

## Знакомство с МКЭ подсистемой СтадиКон (СДК)

### Стационарная задача теплопроводности



## **Содержание**

Содержание .....	2
1.    Описание задачи .....	3
2.    Позиционный 3D POS-проект .....	4
2.1.    Геометрия .....	4
2.2.    Установка материалов для теплового воздействия.....	12
2.3.    Установка граничных условий .....	15
2.4.    Установка нагрузок.....	17
2.5.    Расчет .....	18
2.6.    Расчет без изоляционного слоя .....	21

## 1. Описание задачи

Рассмотрим стационарную задачу теплопроводности на примере сборного перекрытия. Один элемент такого перекрытия шириной 1200 мм состоит из нескольких слоев: изоляции из пенополистирола, бетонного перекрытия и цементно-песчаной стяжки.

Цель этого примера - определить температурное поле сечения сборного перекрытия при разнице температур на внешних поверхностях в 10 °C.

Из-за симметрии конструкции будем моделировать только половину всего элемента перекрытия.

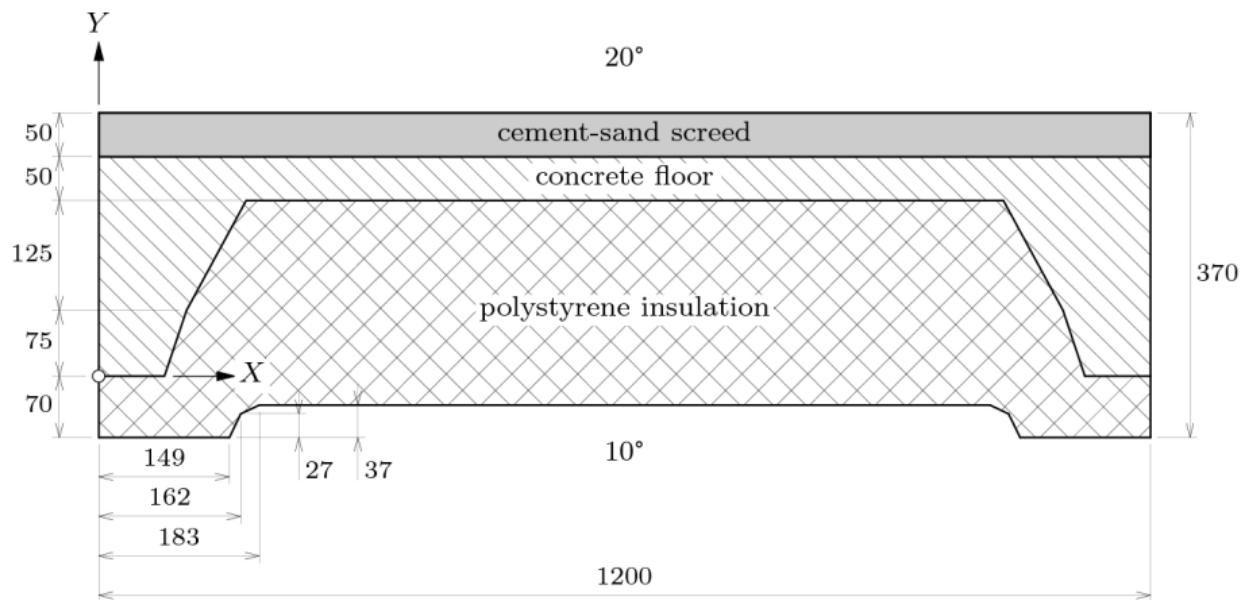


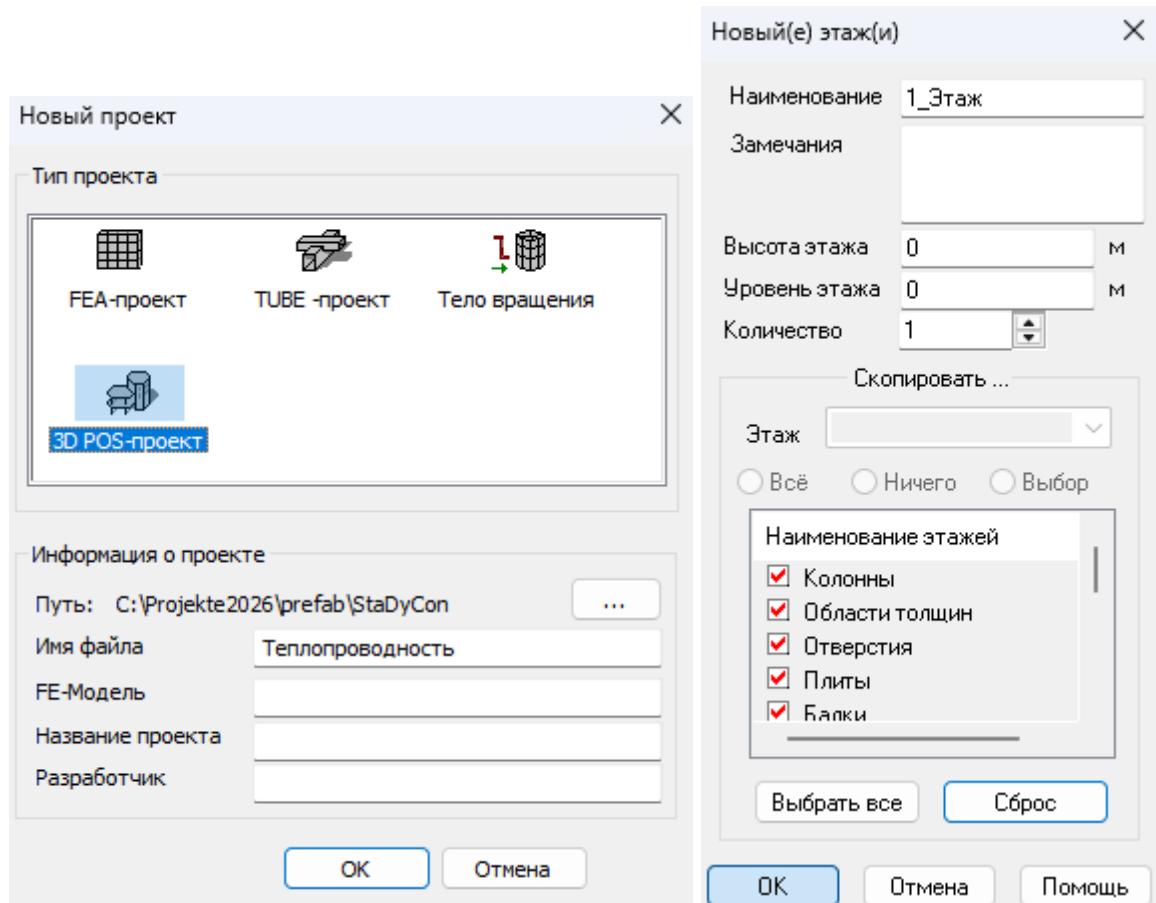
Рис. 1.1 - Поперечное сечение сборного элемента перекрытия [мм].

Свойства материалов:

- коэффициент теплопроводности изоляционного слоя  $\lambda = 0.04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$
- коэффициент теплопроводности бетонного слоя  $\lambda = 2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$
- коэффициент теплопроводности цементно-песчаного слоя  $\lambda = 1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$
- коэффициент конвективного теплообмена верхней поверхности  
 $\alpha = 7.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
- коэффициент конвективного теплообмена нижней поверхности  
 $\alpha = 25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$

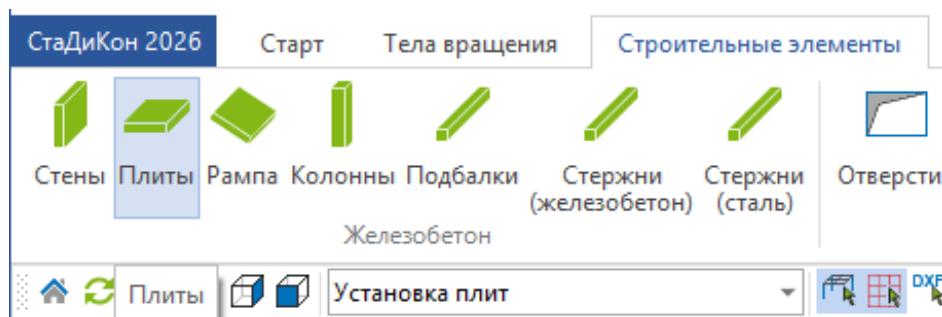
## 2. Позиционный 3D POS-проект

Создаем новый проект. Выбираем тип проекта «FEA-проект». В следующем окне устанавливаем высоту и уровень этажа равными 0м и нажимаем «OK».

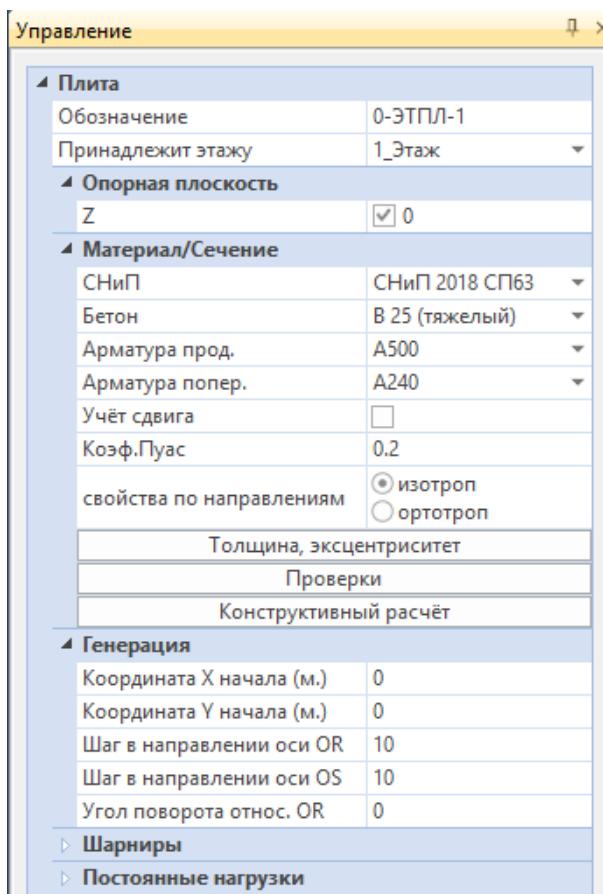


### 2.1. Геометрия

Переходим на вкладку «Строительные элементы» и выбираем «Плиты» - «Установка плит».

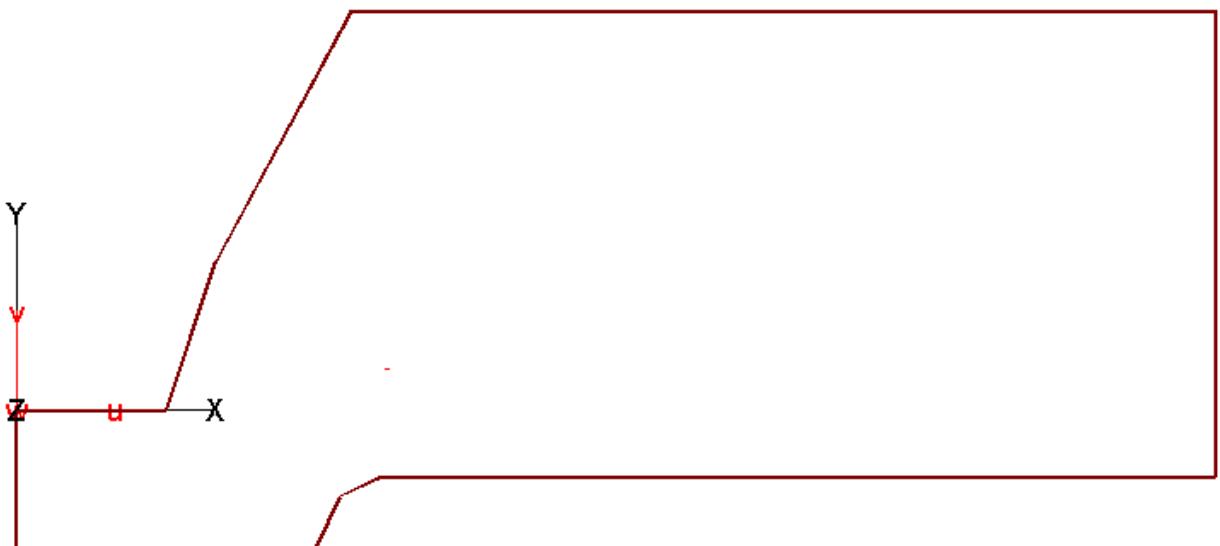


В окне «Управление» раскрываем пункт «Генерация» и устанавливаем «Шаг в направлении оси OR» и «Шаг в направлении оси OS» равными 10.



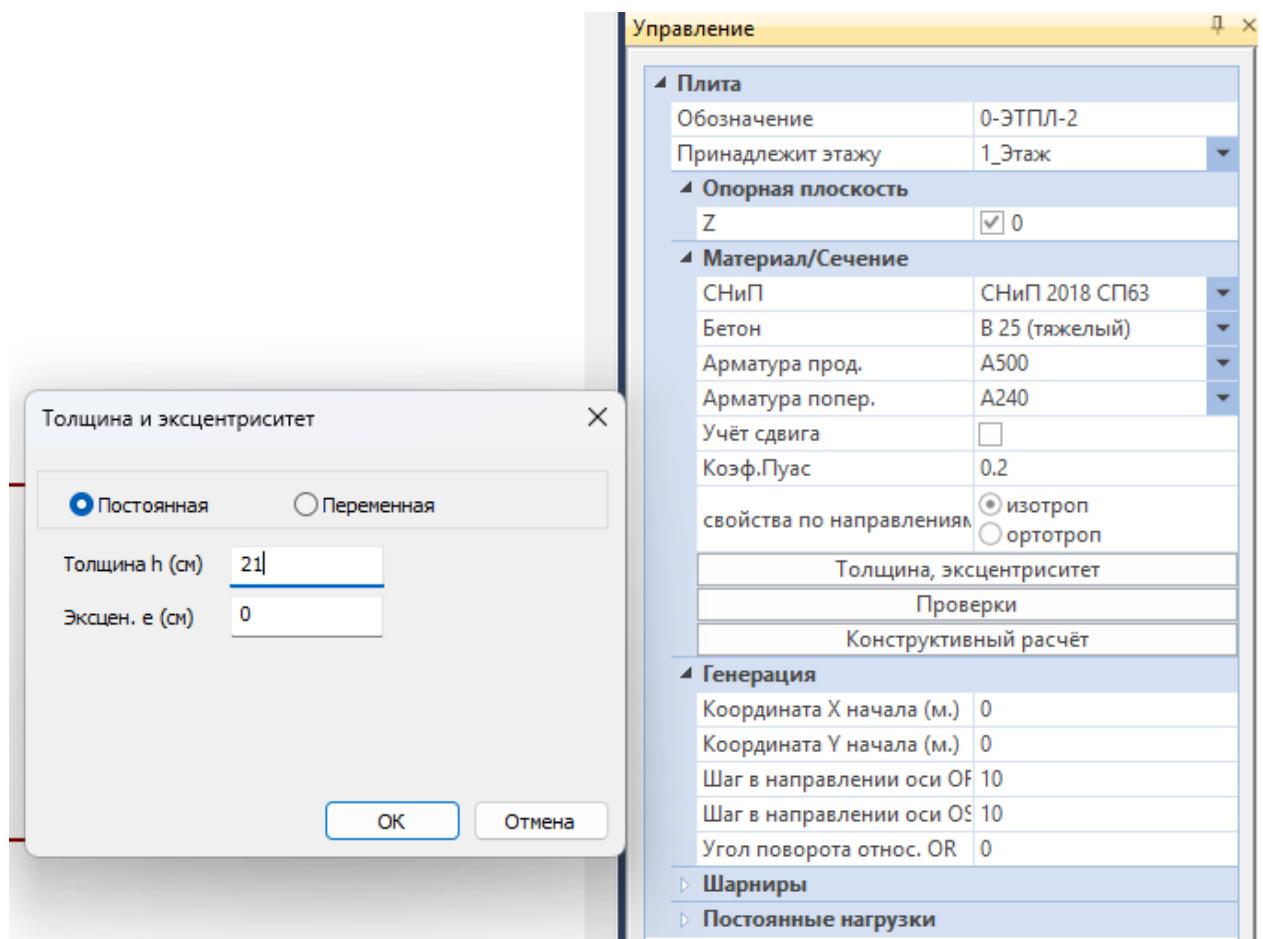
Зададим сначала нижний слой изоляции. Координаты X, Y точек плиты для слоя изоляции (координата Z у всех точек равна 0): (0, 0), (0, -70), (149, -70), (162, -43), (183, -33), (600, -33), (600, 200), (168, 200), (100, 75), (75, 0).

Получаем следующую плиту, соответствующую слою изоляции.

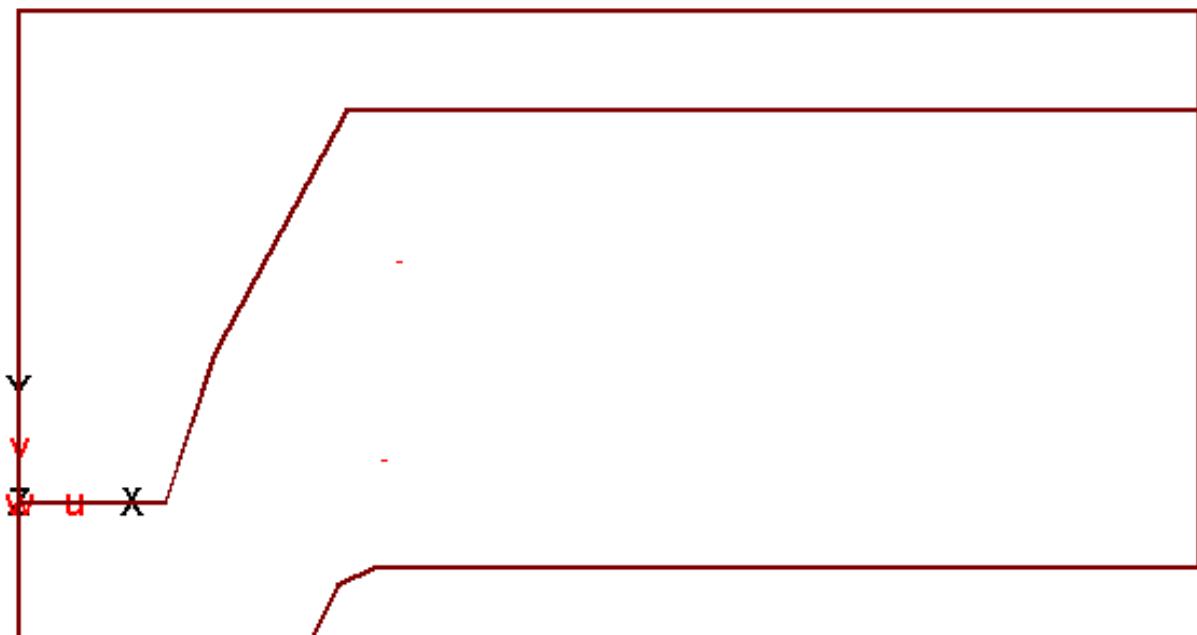


Для удобства, чтобы созданные плиты оказались с разными материалами при переходе к FEA-проекту, изменим для последующей плиты параметр толщины. В окне

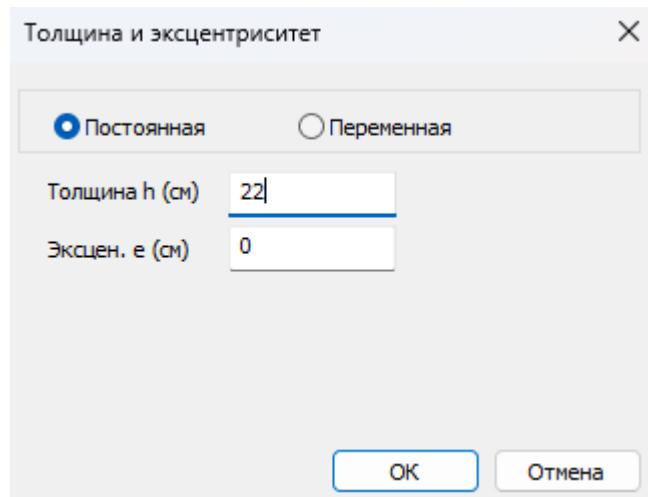
«Управление» в пункте «Материал/Сечение» выбираем «Толщина, эксцентрикситет» и изменяем значение толщины, например, на 21см.



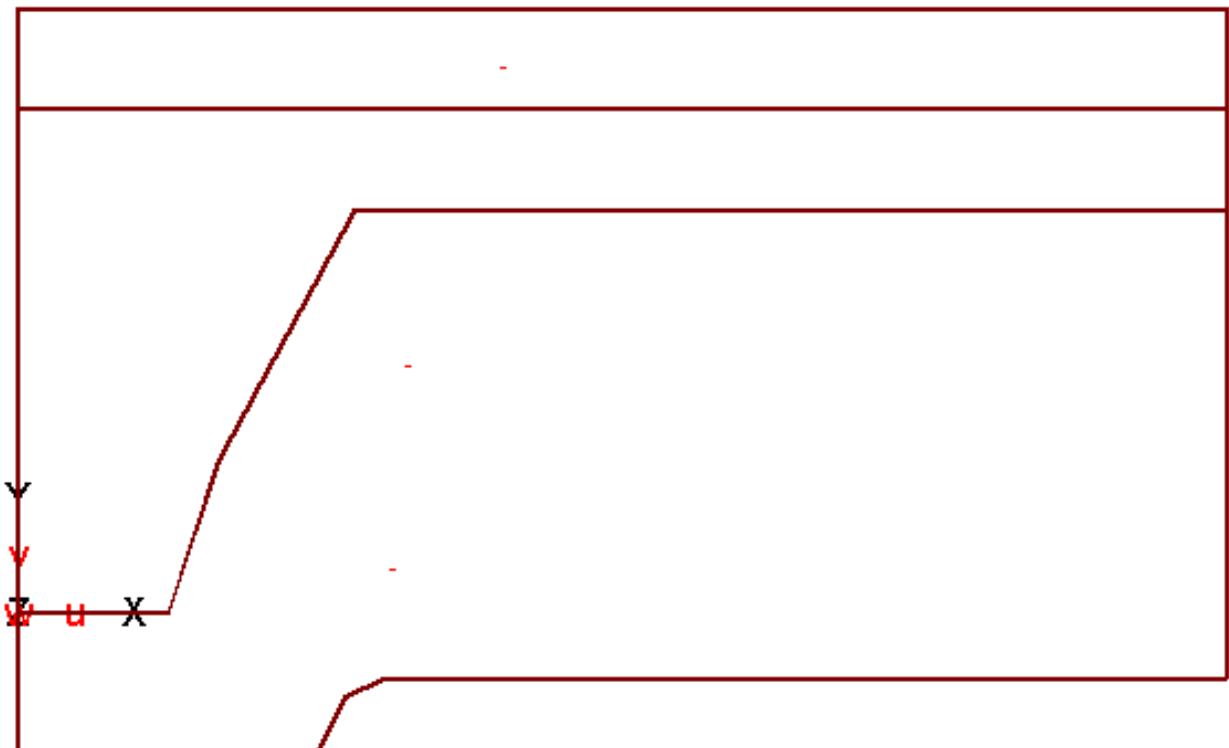
После задаем вторую плиту, соответствующую слою бетона. Координаты X, Y точек плиты для слоя бетона (координата Z у всех точек равна 0):  $(0, 0)$ ,  $(75, 0)$ ,  $(100, 75)$ ,  $(168, 200)$ ,  $(600, 200)$ ,  $(600, 250)$ ,  $(0, 250)$ .



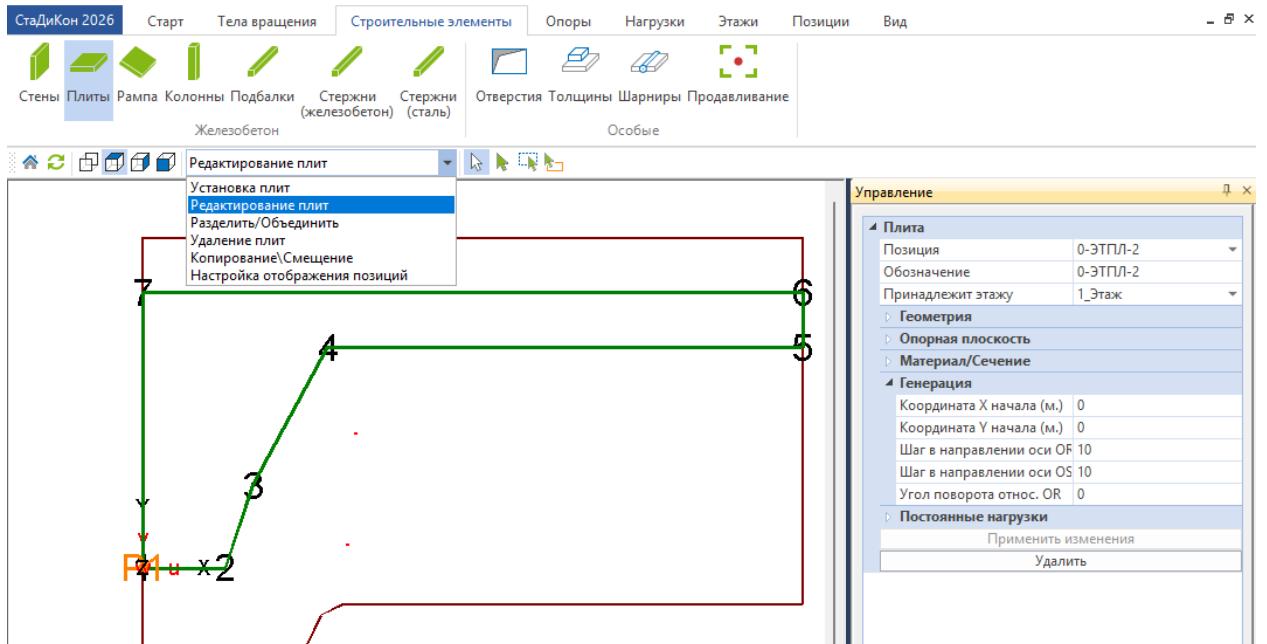
Далее вновь изменяем значение толщины.



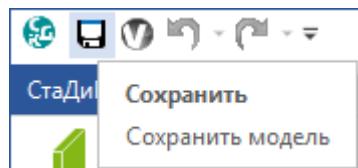
И задаем третью плиту. Координаты X, Y точек плиты для цементно-песчаного слоя (координата Z у всех точек равна 0):  $(0, 250), (600, 250), (600, 300), (0, 300)$ .



Переключившись на «Редактирование плит» и выбирая каждую плиту по очереди, перепроверьте, чтобы в пункте «Генерация» заданные шаги разбиения в направлении обеих осей были одинаковыми и равнялись 10 для всех плит.



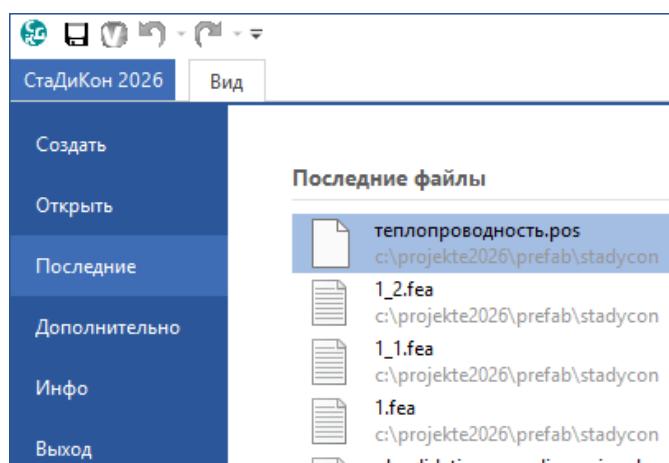
После сохраним модель.



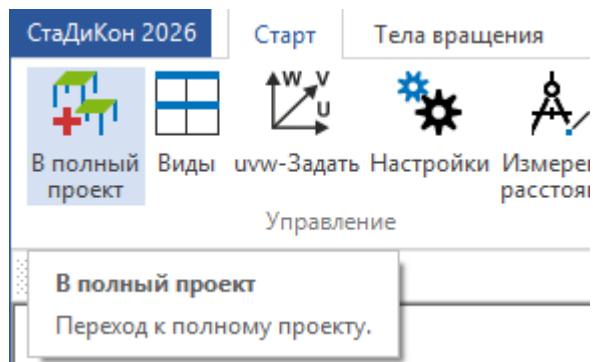
Выбрасываем модель, нажав на нижний крестик в правом верхнем углу.



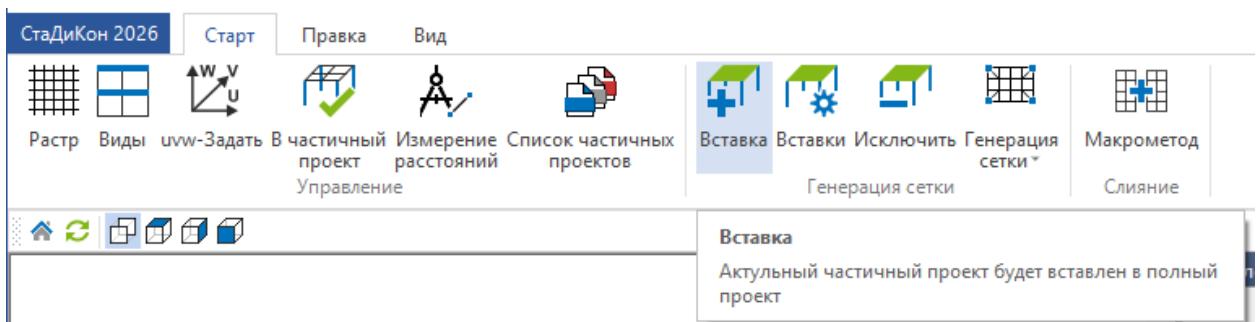
И открываем ее заново через вкладку «СтадиКон». Модель должна находиться в самом верху во вкладке «Последние».



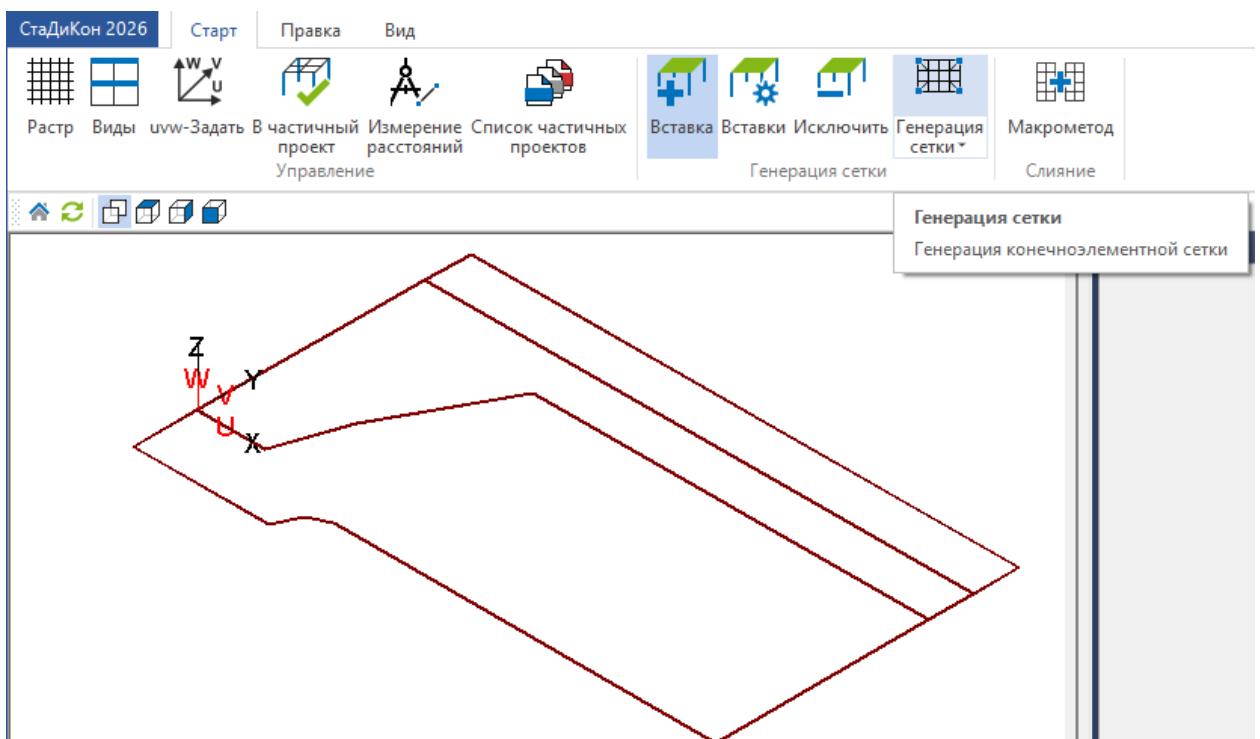
После открытия модели на вкладке «Старт» выбираем «В полный проект».



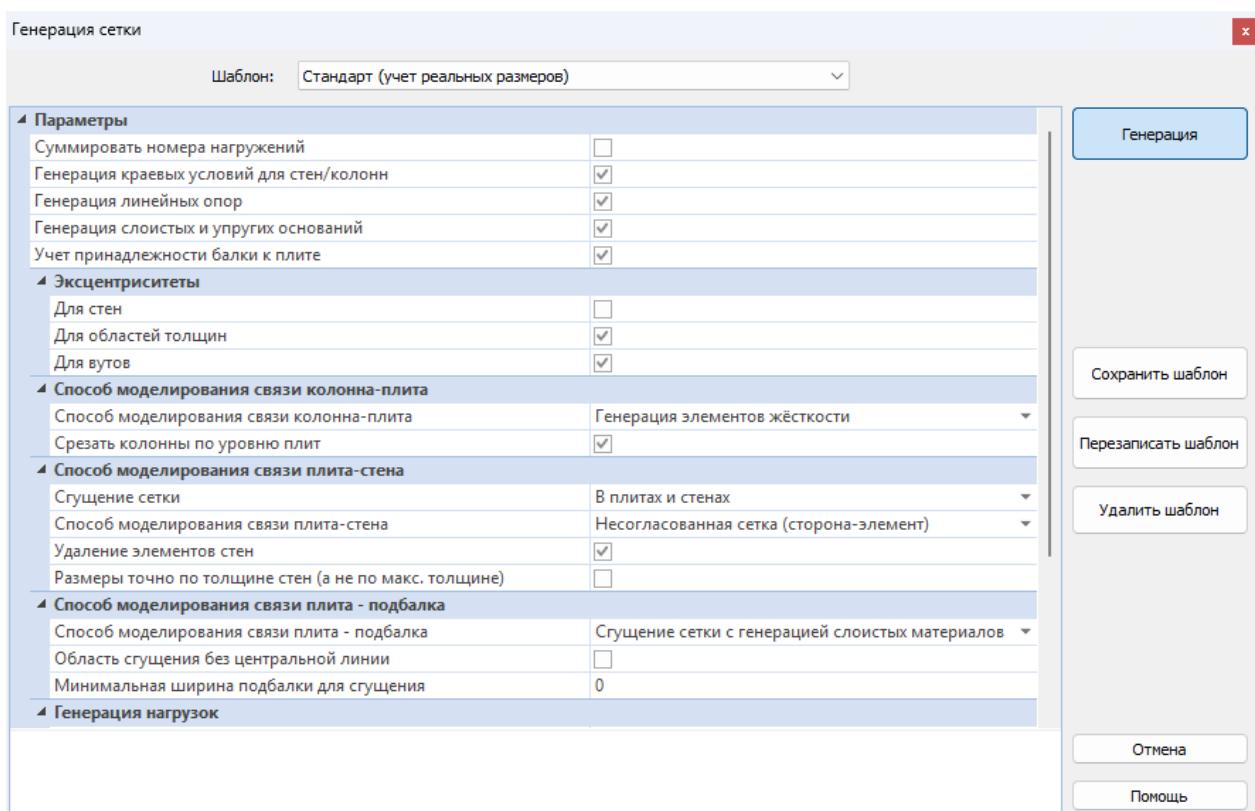
И далее нажимаем «Вставка».



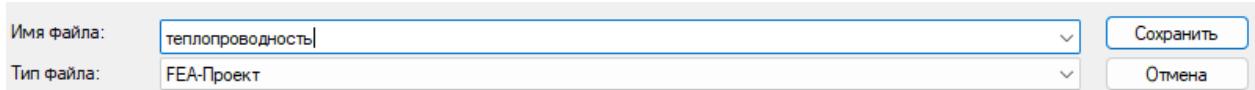
Должна появиться созданная ранее модель. После этого выбираем «Генерация сетки».



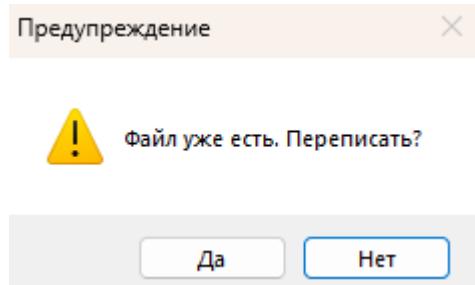
Оставляем параметры по умолчанию и нажимаем «Генерация».



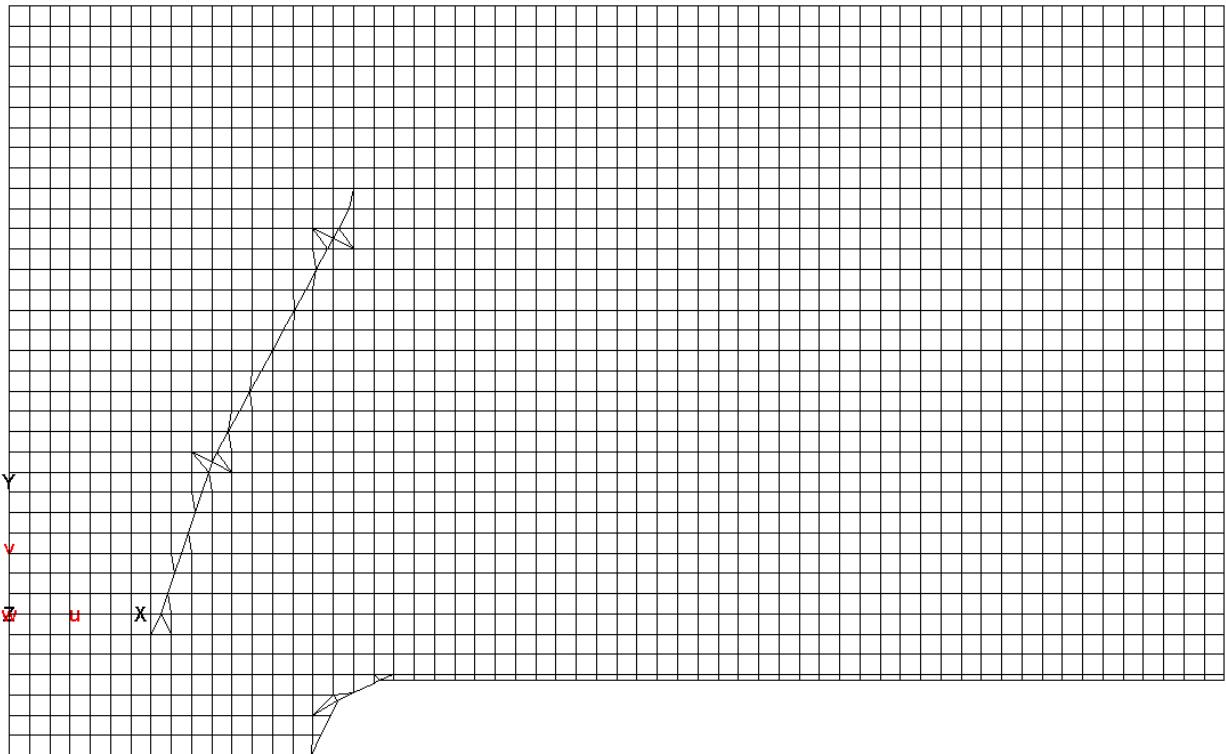
Сохраняем созданный конечно-элементный FEA-проект.



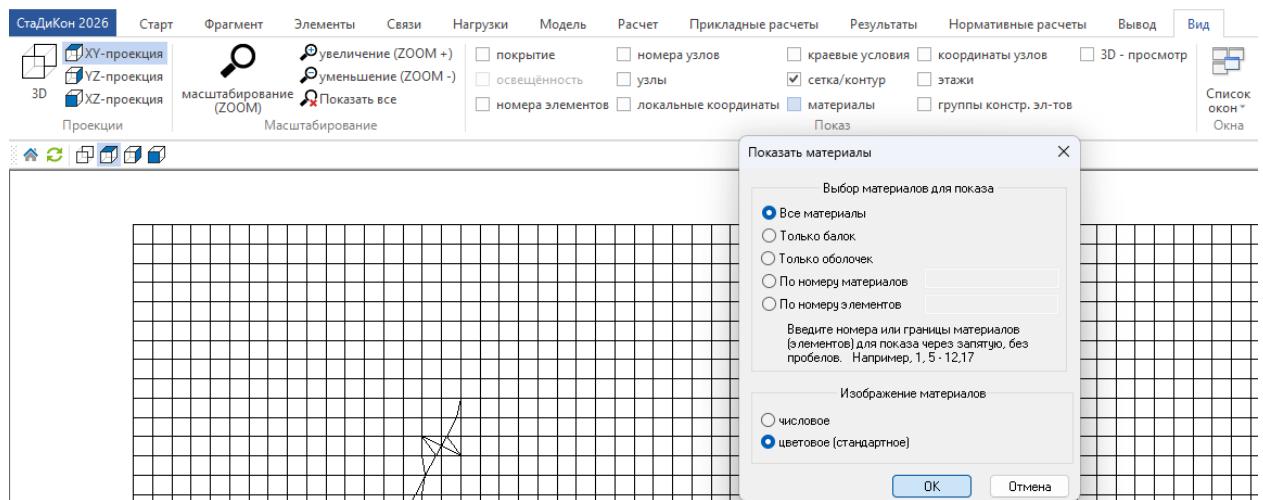
Перезаписываем файл, выбрав «Да».



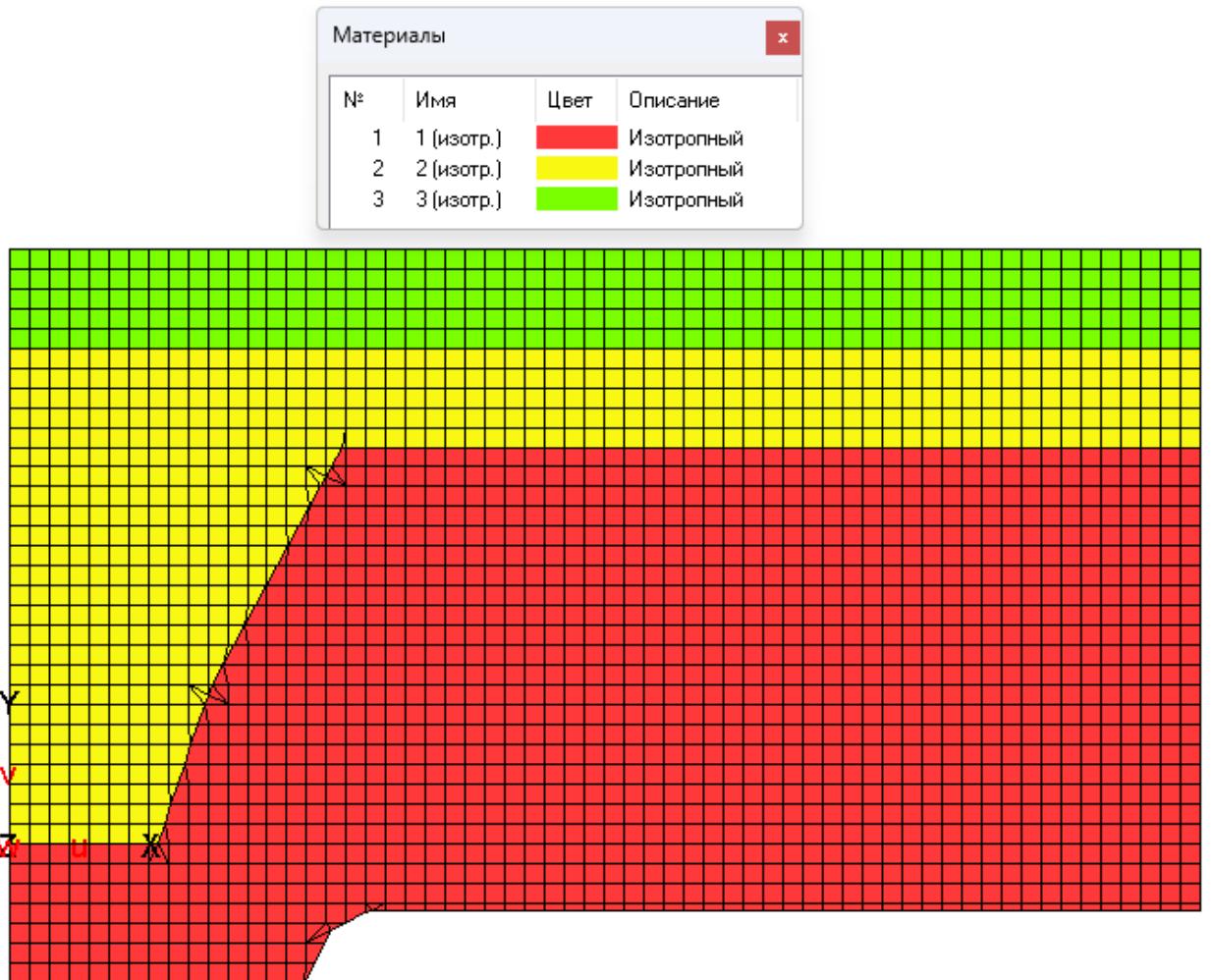
Получаем следующую КЭ модель.



Во вкладке «Вид» можно включить цветовое отображение по материалам выбрав «материалы».

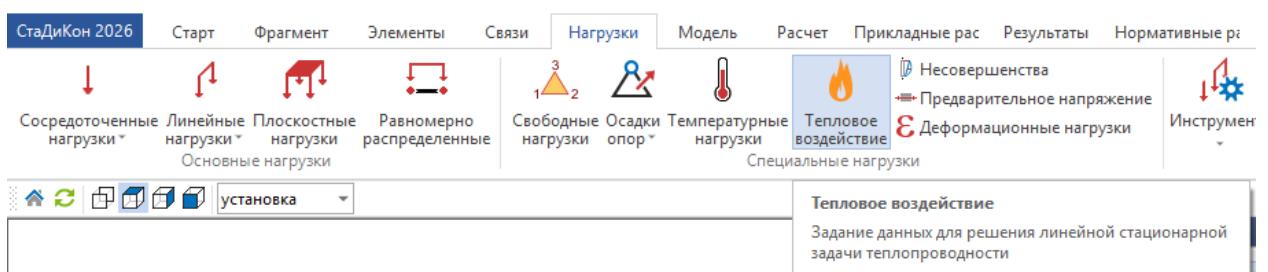


Так как для удобства мы заранее создали плиты с разными материалами, то видим следующее отображение.

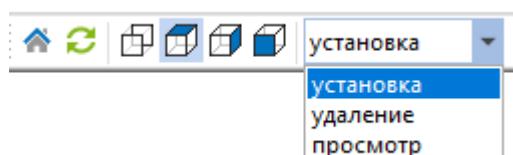


## 2.2. Установка материалов для теплового воздействия

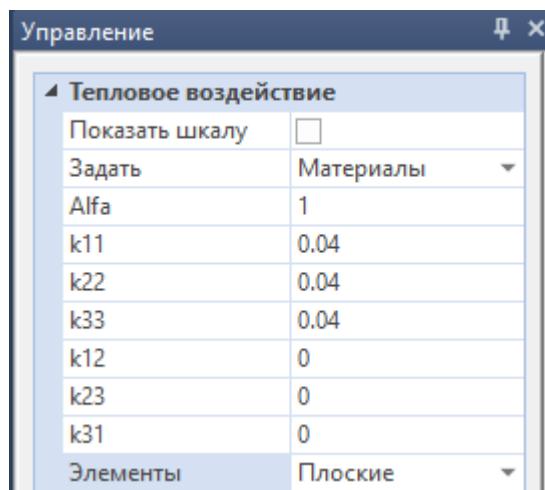
На вкладке «Нагрузки» выбираем «Тепловое воздействие».



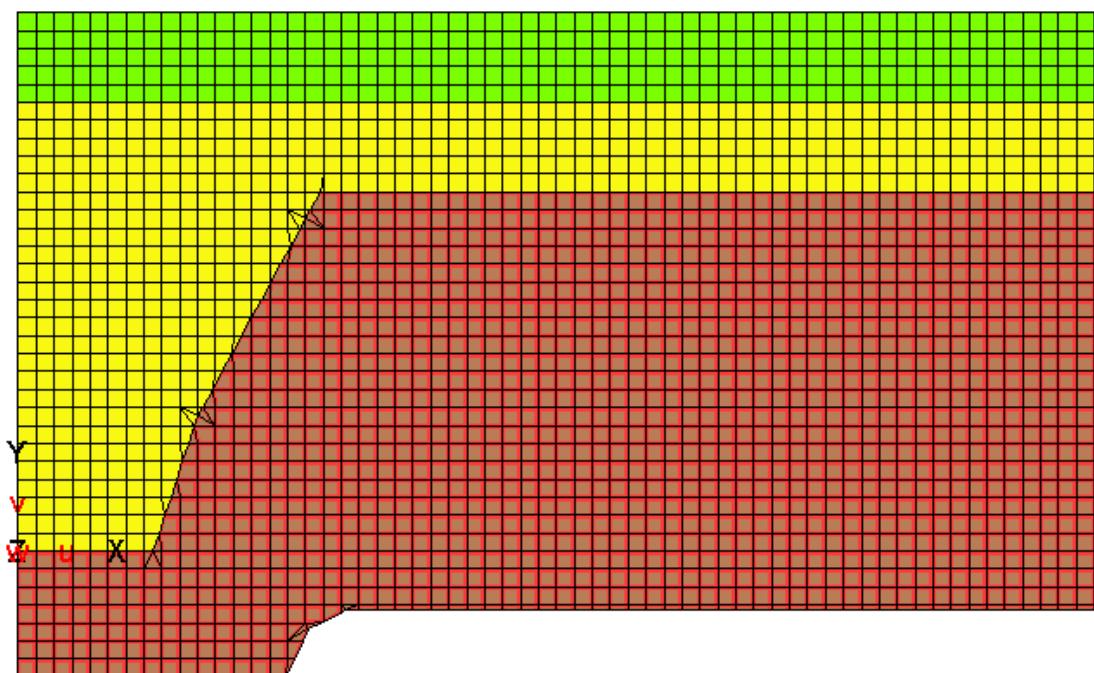
Важно заметить, что в данном пункте отсутствует вариант редактирования. Поэтому если были ошибочно заданы материал/граничные условия/нагрузки, то необходимо использовать «удаление», и после задавать по новой в пункте «установка».



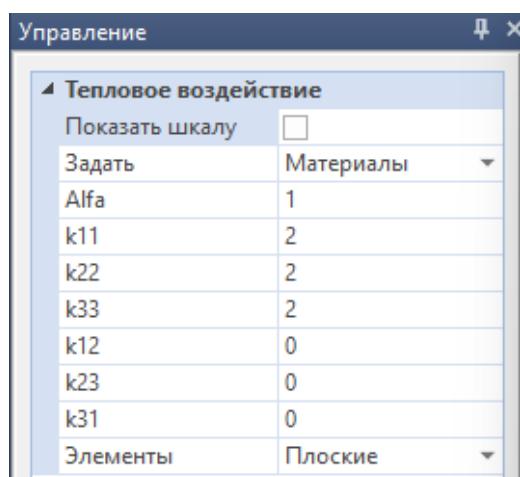
Итак, выбираем «установка», «Задать - Материалы», и устанавливаем параметры для изоляционного слоя.



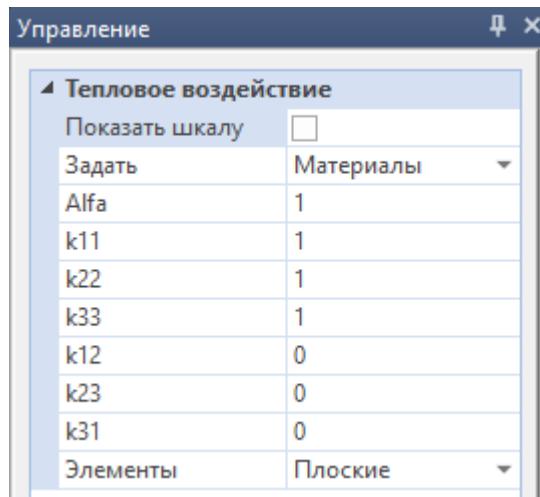
После чего нажатием на изоляционный слой задаем данный материал.



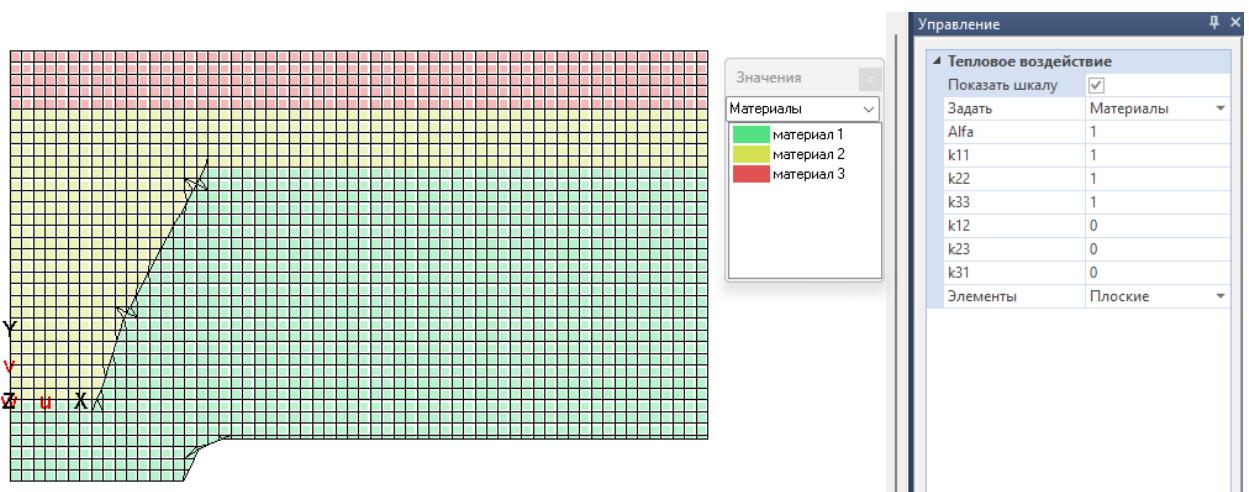
Далее изменяем параметры для центрального слоя бетона и также задаем материал.



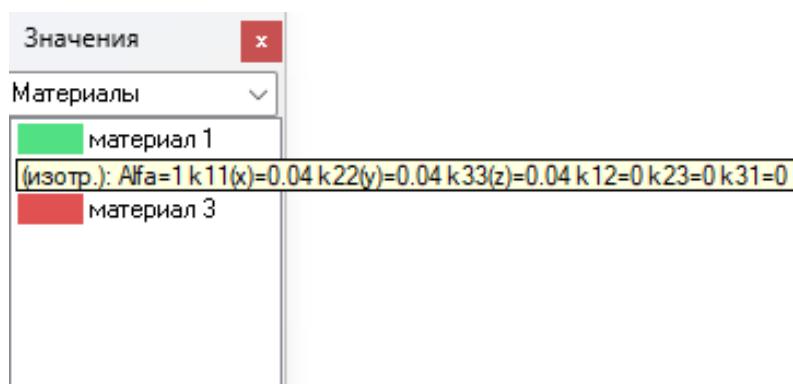
Аналогично задаем материал и на верхний слой.



Выключим на вкладке «Вид» отображение по материалам. И установим галочку у пункта «Показать шкалу» в окне «Управление».

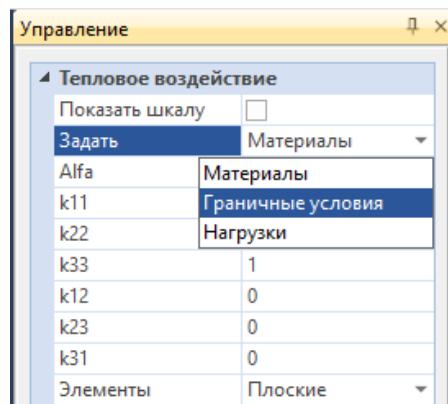


Здесь можем наблюдать заданные материалы для теплового расчета. Наводя мышь в окошке «Значения» на материалы можно просмотреть заданные им характеристики.

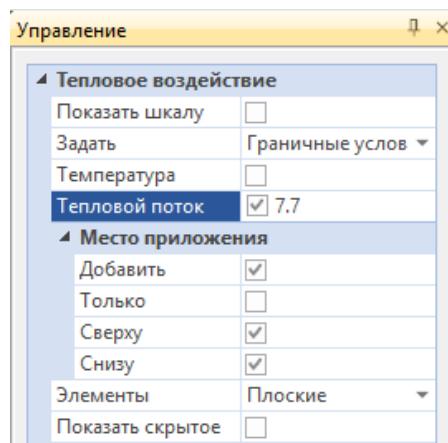


### 2.3. Установка граничных условий

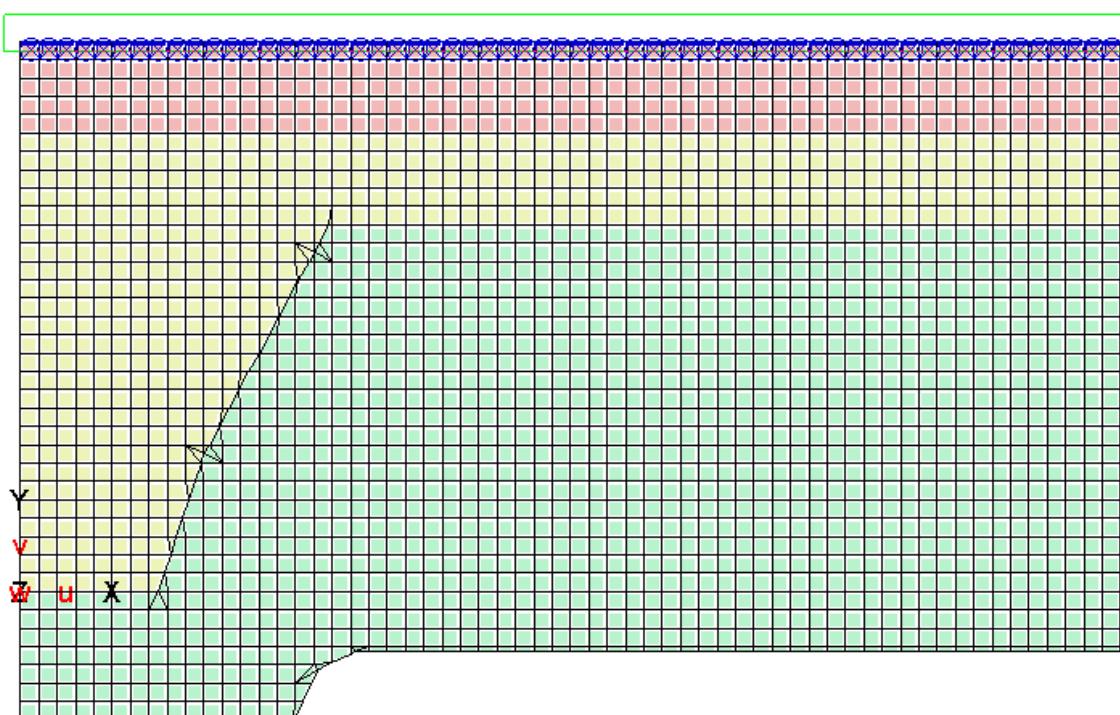
Перейдем к установке граничных условий. Для этого в режиме «установка» в окне «Управление» выбираем «Задать – Граничные условия».



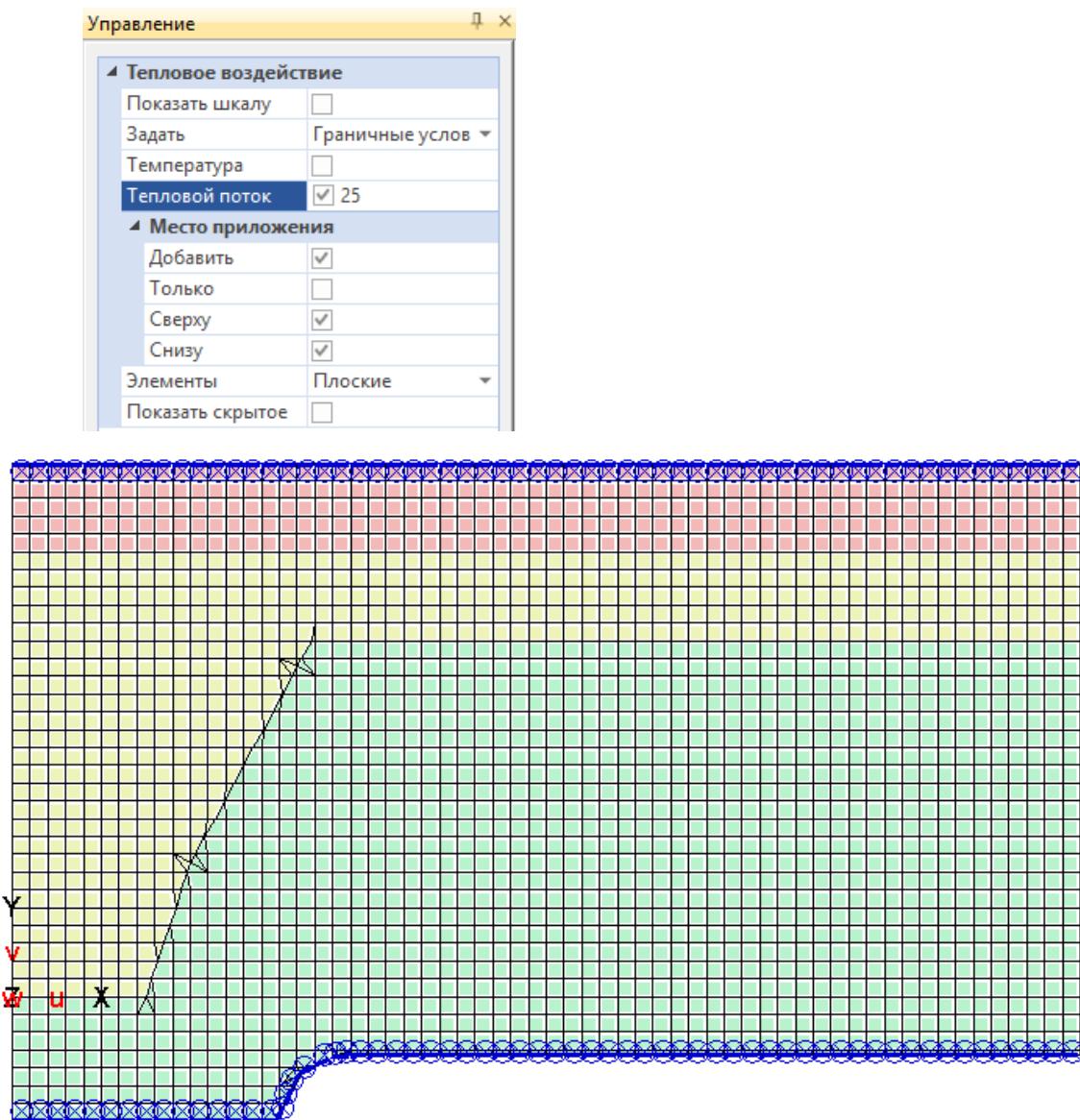
Выбираем установку «Тепловой поток = 7.7».



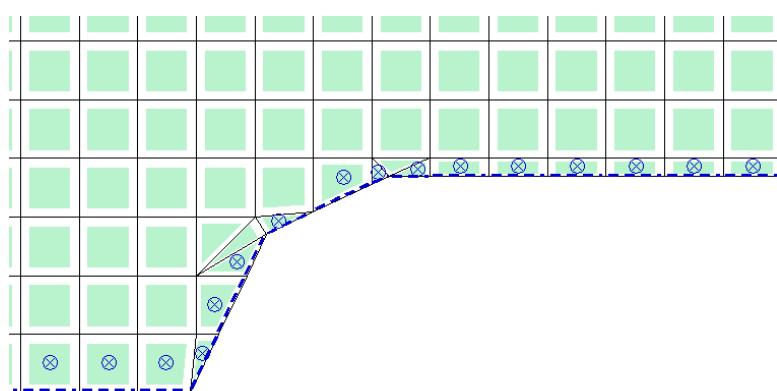
И задаем данное условие на верхнюю грань.



После меняем значение «Тепловой поток = 25» и устанавливаем на всю нижнюю грань.

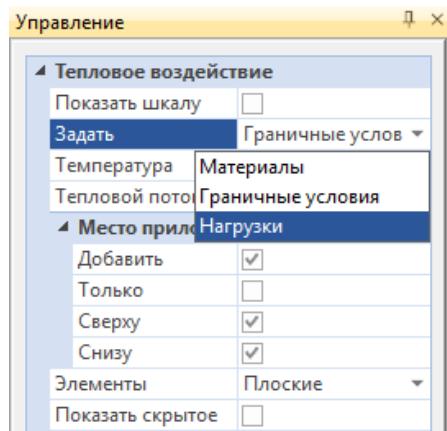


При установке на искривленную часть одиночным выбором нажимаем на необходимые ближайшие грани элементов. В случае ошибочной установки на другую грань переключаемся на «удаление», удаляем установленное граничное условие и перезадаем в режиме «установка».

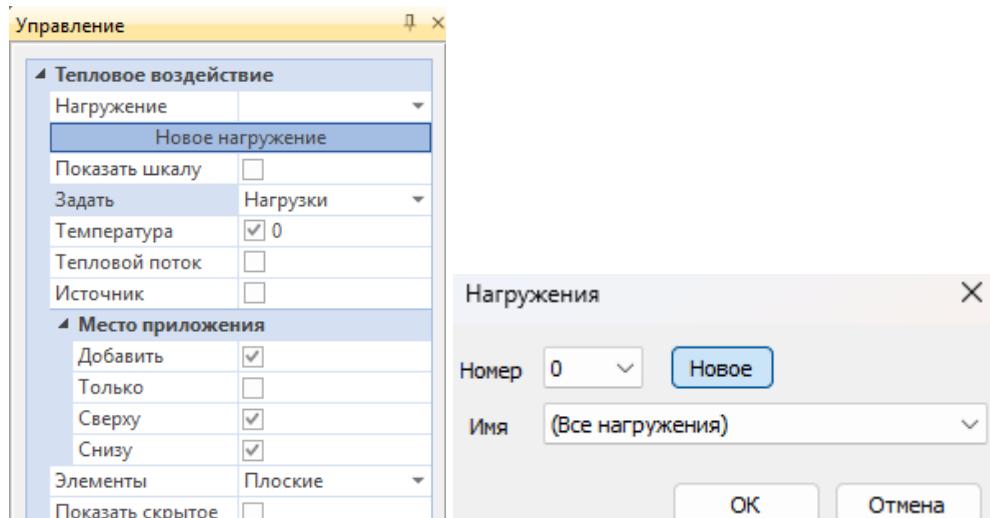


## 2.4. Установка нагрузок

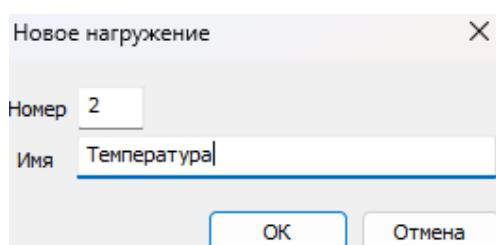
В окне «Управление» переключаемся на «Задать - Нагрузки».



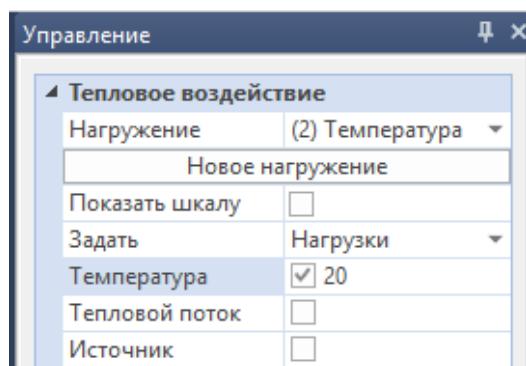
После нажимаем на «Новое нагружение». Выбираем «Новое».



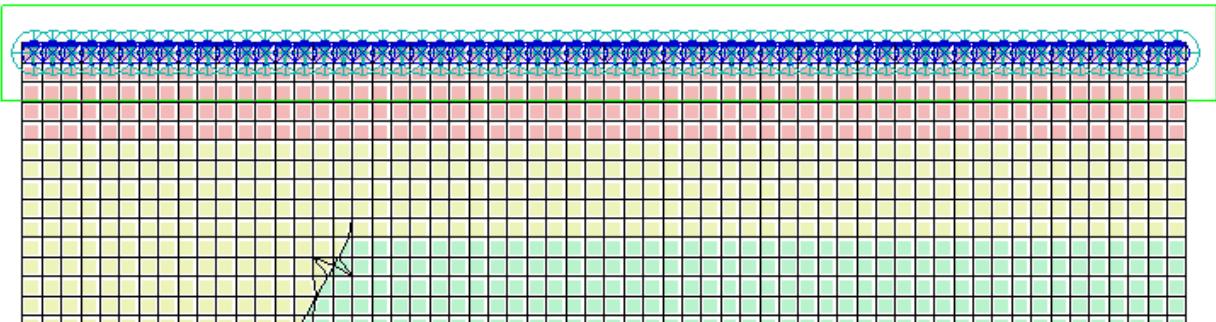
Установим для нагрузки номер равный 2 и зададим имя.



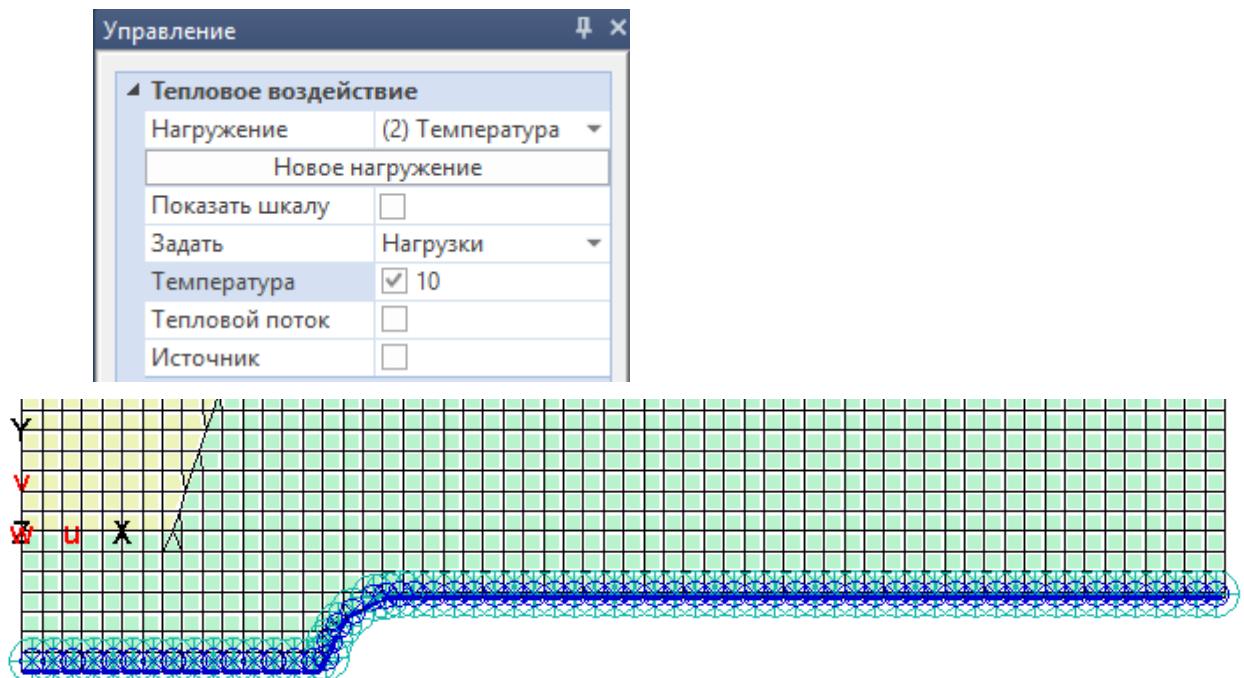
Теперь выбираем установку «Температура = 20».



И задаем ее на установленные ранее граничные условия на верхней грани.

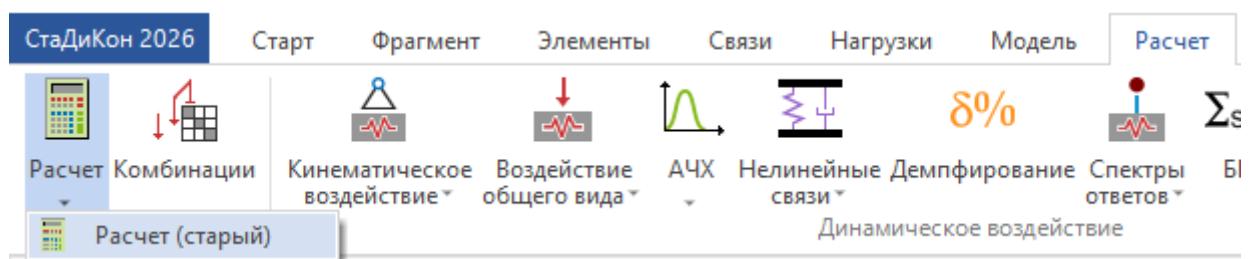


После меняем значение «Температура = 10» и устанавливаем на нижнюю грань.

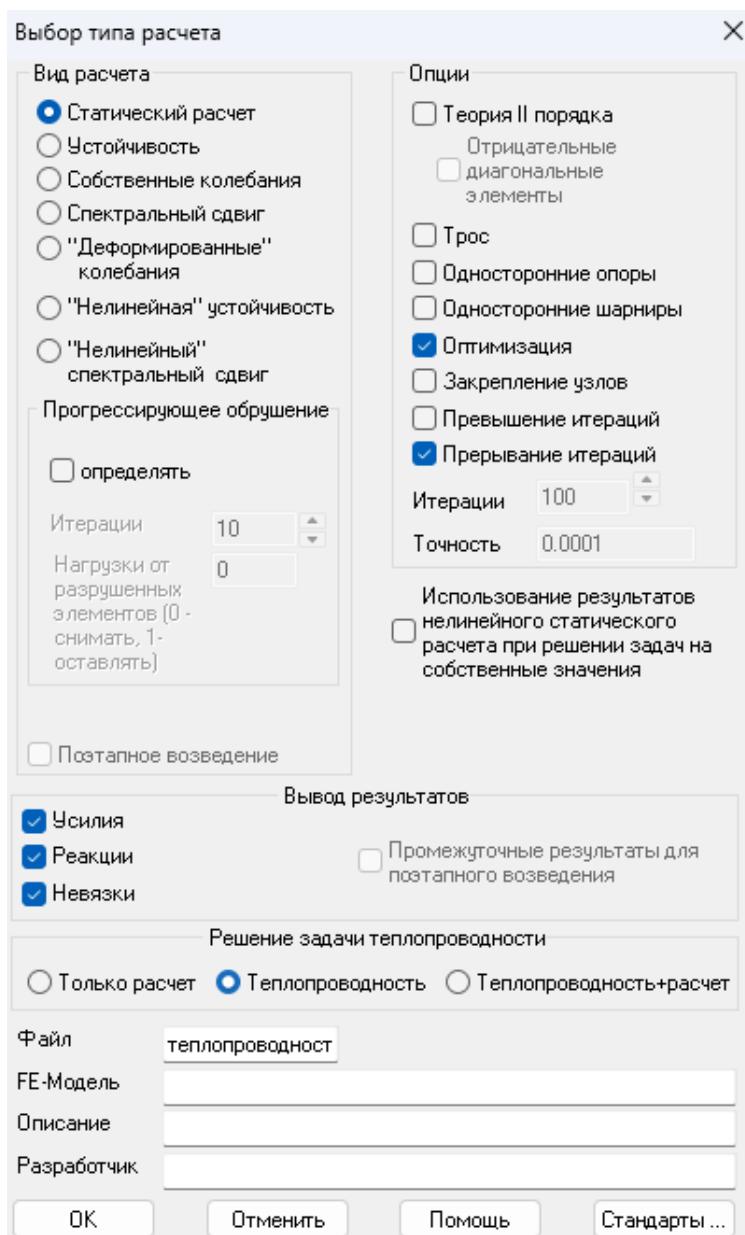


## 2.5. Расчет

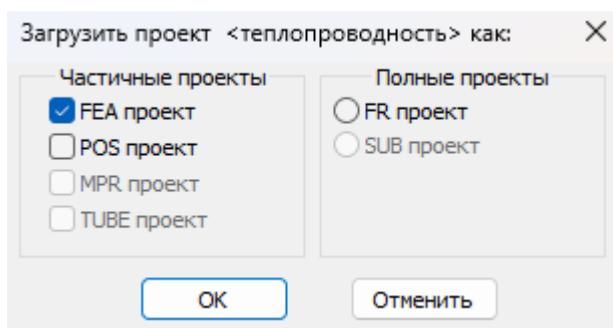
Переходим на вкладку «Расчет» и нажав на нижнюю часть около стрелочки пункта «Расчет» выбираем «Расчет (старый)».



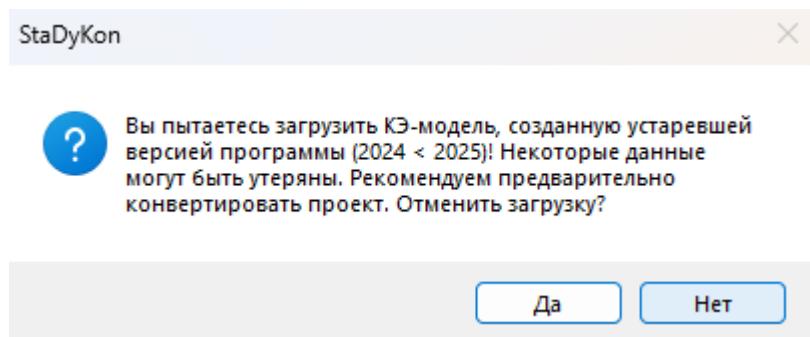
В открывшемся окне в пункте «Решение задачи теплопроводности» устанавливаем «Теплопроводность». После запускаем расчет нажатием «OK».



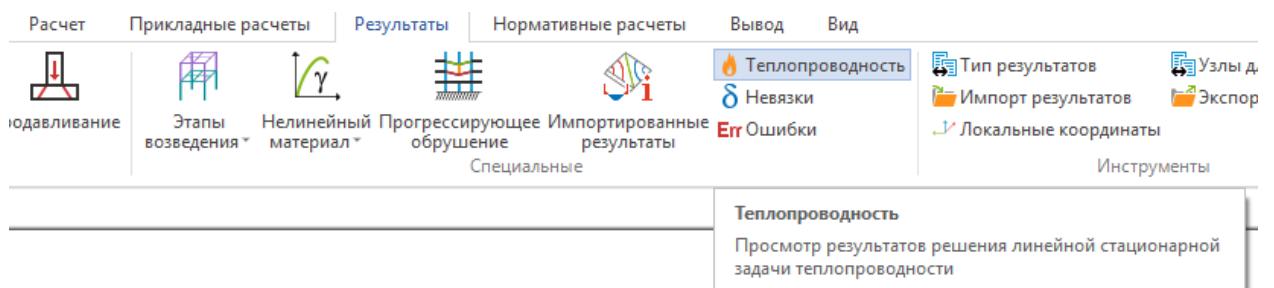
После выполнения расчета загружаем FEA-проект.



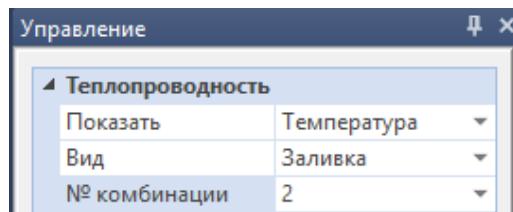
Если возникает предупреждение, выбираем «Нет».



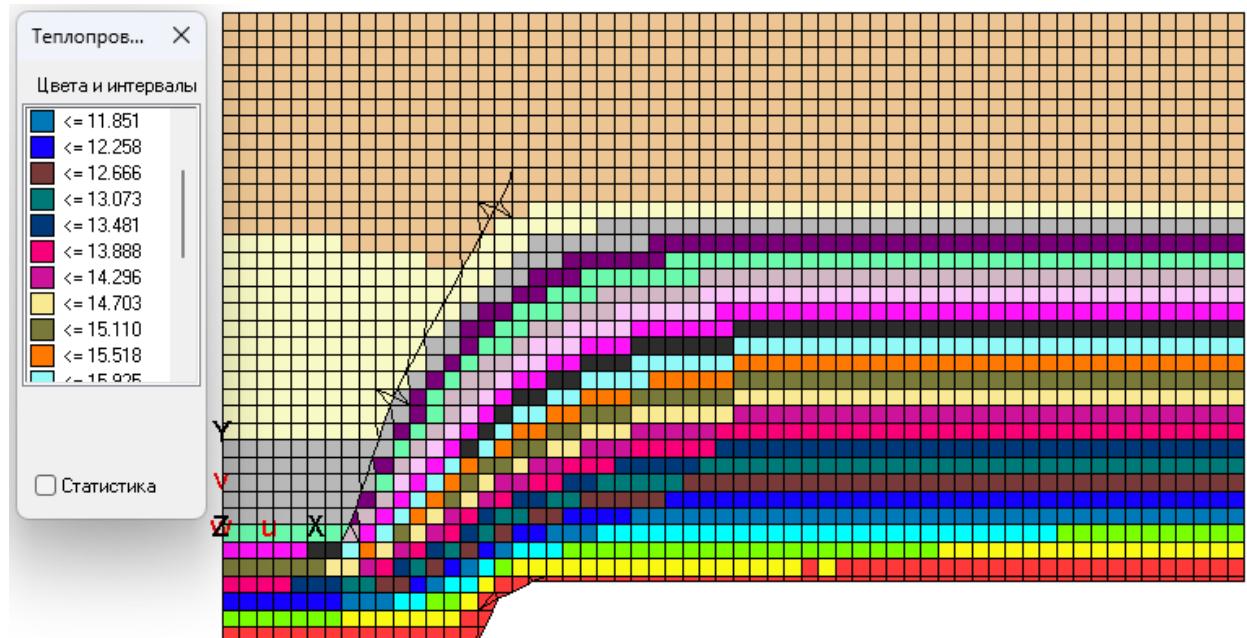
После загрузки проекта переходим на вкладку «Результаты» и выбираем «Теплопроводность».



В окне «Управление» выберем «Вид - Заливка» и переключим «№ комбинации = 2».



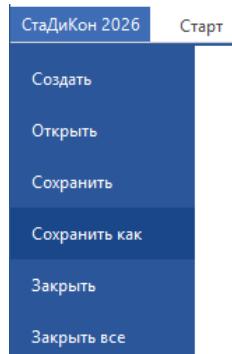
Получаем следующий результат распределения температур.



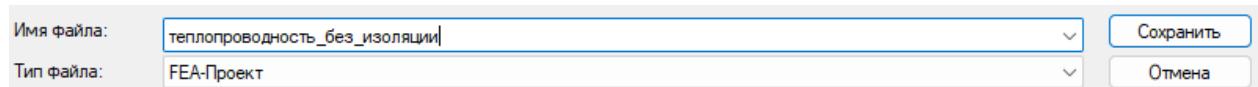
## 2.6. Расчет без изоляционного слоя

Проведем также аналогичный расчет убрав при этом изоляционный слой.

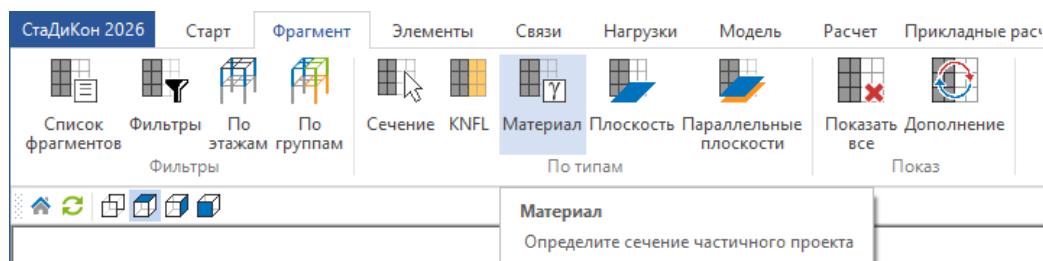
Сделаем копию модели с другим именем. На вкладке «СтаДиКон» выбираем «Сохранить как».



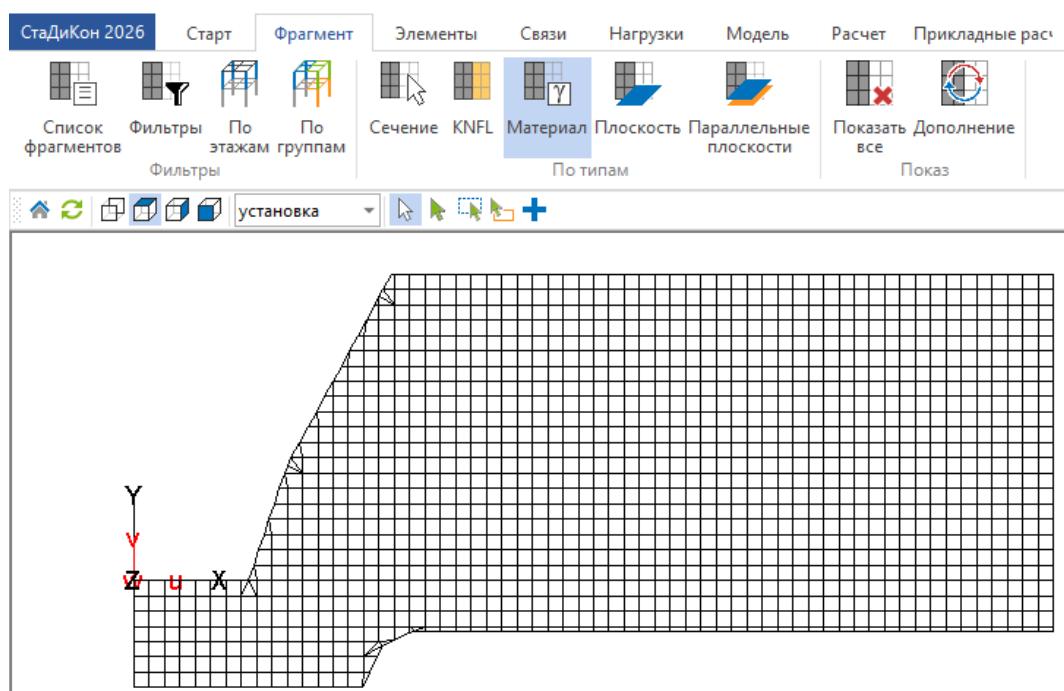
И сохраним, изменив имя файла.



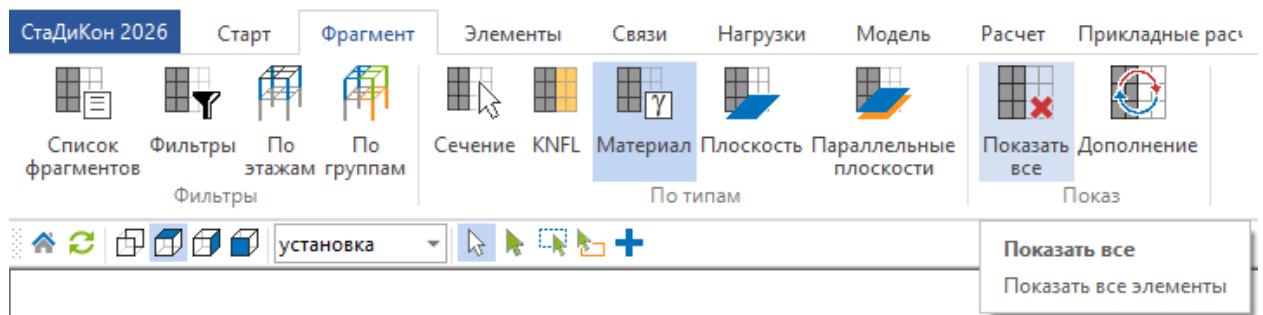
Для удобного удаления слоя, так как он имеет отдельный заданный материал, перейдем на вкладку «Фрагмент» и выберем «Материал».



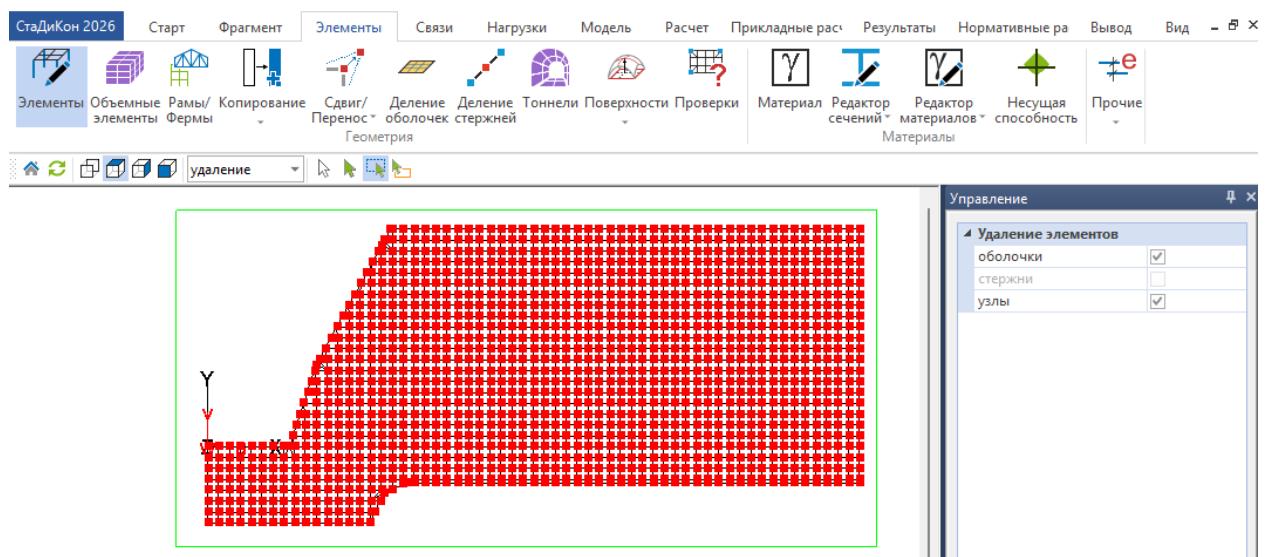
После просто нажимаем на нижний слой.



Если же был выбран не тот фрагмент, то вернуть отображение всей модели можно, нажав на «**Показать все**».



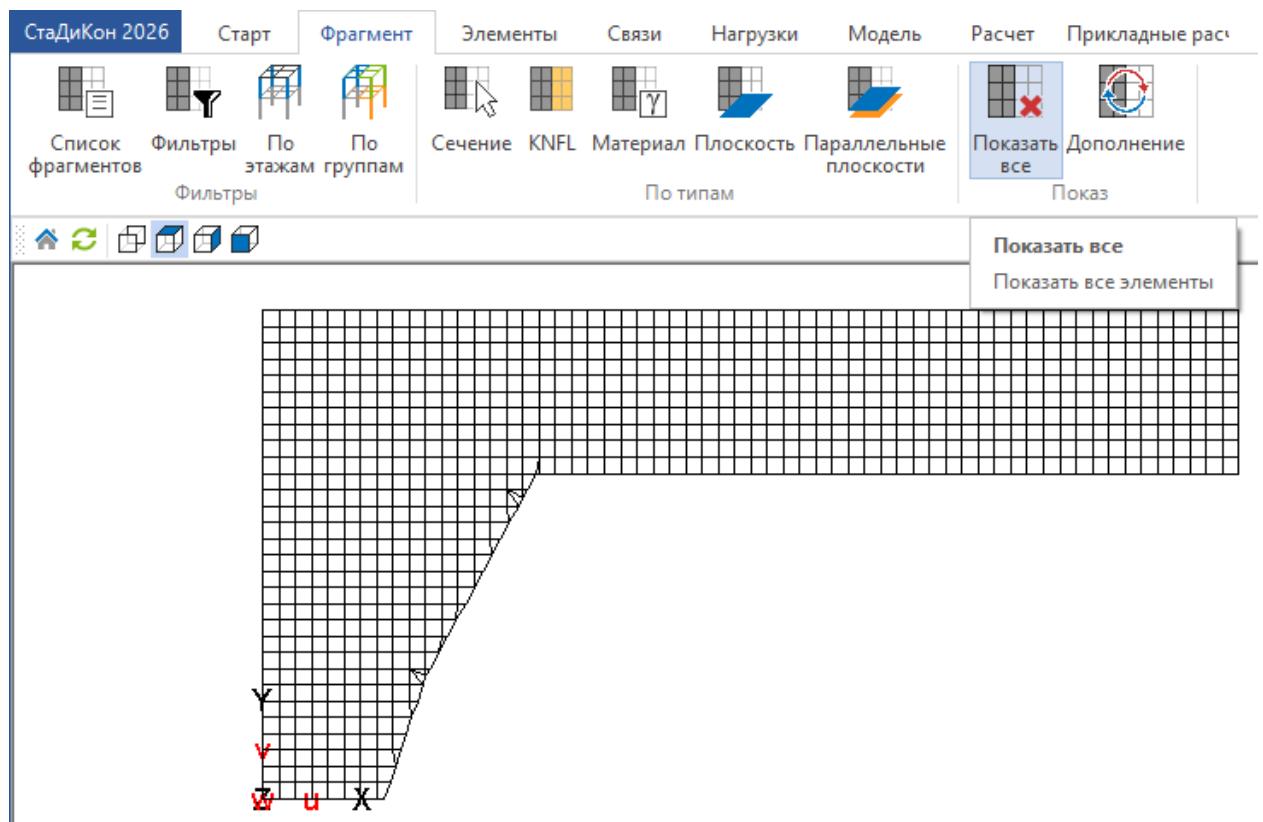
После выбора изоляционного слоя переключаемся на вкладку «Элементы», выбираем «Элементы» и устанавливаем режим «удаление». В окне «Управление» включаем удаление оболочек и узлов. После чего групповым выбором выделяем все элементы.



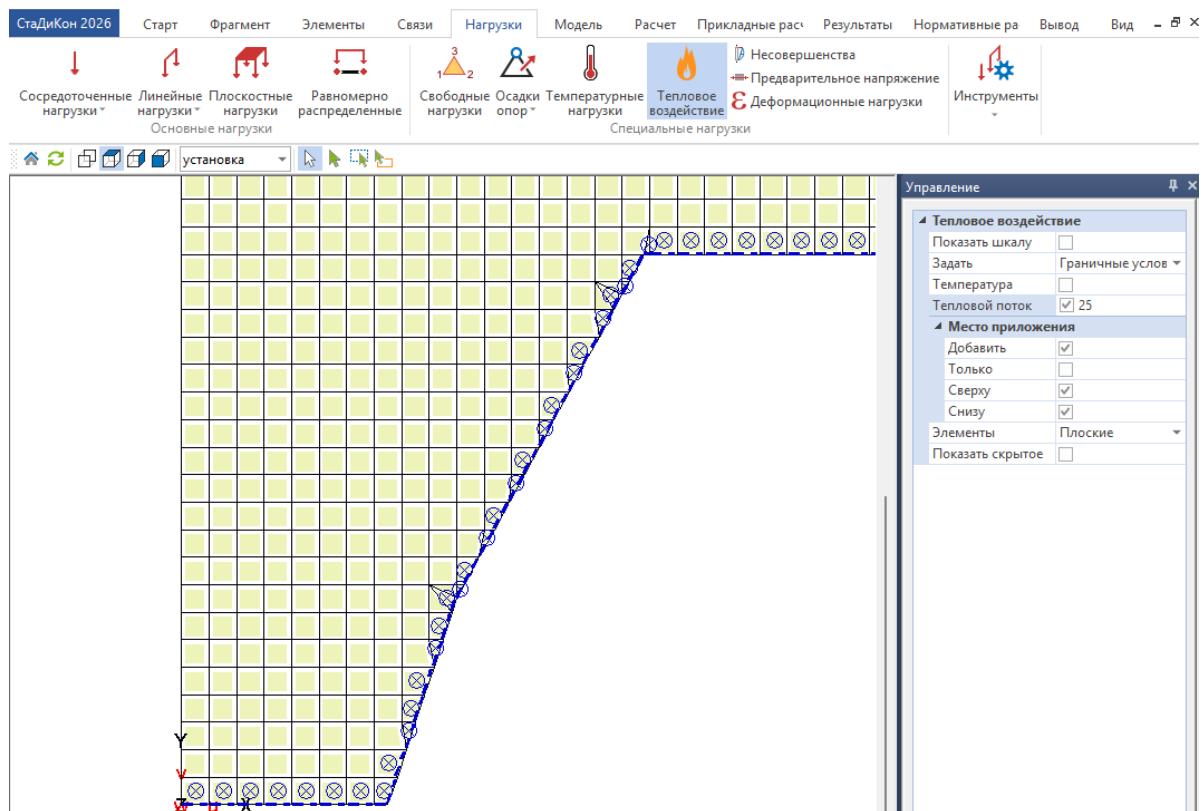
Должны остаться только узлы, принадлежащие прилегающим элементам другого слоя.

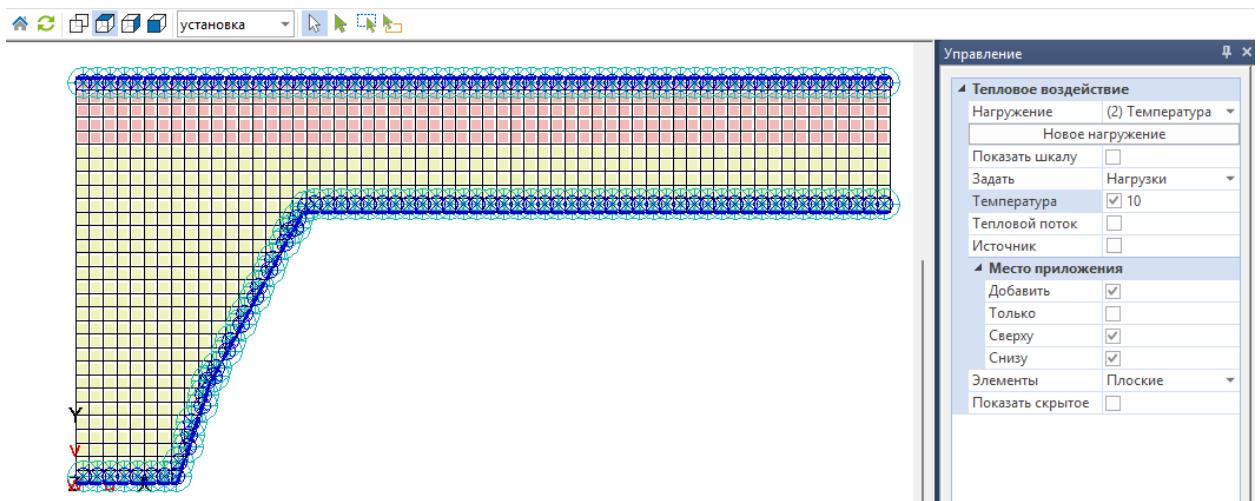


Далее на вкладке «Фрагмент» выбираем «Показать все» и получаем модель без слоя изоляции.

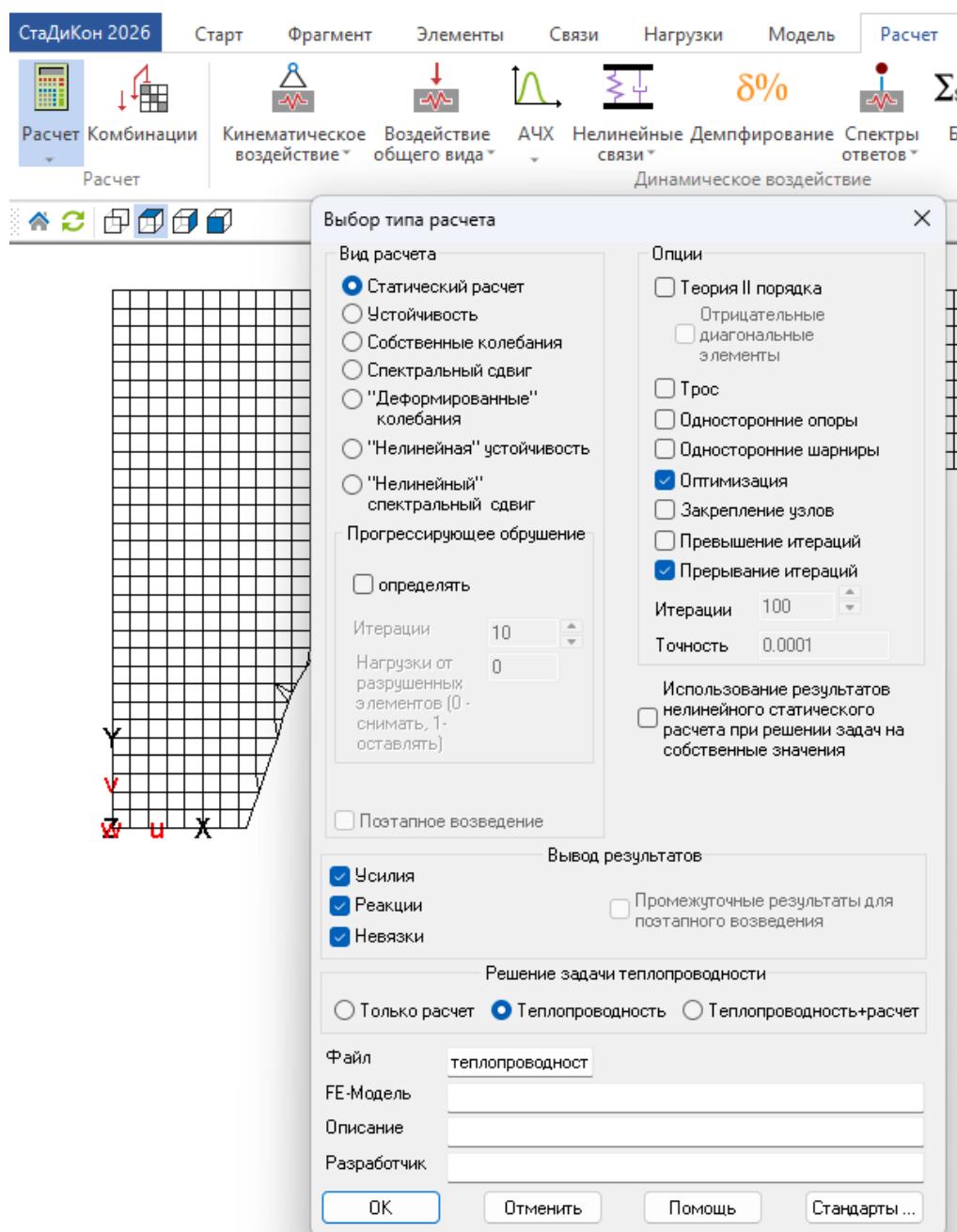


Теперь необходимо перезадать граничные условия и нагрузки на новую нижнюю грань с прежними параметрами. Действия аналогичны описанным ранее в пунктах [2.3], [2.4].





После вновь открываем «Расчет (старый)» и выполняем расчет.



Итого получаем следующий результат.

