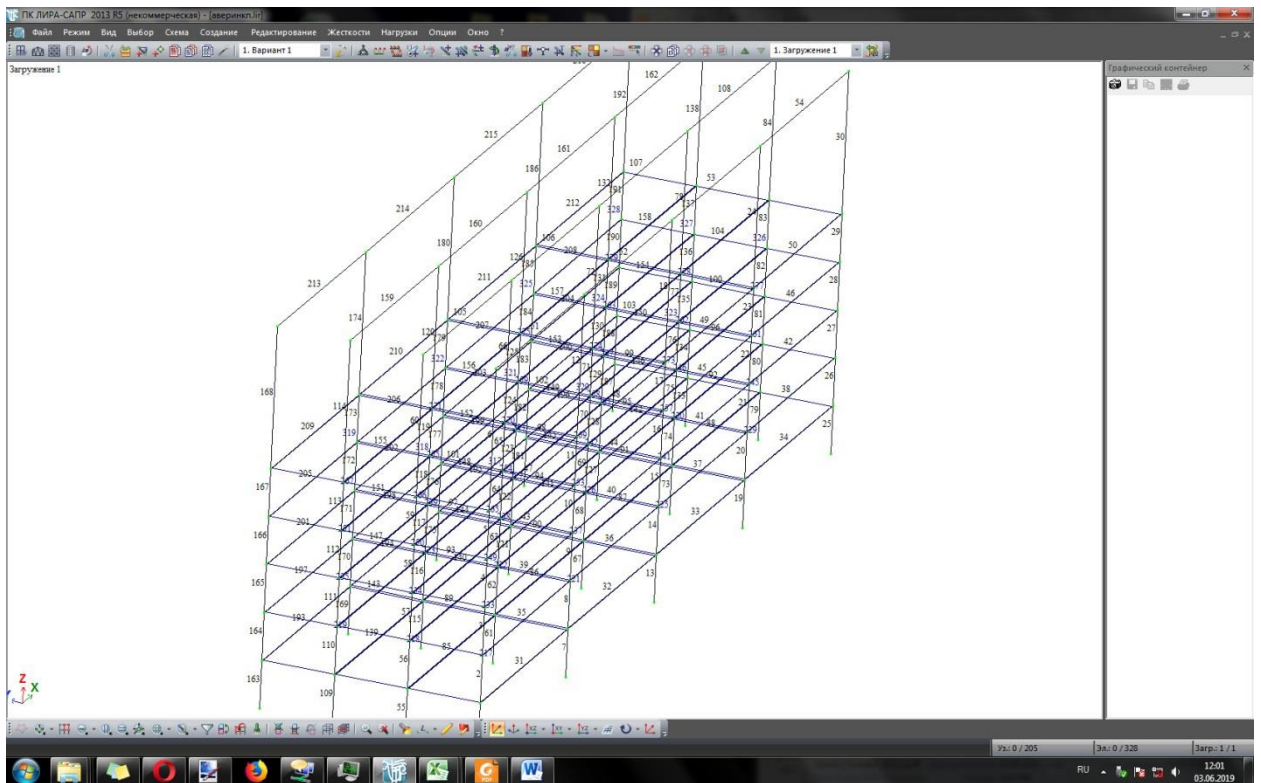


Рисунок 6 – Завершение построения плит перекрытий

Затем, необходимо задать первый вариант конструирования (рисунок 7).  
В данном окне необходимо выбрать действующие СП и выбрать расчет по РСМ.

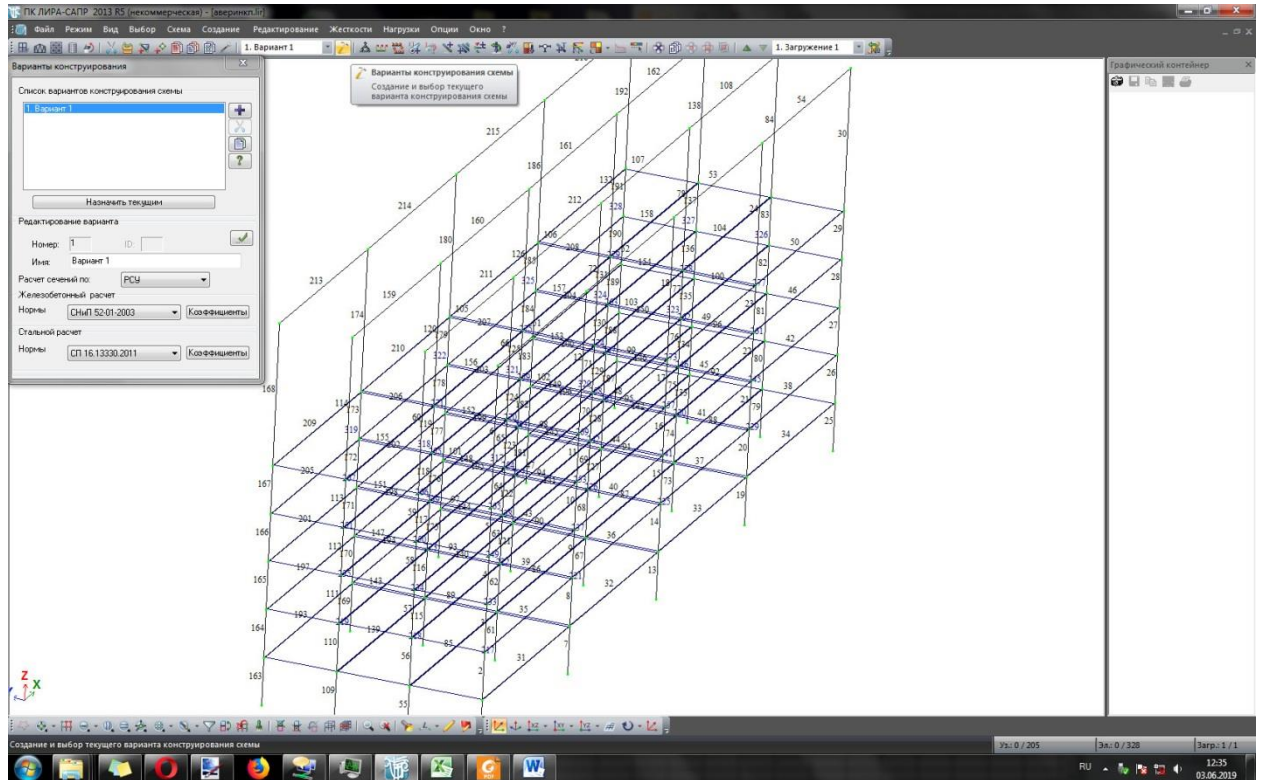


Рисунок 7 – Выбор нормативной документации

### 2.2.2 Задание жесткостных параметров

Далее необходимо задать жесткостные параметры и параметры материалов элементам схемы. Для этого, необходимо в контекстном меню «жесткости» выбрать пункт «жесткости и материалы», затем добавить жесткость и выбрать соответствующий профиль (рисунок 8). После этого необходимо задать жесткость пластин (рисунок 9).

Затем необходимо перейти на вкладку Ж/Б (рисунок 10), выбрать пункт «тип», нажать на кнопку «добавить» и привести данные диалогового окна в соответствие с рисунком 11, подтвердив изменения нажатием на соответствующую кнопку. После этого выбрать радио-кнопку «Бетон», выбрать необходимые значения, указанные в задании на курсовой проект, и подтвердить изменения (рисунок 12). Аналогично необходимо поступить, выбрав пункт «Арматура».

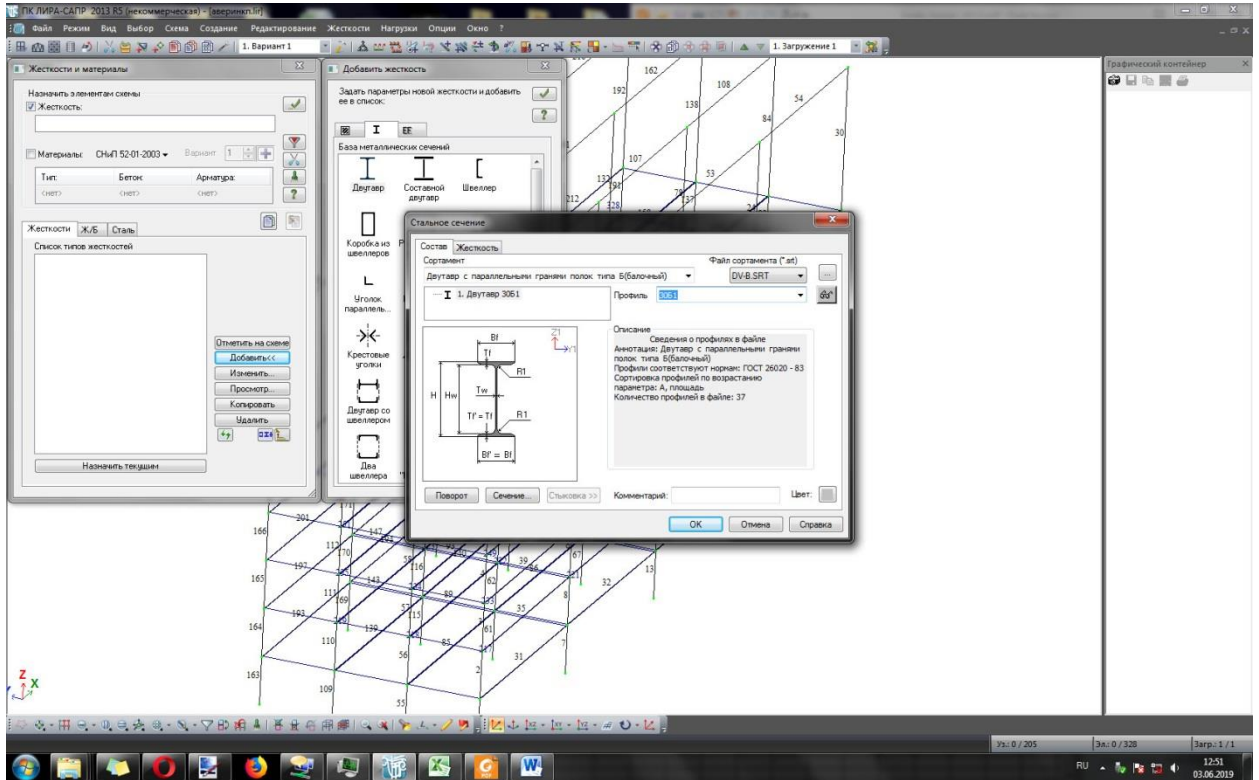


Рисунок 8 – Добавление жесткости

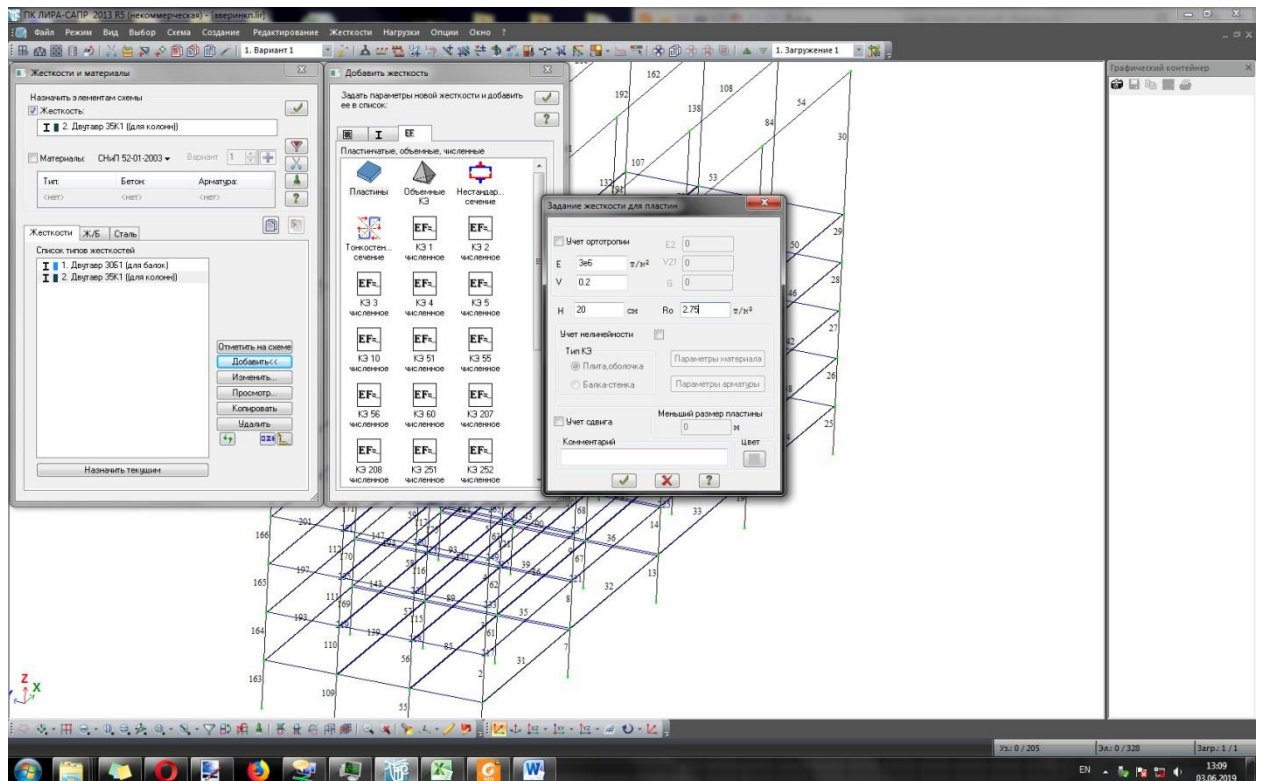


Рисунок 9 – Добавление пластины

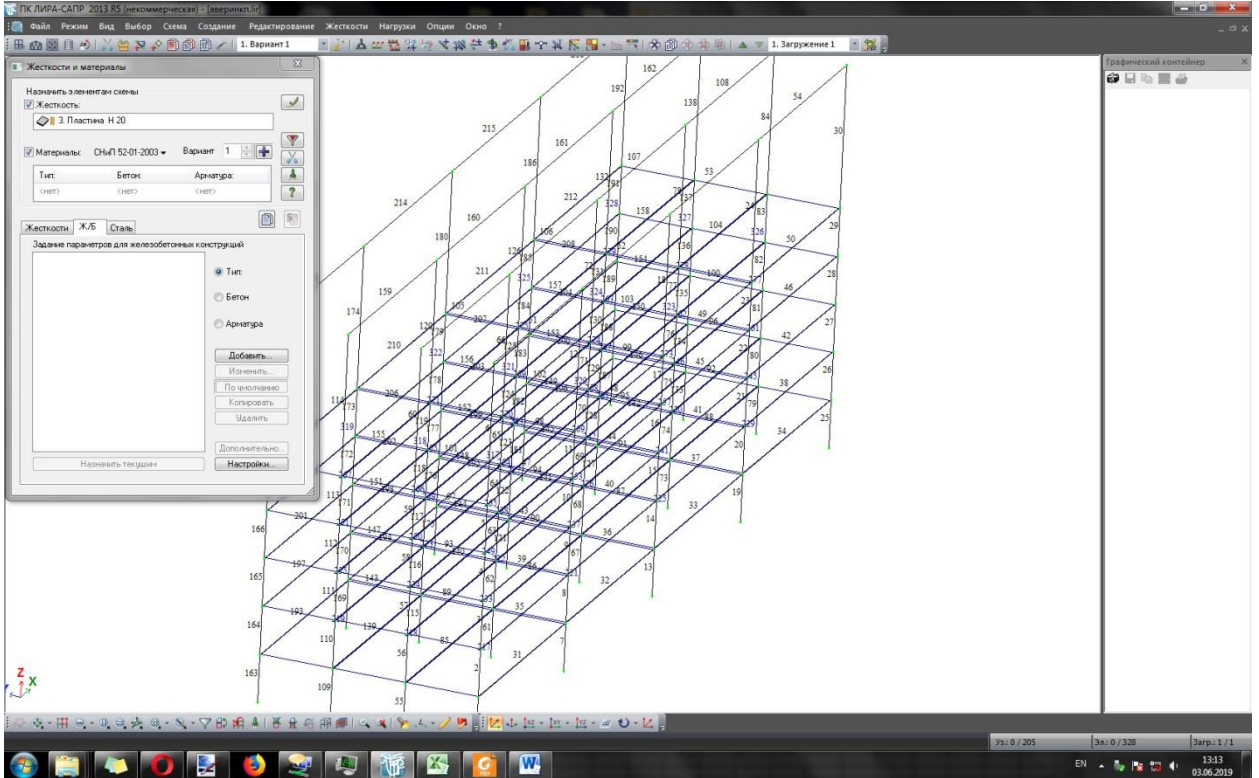


Рисунок 10 – Задание модели армирования

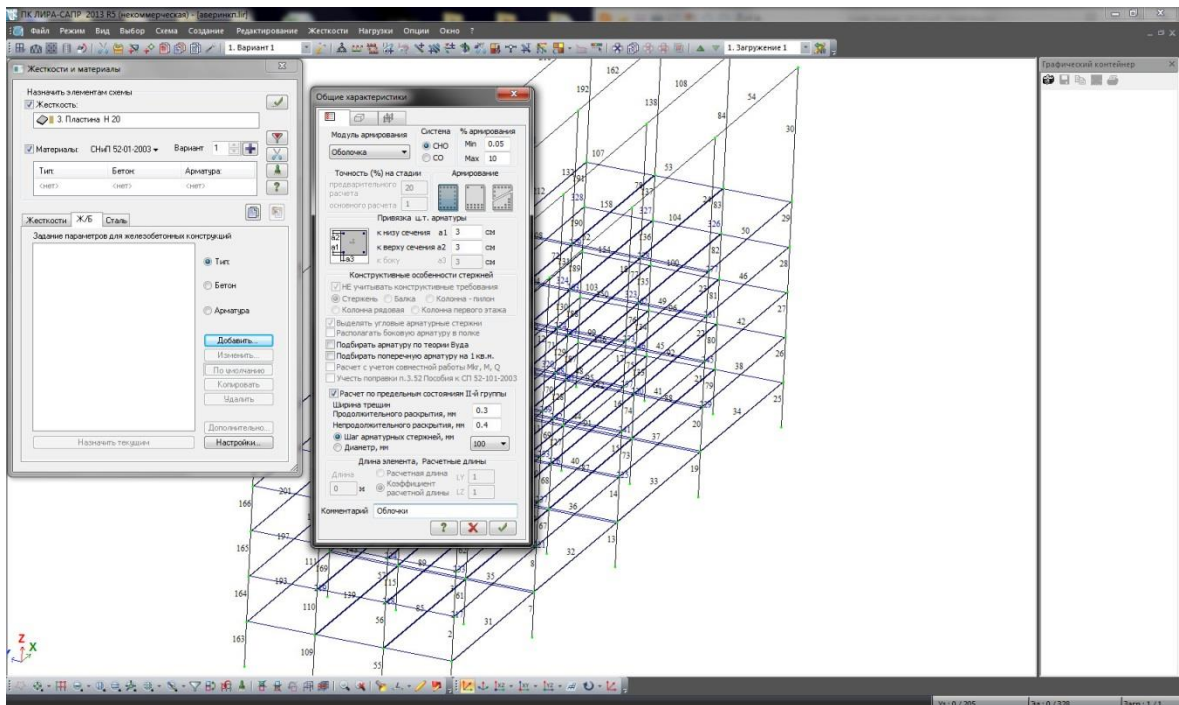


Рисунок 11 – Задание модели армирования

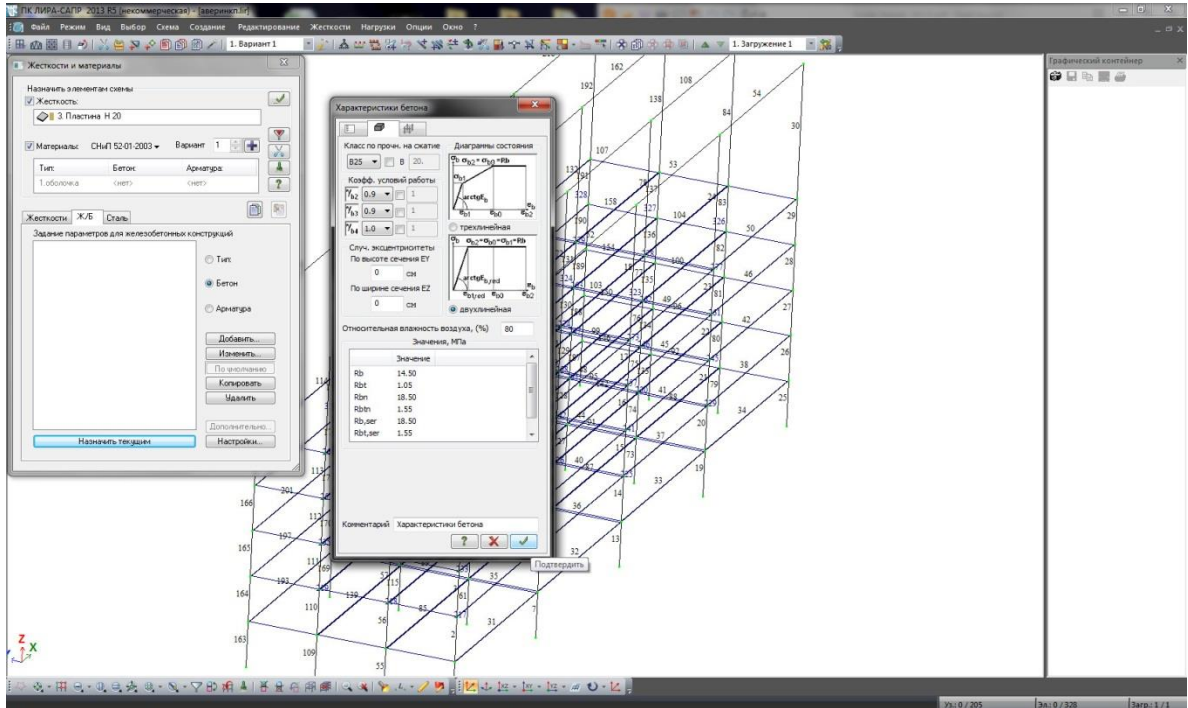


Рисунок 12 – Определение характеристик бетона

Следующий этап – назначение материала стальной конструкции. Для этого необходимо вернуться в подменю «Жесткости» и назначить текущим первый элемент (рисунок 13). Затем необходимо перейти в подменю «Сталь», где выбрать радио-кнопку «Материал» и нажать «добавить». В открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать сталь (например, 09Г2) (рисунок 14). Далее следует выбрать пункт «Дополнительные характеристики», «добавить» и внести изменения согласно рисунку 15. Аналогично необходимо повторить для КОЛОНН.



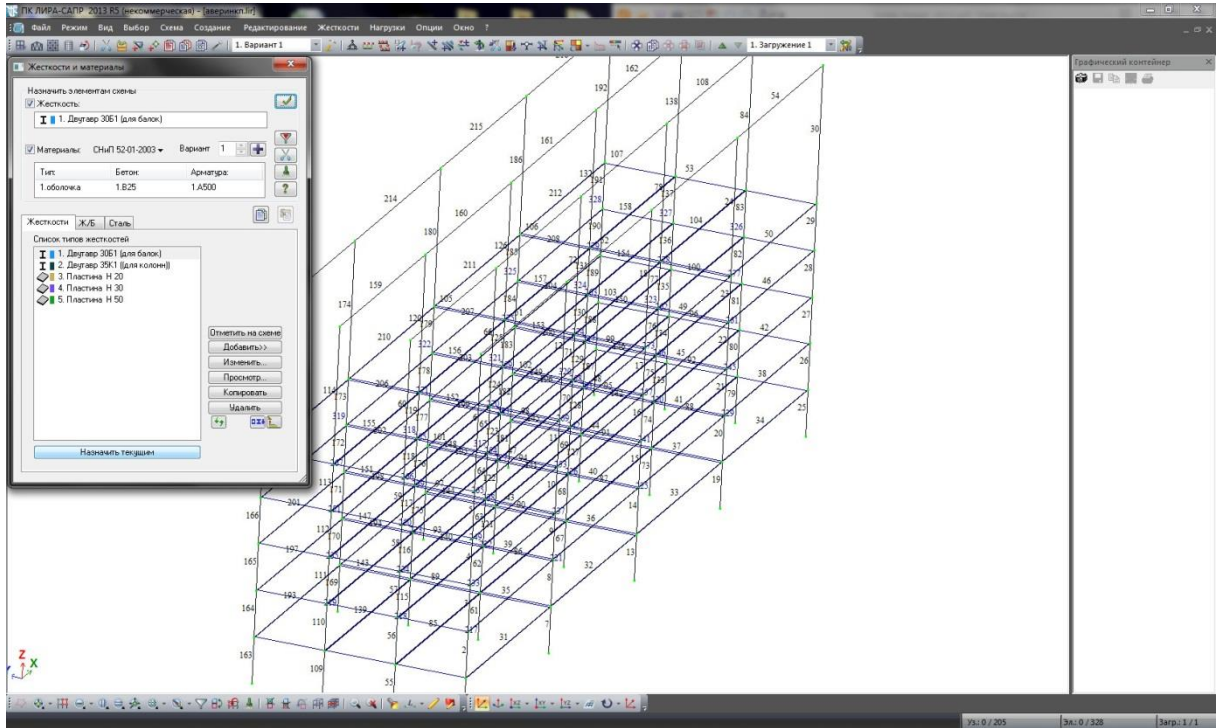


Рисунок 13 – Подменю «Жесткости»

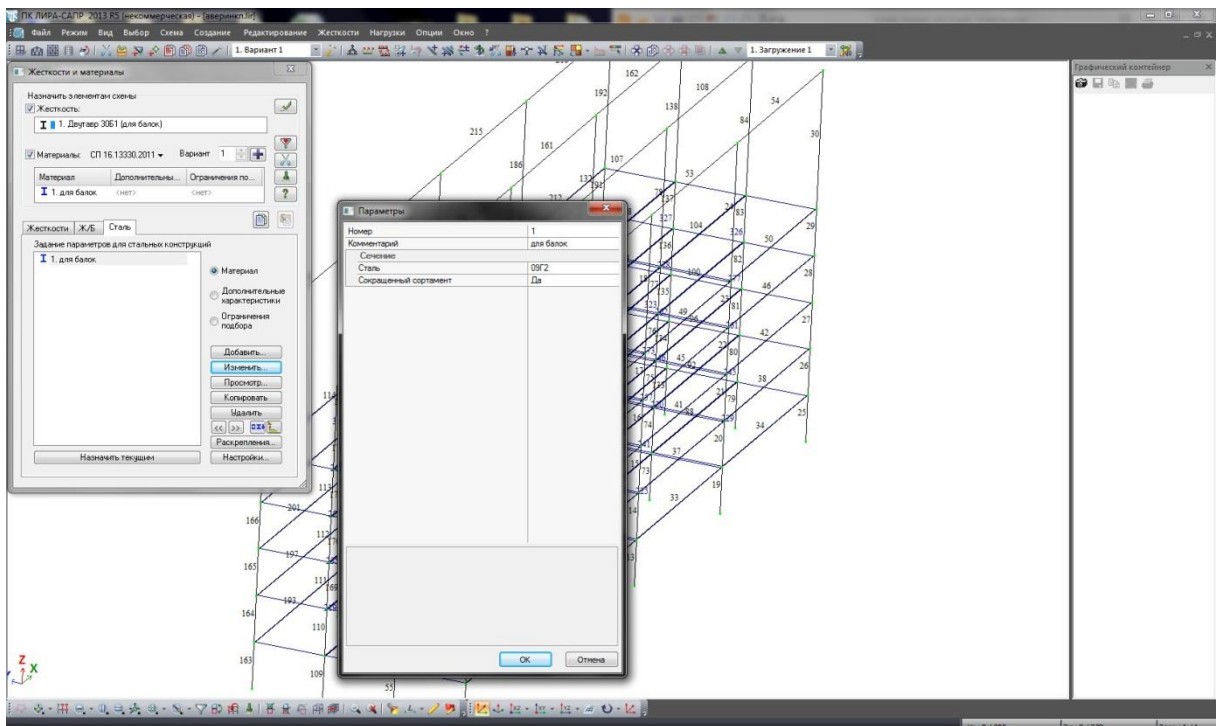


Рисунок 14 – Выбор арматурной стали

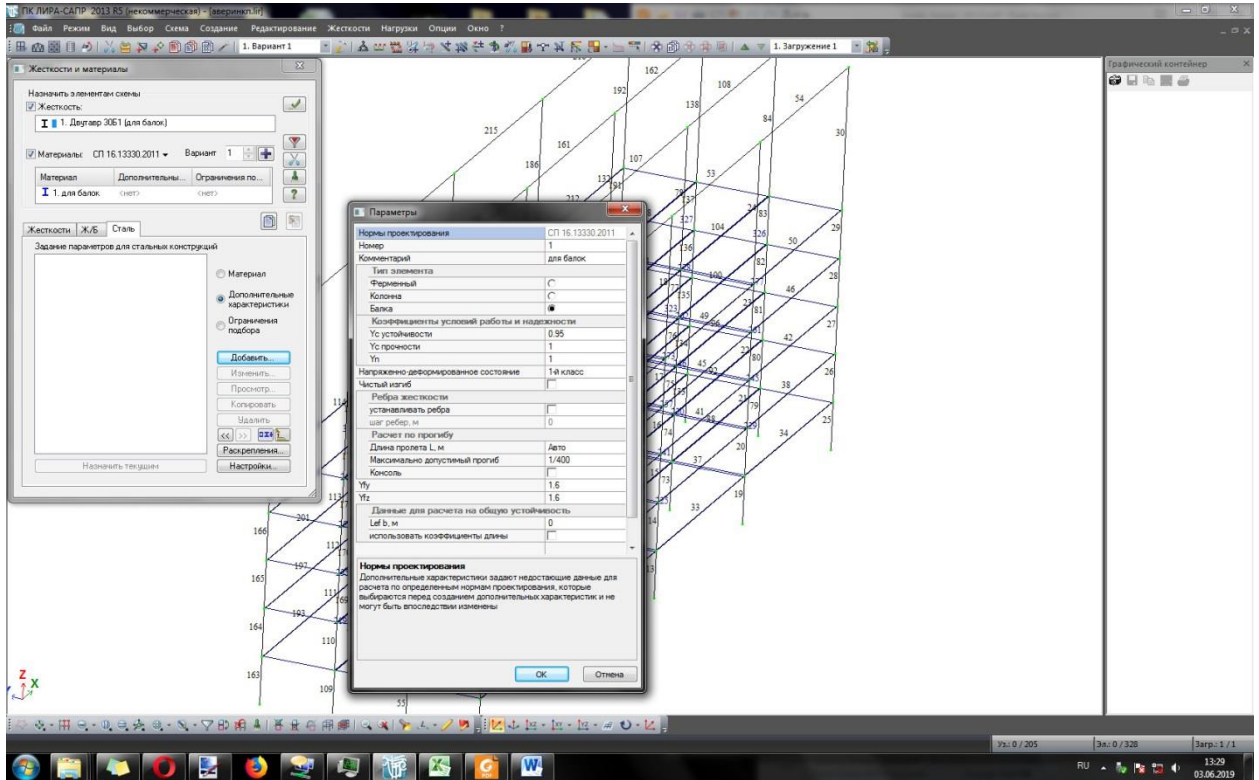


Рисунок 15 – Редактирование дополнительных характеристик

Затем необходимо выбрать текущим пункт 1 («для балок»), после чего в нижнем меню выбрать пункт «Отметка горизонтальных стержней». Далее необходимо выделить все горизонтальные стержни рамкой (рисунок 16) и подтвердить операцию. Аналогично выполнить для колонн.

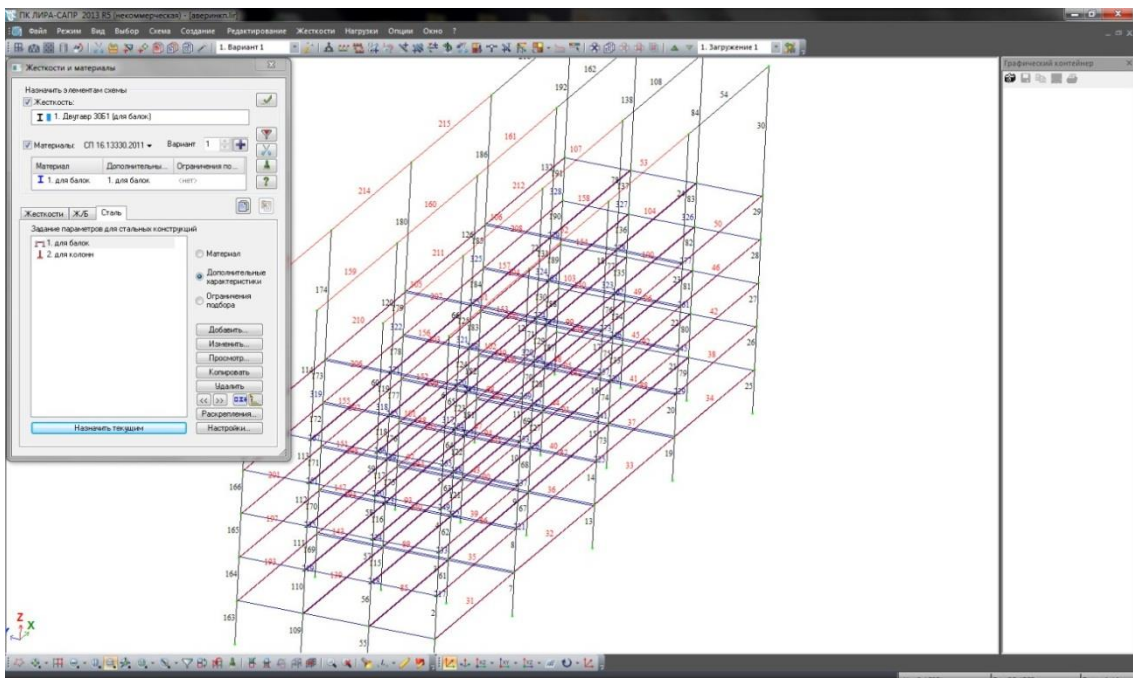


Рисунок 16 – Назначение жесткости элементам схемы

Далее необходимо выбрать «Пластина Н20», в нижнем меню выбрать пункт «Отметка блока», после чего выделить блоки согласно рисунку 17 и применить изменения.

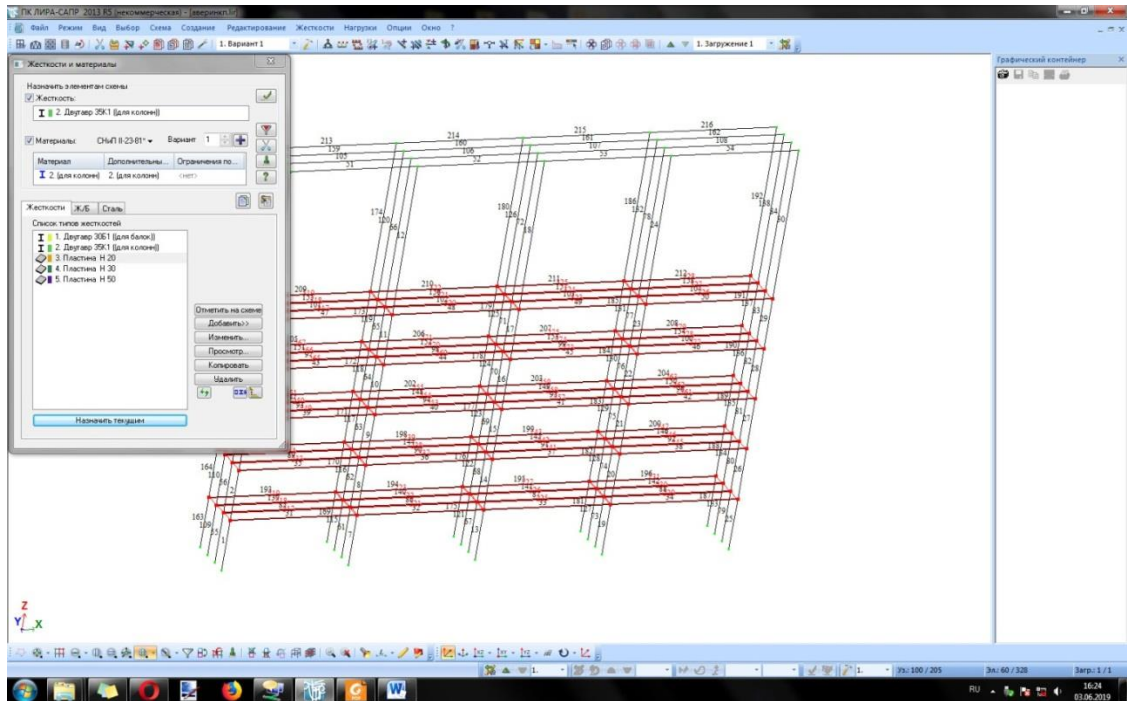


Рисунок 17 – Назначение жесткости элементам схемы

### 2.2.3 Создание фермы. Триангуляция

Далее необходимо создать ферму (подменю «Генерация ферм»), в котором выбрать необходимый профиль сечения фермы, задать длину фермы равную ширине здания. Для корректного построения необходимо указать угол поворота фермы относительно оси Z. В данном случае  $270^\circ$  (рисунок 18). После чего достроить фермы аналогично рисунку 19.

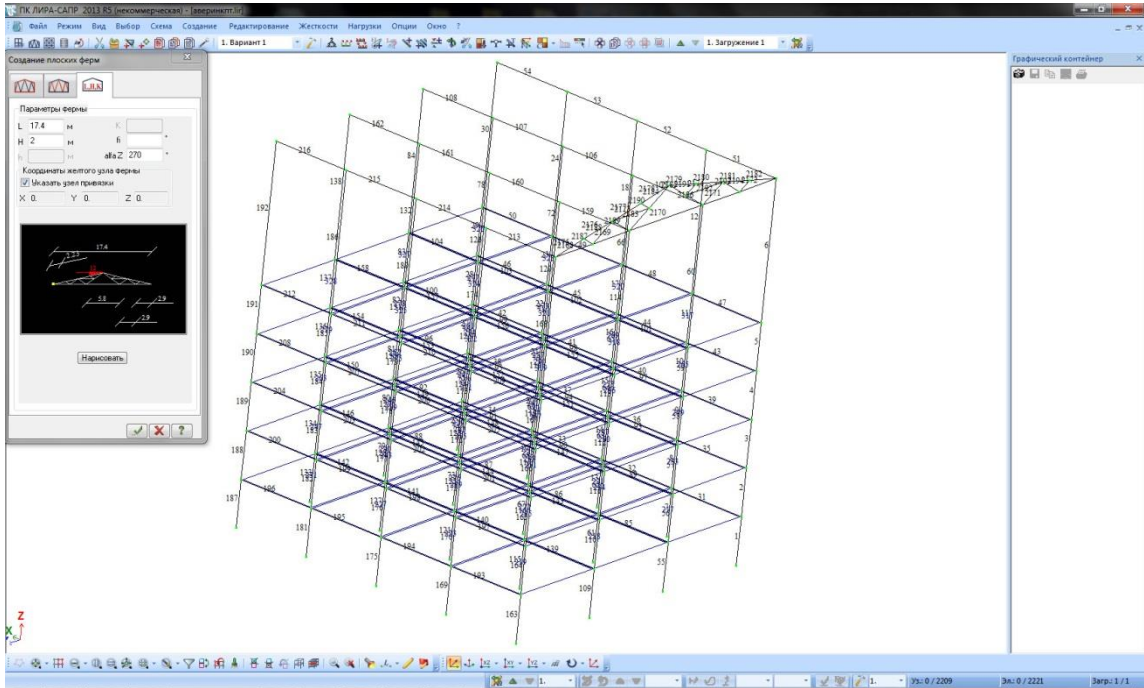


Рисунок 18 – Задание модели фермы

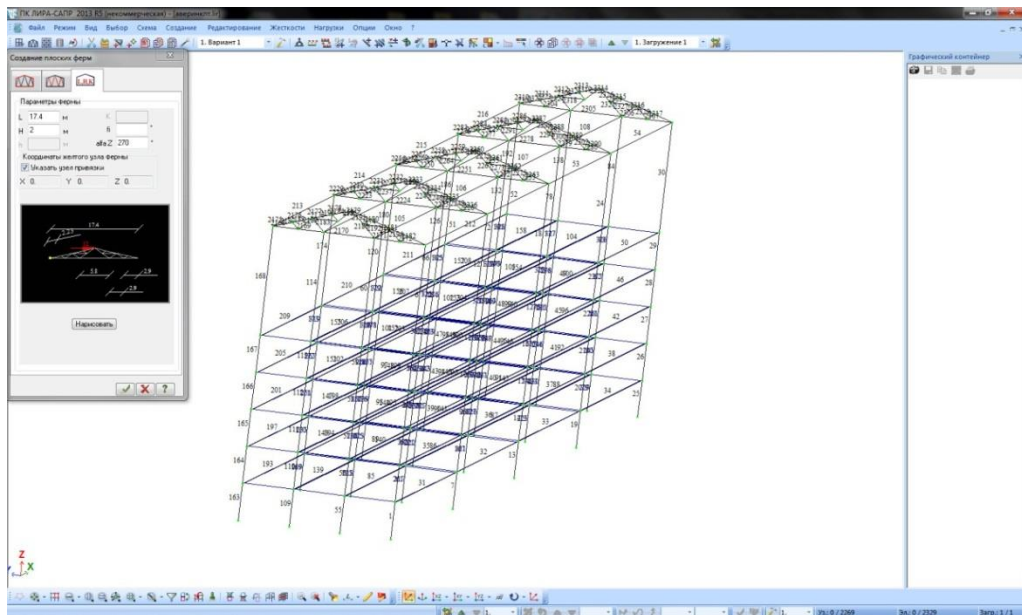


Рисунок 19 – Завершение построения ферм

Далее необходимо провести триангуляцию контуров, для чего выбрать соответствующую опцию и выделить контуры согласно рисунку 20. Далее достроить контуры триангуляции аналогично рисунку 21. Для удобства, можно отключить отображение номера узлов (ctrl+shift+f, первый пункт).

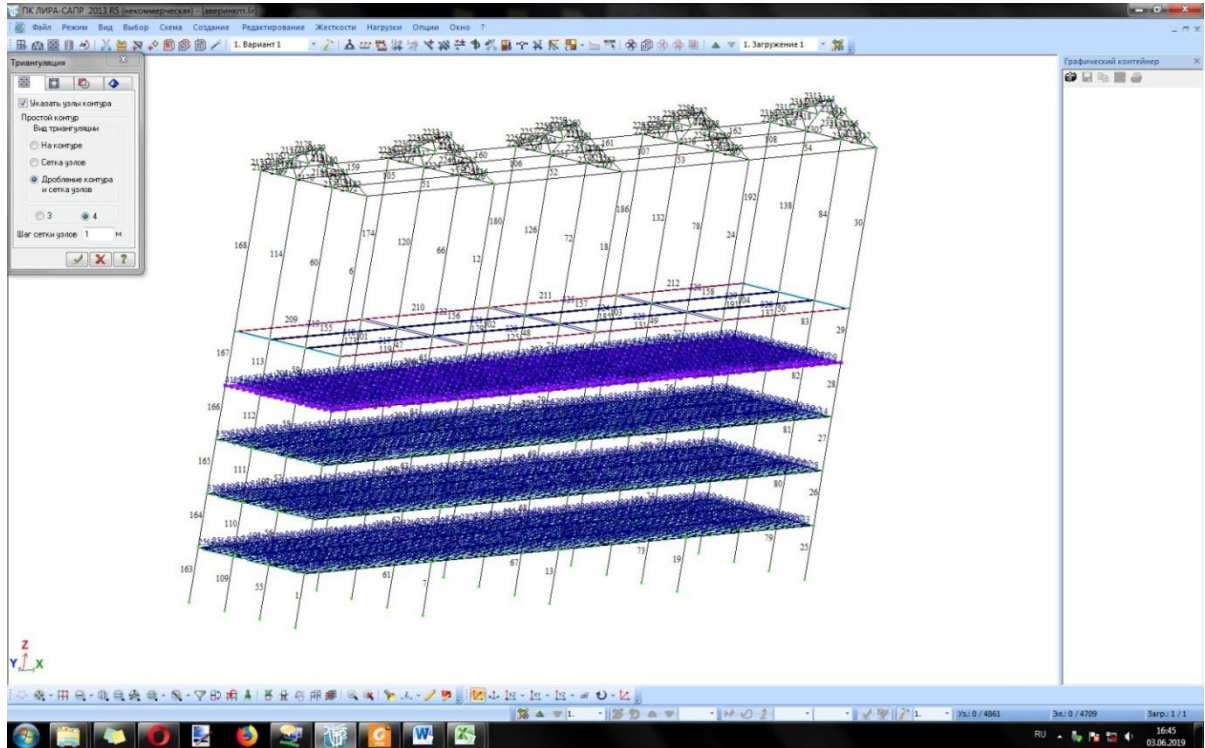


Рисунок 20 – Триангуляция контуров перекрытий

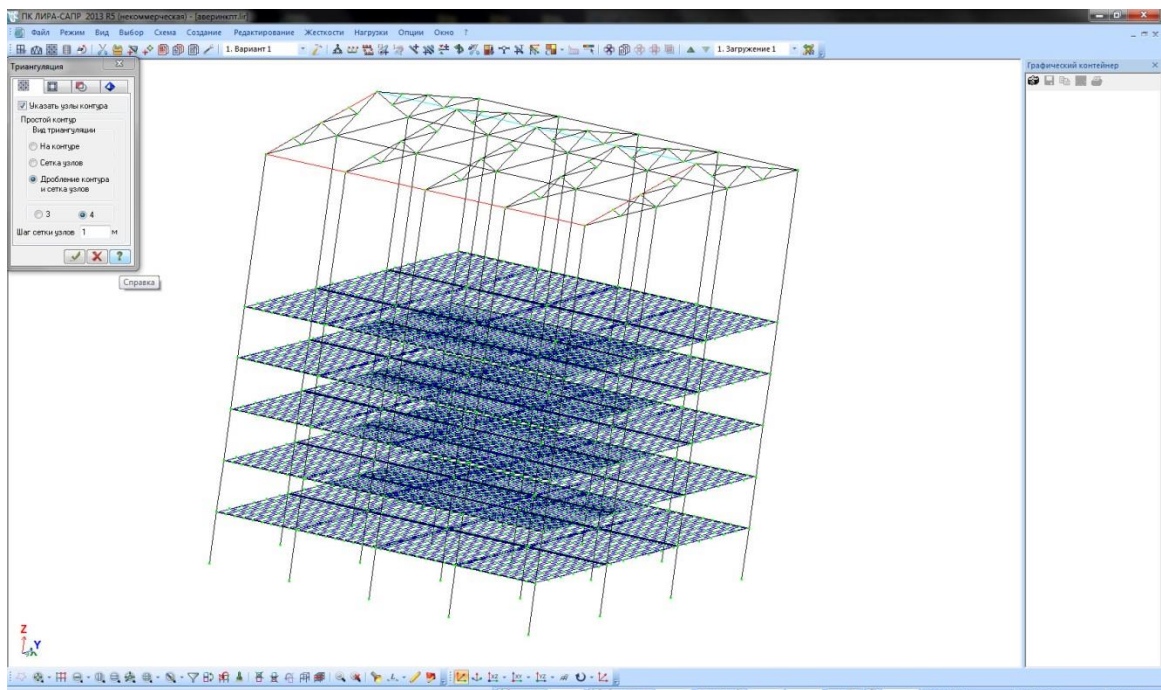


Рисунок 21 – Завершение триангуляции перекрытий

Аналогично необходимо провести триангуляцию контура для стен и крыши (рисунок 22).

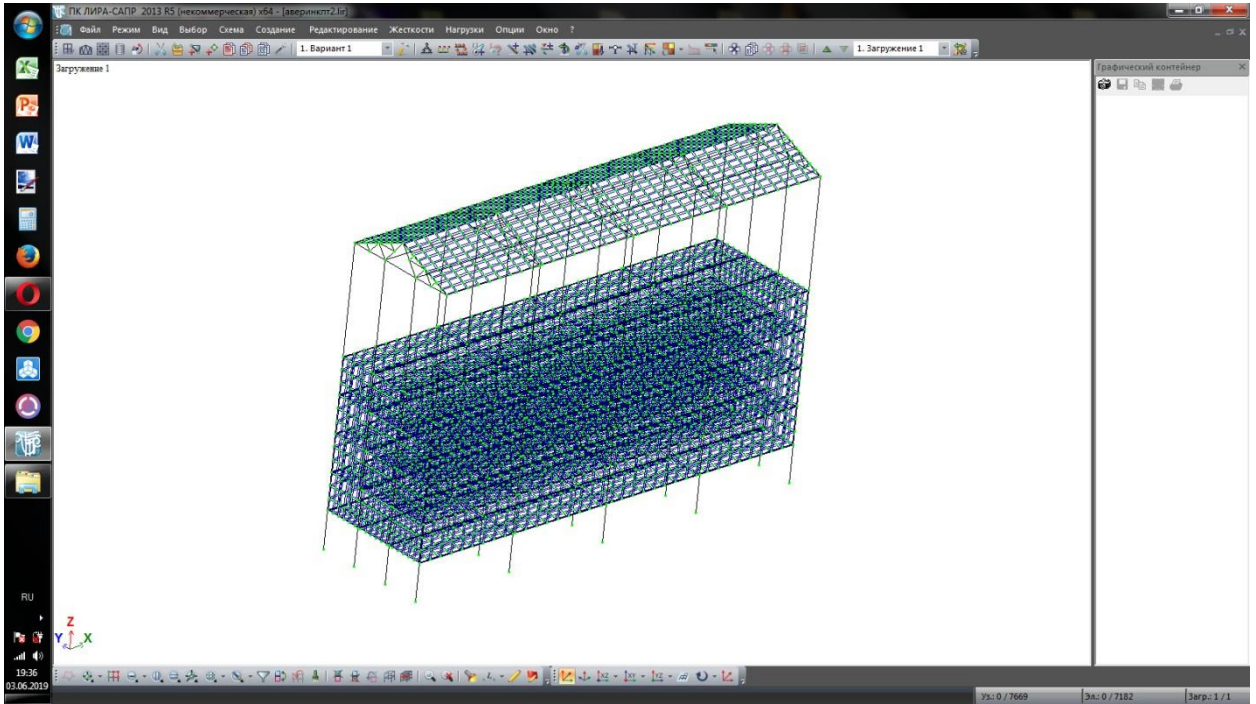


Рисунок 22 – Результат триангуляции

#### 2.2.4 Задание нагрузок

Первоначально необходимо добавить собственный вес. Для этого нужно зайти в меню «Нагрузки» и выбрать пункт «Добавить собственный вес» (рисунок 22).

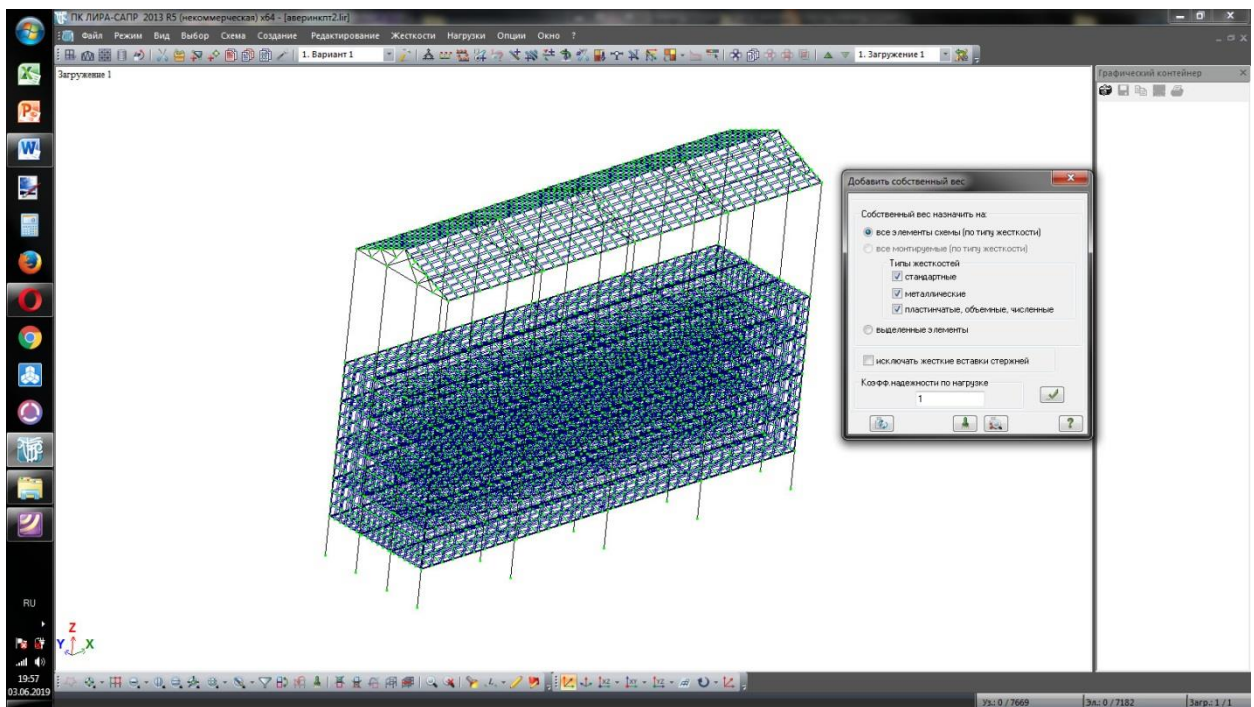


Рисунок 22 – Добавление собственного веса

Далее, нажатием выделенной кнопки (рисунок 23) необходимо добавить следующее нагружение. Затем следует выбрать плиты перекрытий (в данном случае 1 и 2 этажа) при помощи отметки блока (рисунок 24), после чего в меню «Нагрузки» выбрать команду «Задание нагрузок на элементы», в котором перейти на вкладку «Нагрузки на пластины» (рисунок 25), где выбрать равномерное распределение нагрузки и внести данные согласно рисунку 26. Далее добавим нагрузку-штамп аналогично рисунку 27.

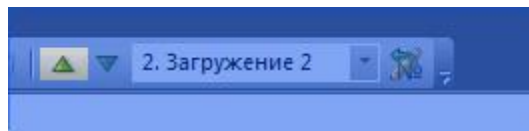


Рисунок 23 – Добавление нагружения

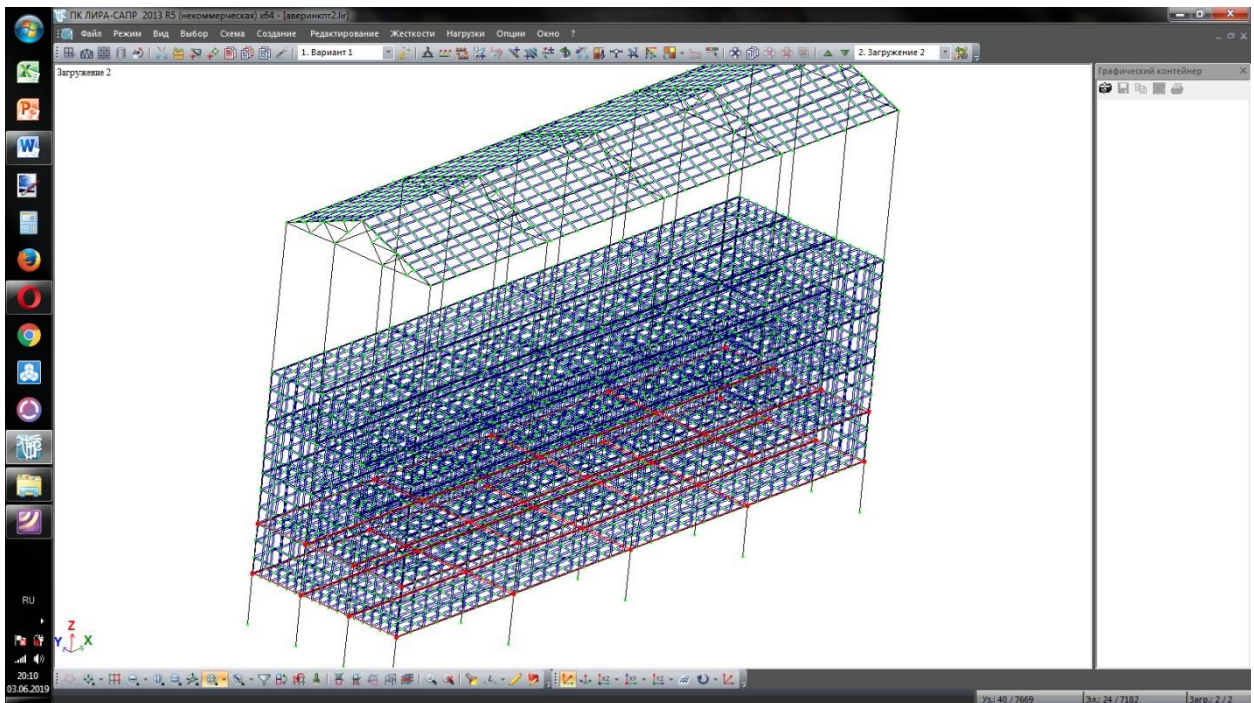


Рисунок 24 – Выбор плит перекрытий

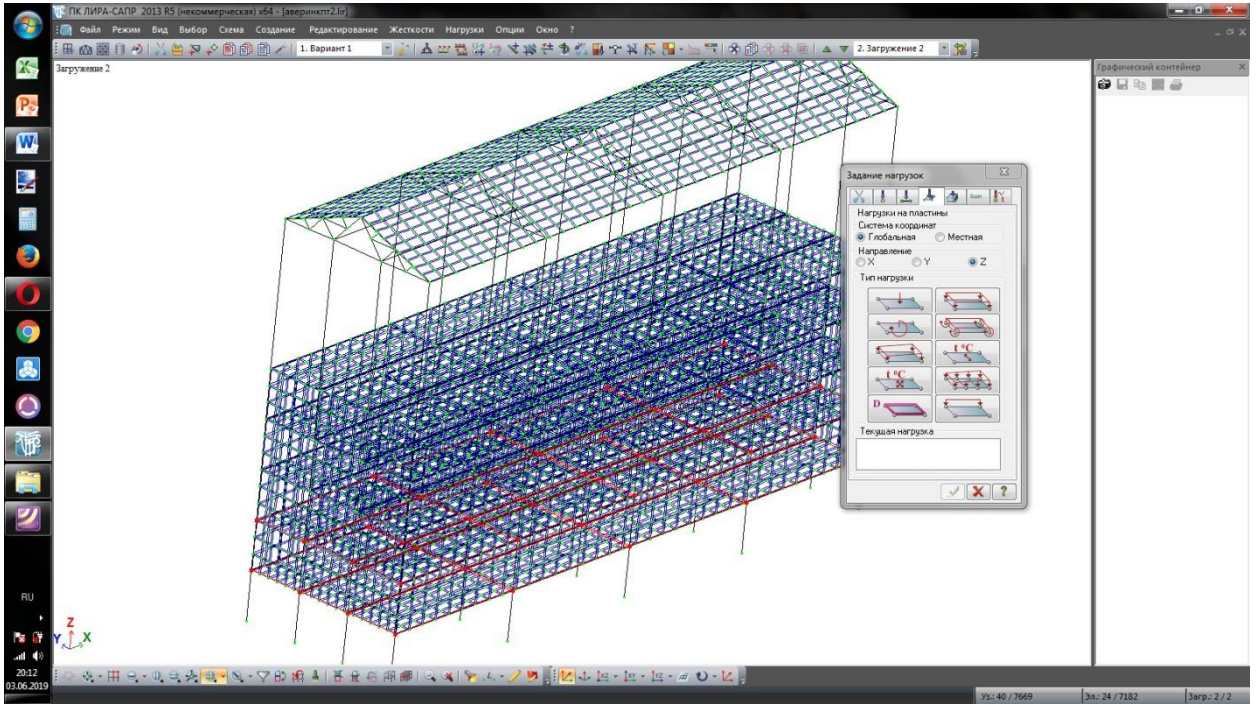


Рисунок 25 – Задание нагрузки

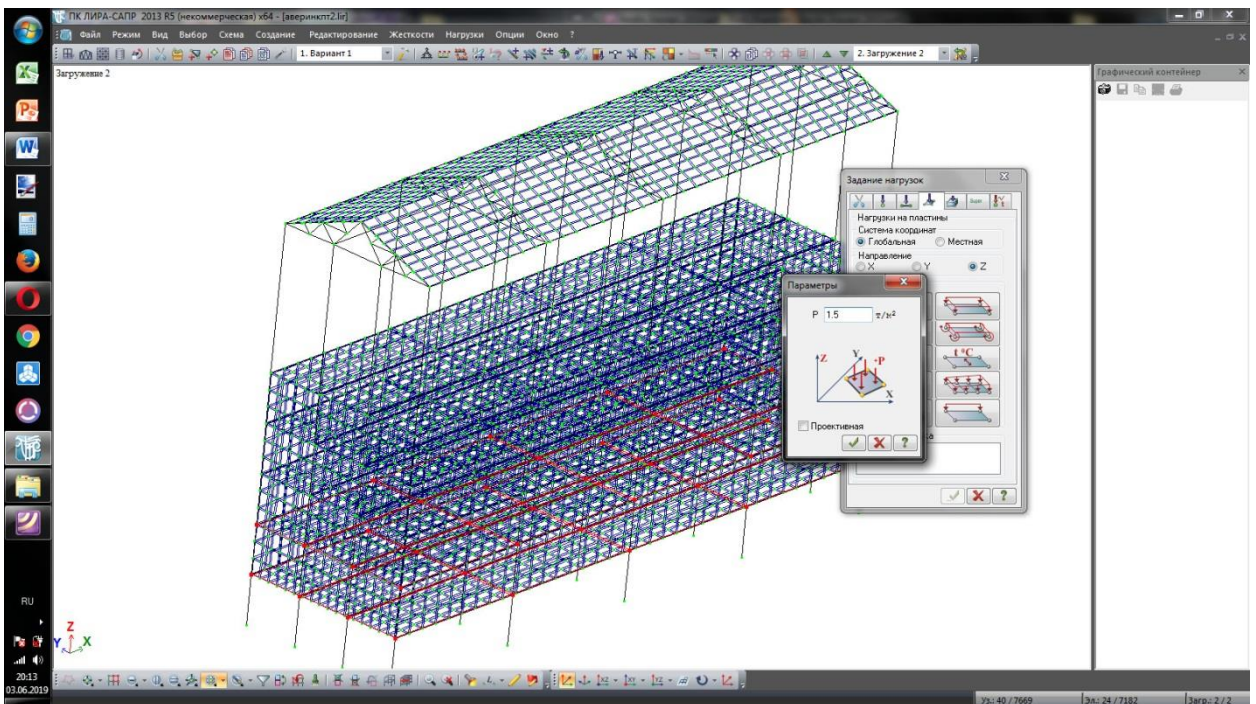


Рисунок 26 – Задание нагрузки



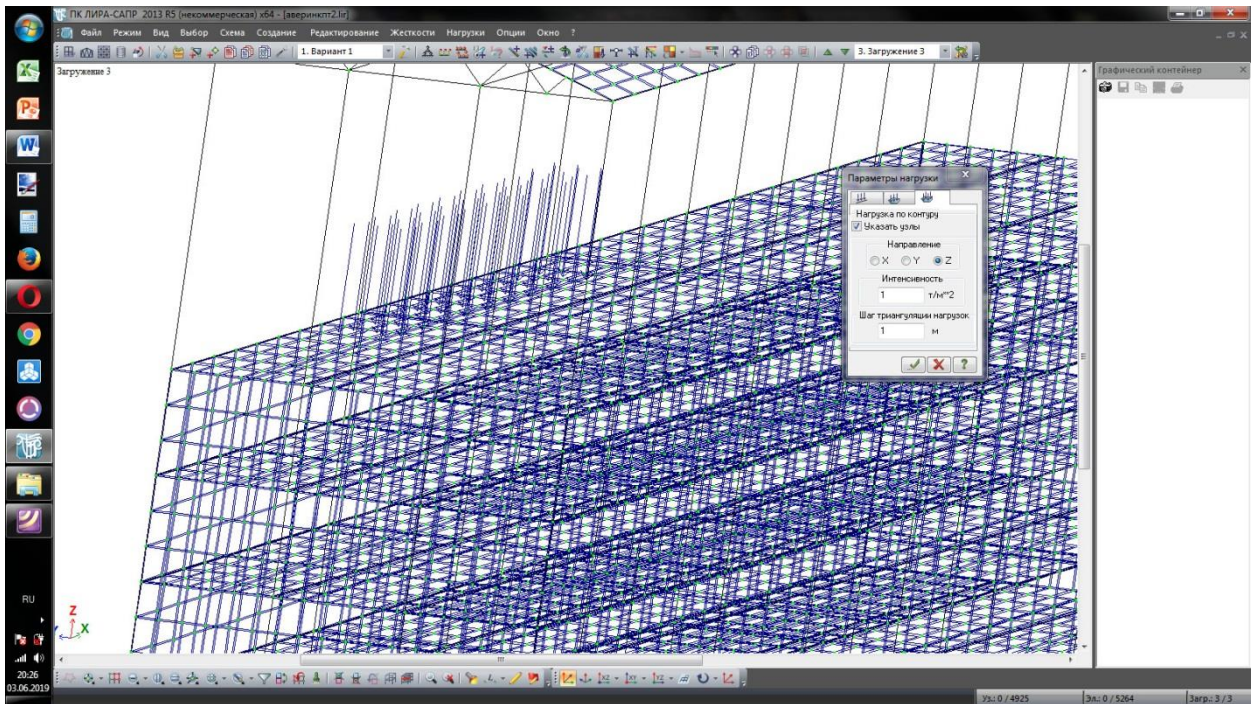


Рисунок 27 – Добавление нагрузки-штампа

### 2.2.5 Расчет схемы

Для получения результатов необходимо выбрать меню «Режим», команда «Полный расчет». Начнется расчет схемы (рисунок 28). Во время расчета откроется диалоговое окно, в котором необходимо нажать «Подтвердить».

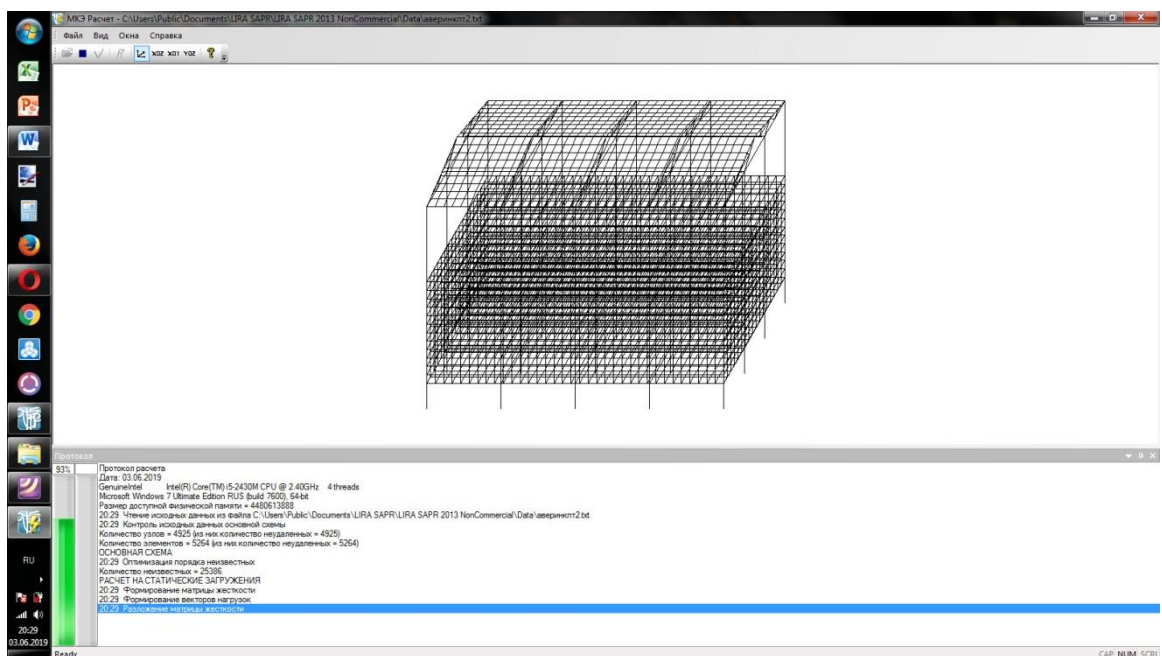


Рисунок 28 – Процесс расчета схемы

Пример результатов расчета представлен на рисунках 29, 30, 31.

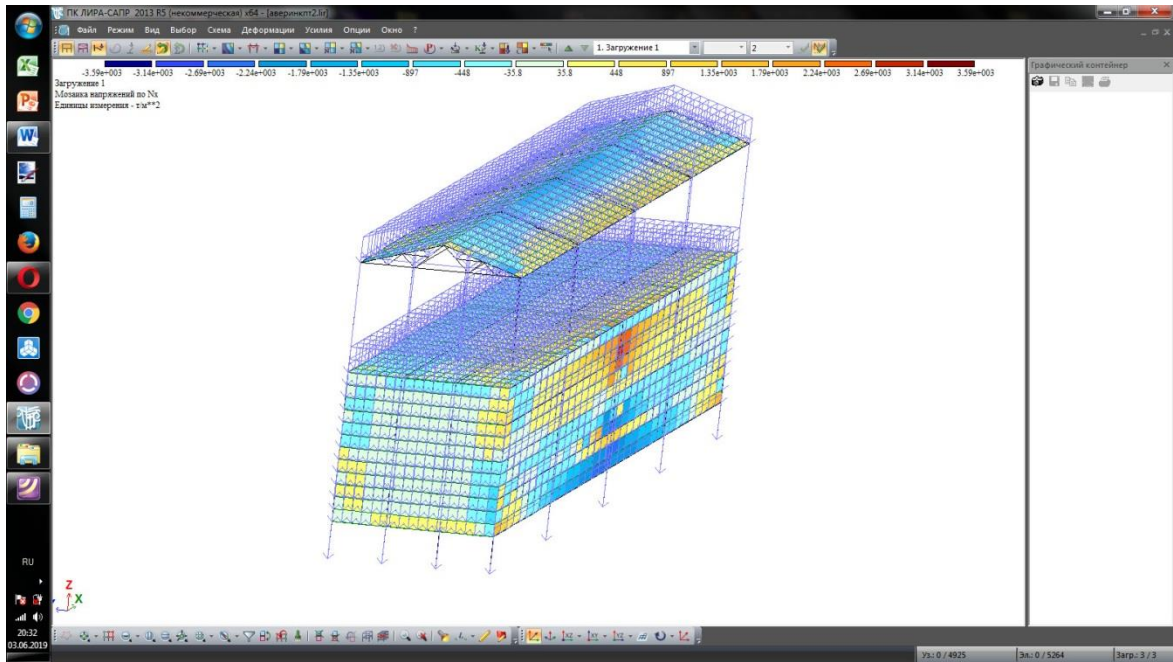


Рисунок 29 – Результаты расчета

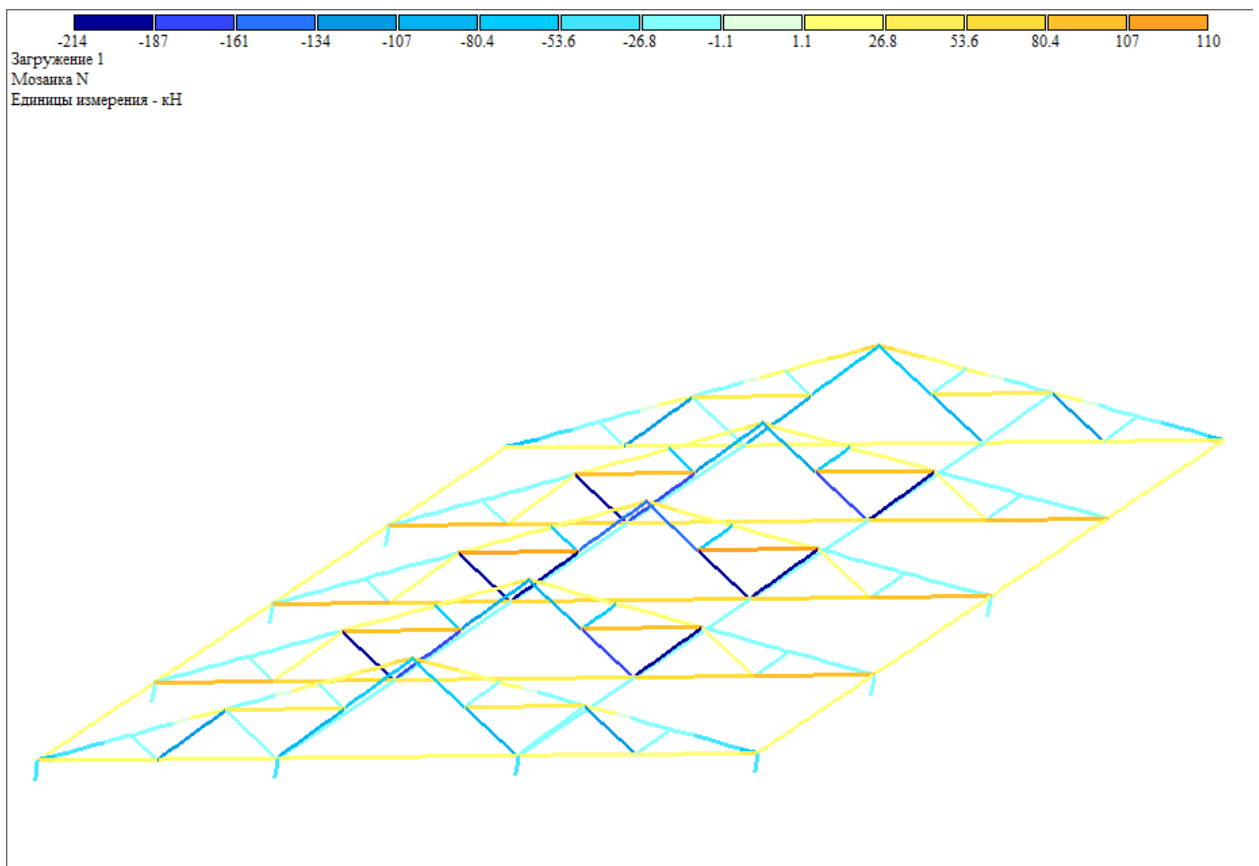


Рисунок 30 – Мозаика продольных сил фермы





## **Заключение**

В ходе выполнения данного курсового проекта была построена расчетная схема пятиэтажного здания, включающая в себя раму, плиты перекрытий и ферму. Были созданы нагрузки от собственного веса, распределенная нагрузка и нагрузка-штамп. Иные нагрузки в некоммерческой версии не поддерживаются.

После задания всех необходимых условий был проведен расчет модели здания, его форм напряжений и деформаций.

## **Список использованных источников**

1. Городецкий, Д. А., Барабаш, М. С., Водопьянов, Р. Ю., Титок, В. П., Артамонова, А. Е. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013 Учебное пособие // Городецкий, Д. А., Барабаш, М. С., Водопьянов, Р. Ю., Титок, В. П., Артамонова, А. Е. Под редакцией академика РААСН Городецкого А. С. –К. –М.: Электронное издание, 2013 г., - 376 с.
2. СНиП 52-01-2003.
3. СП 16.13330.2011.
4. ГОСТ 26020-83.