

## ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ

### 2.1 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

#### 2.1.1 Описание рабочего окна

Рабочее окно ПК ЛИРА имеет вид:

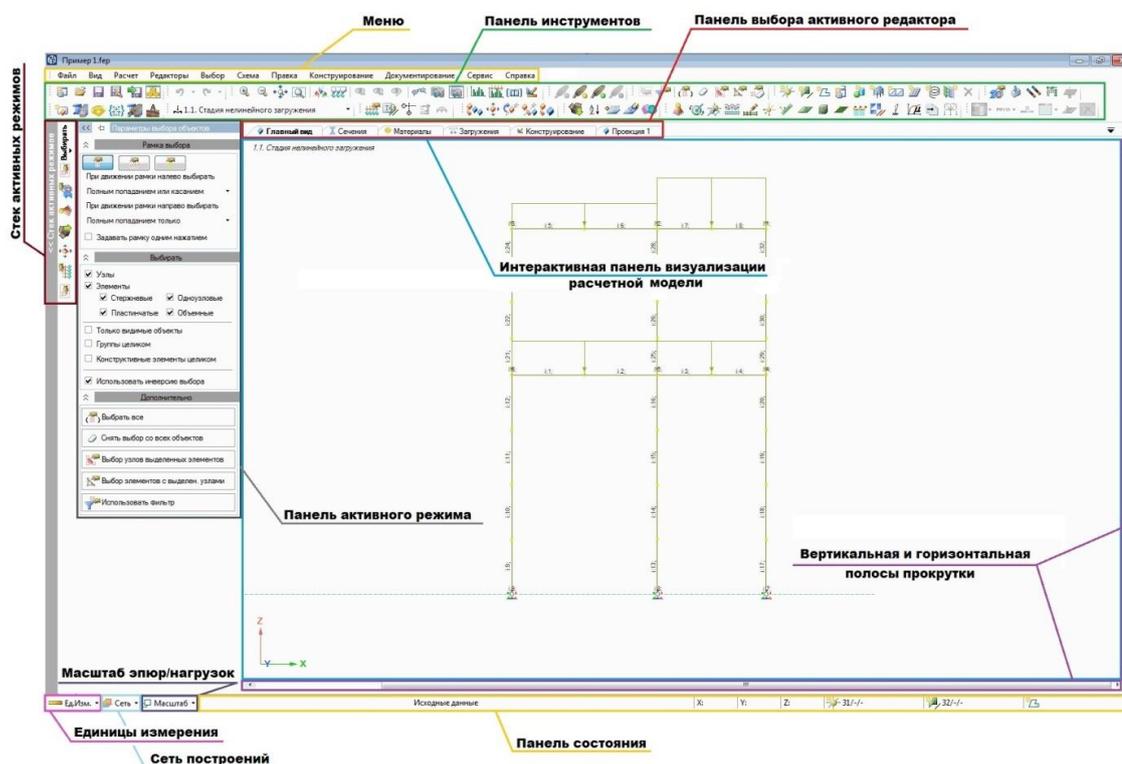


Рисунок 2.1 Рабочее окно ПК ЛИРА

Строка заголовка окна содержит имя файла, присвоенное при создании задачи. В случае, если имя задаче не присвоено, то по умолчанию оно получает название «Untitled 1,2,3,...».

Рабочее окно программы состоит из следующих разделов и инструментальных панелей:

- **Меню** – содержит ряд категорий, при выборе которых раскрывается выпадающий список операций, относящийся к данной категории;
- **Панель инструментов** – включает структурированный набор элементов управления (кнопок) для выполнения операций по созданию/редактированию расчетной схемы и анализу результатов расчета. Показать все панели инструментов, расположить их на позициях по умолчанию или выровнять их расположение можно через меню **Сервис** ⇒ **Настройки среды** ⇒ **Выставить**;
- **Стек активных режимов** – содержит список активных режимов, которые размещаются в порядке загрузки. При необходимости возврата в уже загруженный ранее режим, нужно кликнуть левой клавишей мыши по его иконке, при этом все выше находящиеся режимы в

стеке будут удалены. В случае, если иконки режимов не помещаются в стеке, появится пиктограмма для их сворачивания/разворачивания;

- **Панель выбора активного редактора** – позволяет переключаться между редакторами и созданными проекциями задачи;
- **Интерактивная панель визуализации расчетной модели** – это панель, где формируется расчетная схема, задаются нагрузки, выводятся результаты расчета и т.д. В левом верхнем углу отображается название активного загружения и другая полезная информация, в нижнем – глобальная система координат;
- **Панель активного режима** – раскрывает полный функционал выбранного режима;
- **Панель состояния** – содержит информацию о количестве существующих/выбранных/скрытых узлов, элементов, архитектурных элементов и текущие координаты мышки в трехмерном пространстве расчетной схемы;
- **Вертикальная и горизонтальная полосы прокрутки** – позволяют перемещать визуальную область в необходимом направлении и содержат бесконечный скроллер прокрутки;
- **Масштаб эпюр/нагрузок** – содержит настройки коэффициента масштабирования для визуализации нагрузок и эпюр усилий (рисунок 2.2).

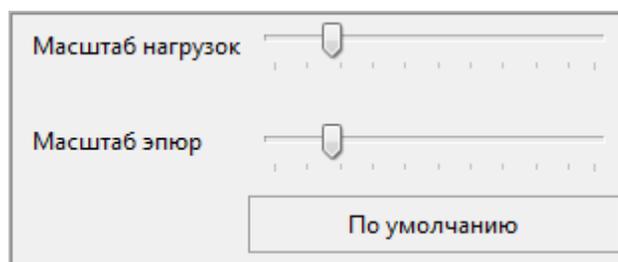


Рисунок 2.2 Масштаб эпюр/нагрузок

- **Единицы измерения** – это панель настройки и выбора величин и их единиц измерения (рисунок 2.3). В ней содержатся:
  - выбор системы исчисления: СИ, Английская, Пользовательская;
  - задание единиц измерения для каждого типа данных.

При помощи кнопок  можно задавать необходимое количество знаков после запятой и представлять число в экспоненциальной форме.

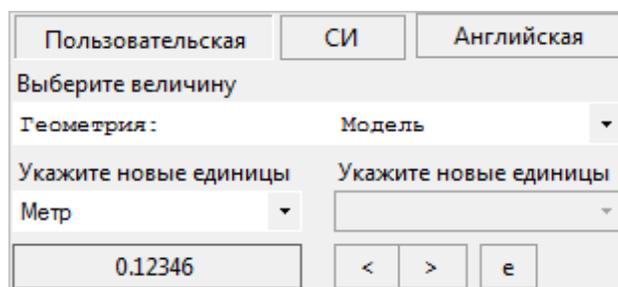


Рисунок 2.3 Единицы измерения

- **Сеть построений** – вспомогательный инструмент для создания и позиционирования фрагментов расчетной схемы относительно друг друга (рисунок 2.4). Для редактирования стандартного вида сети можно изменять следующие параметры:

- выбор сети построения: прямоугольная, полярная;
- задание параметров: шаг, количество, угол, радиус, по радиусу, по дуге;
- расположение в плоскостях параллельных координатным XOY, XOZ, YOZ или под углом к ним XYZ.

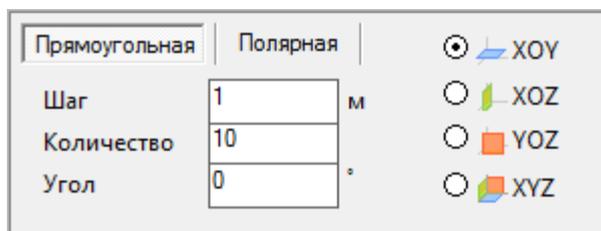


Рисунок 2.4 Сеть построений

### 2.1.2 Навигация в пространстве расчетной схемы

В ПК ЛИРА используется правая декартова система координат.

#### Вращение

Широкие возможности вращения позволяют комфортно работать как с большими проектами, так и с их фрагментами.

Для поворота расчетной схемы вокруг различных осей или выбора стандартной проекции просмотра нужно воспользоваться пунктом меню **Вид ⇨ Вращать модель** (рисунок 2.5). Вращение схемы осуществляется на величину приращения угла относительно:

- глобальных осей X, Y, Z;
- текущей позиции по нужному направлению.

 Положительным считается поворот против часовой стрелки, а отрицательным – по часовой стрелке, если смотреть с конца оси.

Также в панели активного режима можно задать проекцию для представления расчетной схемы:

- по глобальной оси Z – представление расчетной схемы в проекции на плоскость XOY, -XOY;
- по глобальной оси Y – представление расчетной схемы в проекции на плоскость XOZ, -XOZ;
- по глобальной оси X – представление расчетной схемы в проекции на плоскость YOZ, -YOZ;
- исходный вид – представление расчетной схемы в диаметрической проекции;
- дополнительный вид – представление расчетной схемы в изометрической проекции.

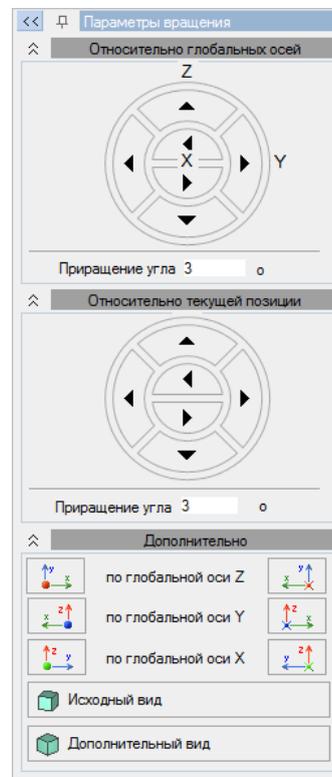


Рисунок 2.5 Параметры вращения

Операции по вращению модели возможно осуществлять, не находясь в активном режиме **Вращать модель**. Для этого необходимо воспользоваться сочетанием клавиш:

- «**Ctrl + колесико мыши**» – вращение относительно глобальных осей X, Y, Z;
- «**Ctrl + левая клавиша мыши**» – вращение относительно текущей позиции по нужному направлению;
- «**Ctrl + E**» – исходный вид.

Быстрый выбор проекции представления расчетной схемы возможен в контекстном меню (рисунок 2.6), появляющемся при клике правой клавишей мыши на рабочую область.

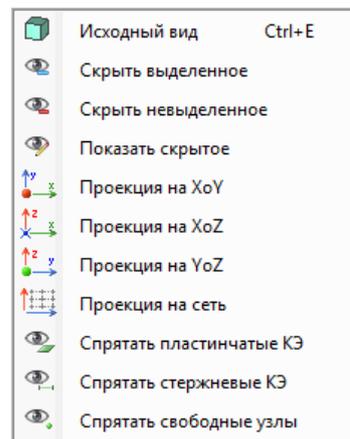


Рисунок 2.6 Контекстное меню

### Масштабирование

Еще одним важным инструментом при работе с расчетной схемой является масштабирование.

Чтобы пошагово уменьшить или увеличить схему (коэффициент уменьшения схемы для каждого шага 1.25) можно воспользоваться пунктом меню **Вид ⇨ Увеличить/Уменьшить панораму**.

Для размещения расчетной схемы с наиболее рациональным использованием площади рабочего окна необходимо перейти в пункт меню **Вид ⇨ Вписать в окно**. Также для этого можно использовать сочетание клавиш «**Ctrl+W**».

Для приближения/удаления расчетной схемы воспользуйтесь колесом мышки, при этом масштабирование будет выполняться относительно точки, находящейся под ее указателем.

Для более точного позиционирования фрагмента расчетной схемы воспользуйтесь пунктом меню **Вид ⇨ Увеличить в окне**, либо же кнопкой  на панели инструментов.

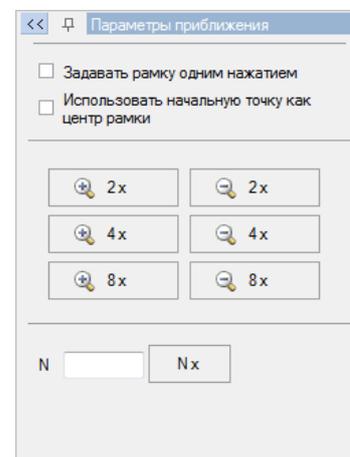


Рисунок 2.7 Режим Параметры приближения

Режим **Параметры приближения** (рисунок 2.7) используется для более детальной настройки отображения расчетной схемы и имеет следующие возможности:

- **Задать рамку одним нажатием** – захват нужной области производится одним нажатием левой клавиши мыши. Не отпуская зажатую левую кнопку мыши, тянуть в требуемом направлении;
- **Использовать начальную точку как центр рамки** – увеличение относительно центра. Для выбора центра/начальной точки кликнуть левой кнопкой мыши в нужном месте и потянуть в требуемом направлении.

## Фрагментация

При работе с расчетной схемой часто возникают потребности в отображении/скрытии тех или иных фрагментов расчетной схемы. Для этого можно воспользоваться пунктом меню **Вид** ⇒ **Скрыть выделенное/невыведенное, показать скрытое, спрятать объемные КЭ /одноузловые КЭ/пластинчатые КЭ/стержневые КЭ/свободные узлы**.

Для удобства использования этот функционал также продублирован в контекстном меню, появляющемся при клике правой кнопкой мыши по рабочей области (рисунок 2.6).

## 2.2 НАСТРОЙКИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

Для комфортной работы программный комплекс ПК ЛИРА предоставляет пользователю широкие возможности по настройке рабочей среды.

Вызов диалога настроек осуществляется через пункт меню **Сервис** ⇒ **Настройки среды**.

 Для применения параметров нажмите кнопку **Подтвердить**. Что бы закрыть диалог настройки без применения изменений нажмите кнопку **Отмена**.

**Настройки рабочей среды** ⇒ вкладка **Расположение** (рисунок 2.8)

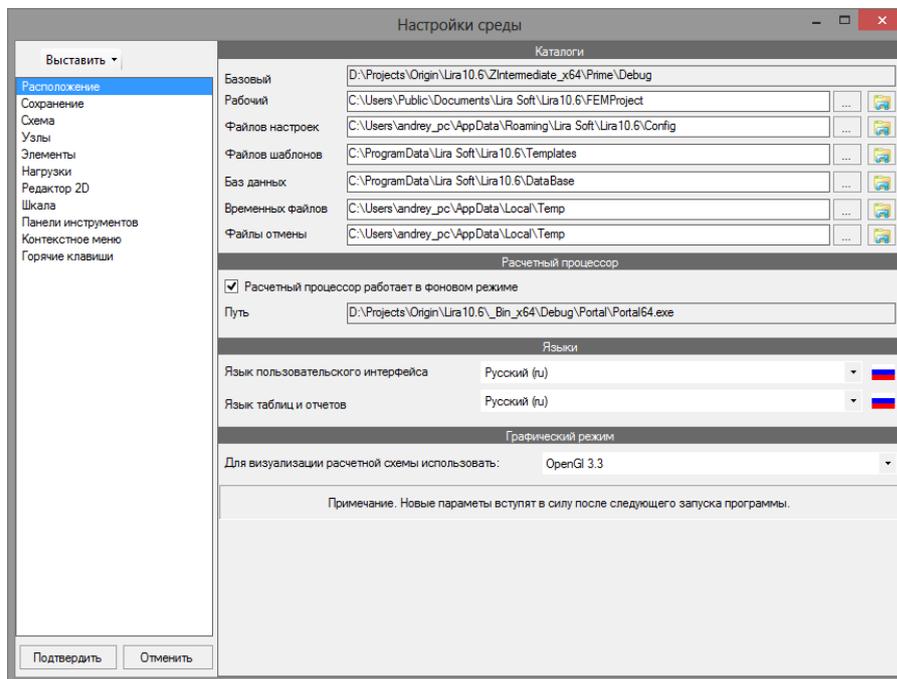


Рисунок 2.8 Вкладка **Расположение**

Данный пункт разделен на четыре блока.

В первом блоке **Каталоги** пользователь может просмотреть или изменить пути к стандартным каталогам ПК ЛИРА:

- **Базовый каталог** – место размещения главного исполняемого файла и файлов библиотек. Он не может быть изменен, так как этот путь задается на этапе инсталляции программы;
- **Рабочий каталог** – хранит файлы проектов/моделей, исходных данных, промежуточных результатов, а также результатов расчета программного комплекса;
- **Файлов настроек** – содержит файлы настроек программы;
- **Файлов шаблонов** – файлы шаблонов, используемых в ПК ЛИРА;
- **Баз данных** – файлы баз данных, используемых для моделирования и расчета пользовательских задач;
- **Временных файлов** – каталог, в который попадают временные файлы, созданные во время функционирования программного комплекса;
- **Файлы отмены** – файлы, которые используются для работы undo/redo.

 *Будьте внимательны! Редактирование путей к стандартным каталогам ПК ЛИРА может негативно повлиять на работу программы. Изменения этих параметров вступают в силу после перезагрузки программы.*

Второй блок **Расчетный процессор** дает возможность посмотреть путь к расчетному процессору, который является неизменяемым.

Расчетный процессор может работать в двух режимах:

- **Расчетный процессор работает в фоновом режиме (выкл.)** – этот режим работы подразумевает запуск и работу расчетного процессора по подобию со старыми версиями. Вместо окна графической модели появляется окно расчетного процессора, которое показывает текущее состояние расчета;
- **Расчетный процессор работает в фоновом режиме (вкл.)** – этот режим работы характеризуется непрямым вызовом процессора. В этом режиме окно расчетного процессора не появляется. За ходом расчета можно следить по интерактивному протоколу расчета, который будет отображаться в нижней части рабочего окна ПК ЛИРА. Если в процессе расчета в протоколе вы увидите сообщения, содержащие списки элементов или узлов на голубом фоне, то для быстрой отметки узлов или элементов из этих списков достаточно выполнить двойной щелчок мыши на сообщении.

 *Для изменения вышеупомянутых параметров перезагрузка программы не требуется.*

В третьем блоке **Язык** пользователь имеет возможность изменять языковые настройки. Для смены языка интерфейса, таблиц и отчетов нажмите на соответствующий комбобокс и в выпадающем меню выберите нужный язык.

 *Изменения этих параметров вступают в силу после перезагрузки программы.*

Четвертый блок **Графический режим** позволяет пользователю выбрать версию **OpenGL**, которая будет использоваться при визуализации расчетной схемы. В текущей версии ПК ЛИРА доступно два режима:

- **OpenGL 1.1** – режим работы, использующий технологию OpenGL версии 1.1, которая работает в ранних версиях комплекса ЛИРА 10 и поддерживается большинством современных видеокарт;
- **OpenGL 3.3** – режим работы, использующий технологию OpenGL версии 3.3. Характеризуется значительным ускорением в работе по сравнению с предыдущим режимом. Все его преимущества проявляются при работе со схемами с большим количеством узлов и элементов.

Для выбора нажмите на комбобокс и в выпадающем меню выберите нужный режим.

 *Обратите внимание! При использовании режима OpenGL 3.3 программа автоматически проверит поддержку этой технологии вашей видеокартой. Если видеокарта не поддерживает этот режим, программа автоматически выберет графический режим по умолчанию – OpenGL 1.1. Для изменения этих параметров перезагрузка программы не требуется.*

**Настройки рабочей среды** ⇨ вкладка **Сохранение** (рисунок 2.9)

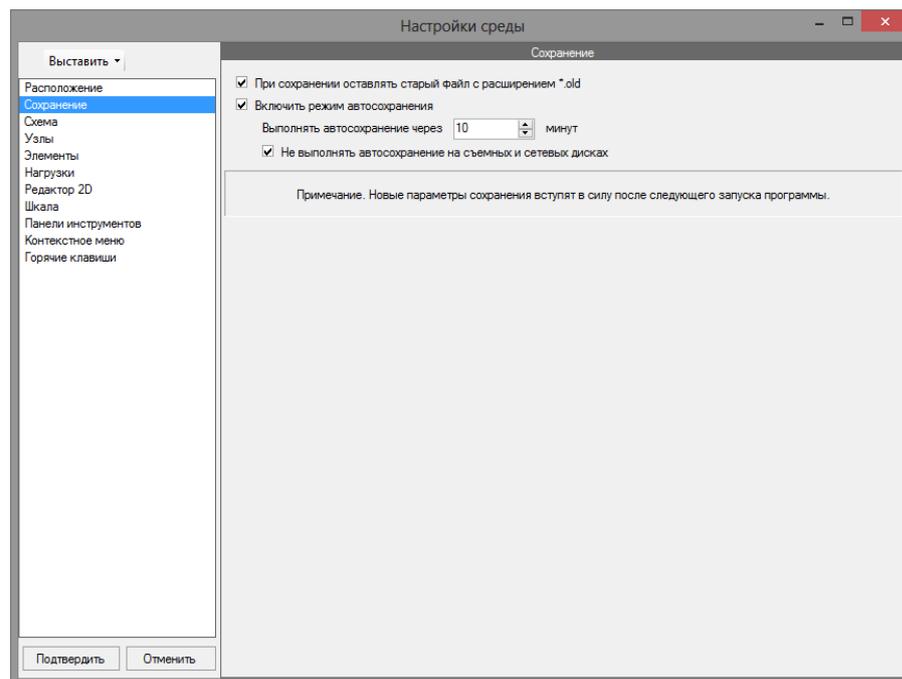


Рисунок 2.9 Вкладка **Сохранение**

В текущей вкладке пользователь имеет возможность управлять политикой сохранения и автосохранения файлов проекта.

**При сохранении оставлять файл с расширением \*.old** – при повторном сохранении задачи у существующего на диске файла будет изменено расширение на \*.old.

**Включить режим автосохранения** – дает возможность пользователю избежать потери данных при аварийных сбоях, зависаниях операционной системы и т.д. При этом в папке проекта будет автоматически создан файл с расширением \*AutoSave. В него полностью будет записано текущее состояние модели.

**Выполнять автосохранение через** – задает интервал, через который происходит автоматическое сохранение задач.

**Не выполнять автосохранение на съемных и сетевых дисках.** При запуске задач большого размера со съемных/сетевых устройств существует вероятность того, что автосохранение может выполняться долгое время или завершится с ошибкой из-за ограничений по скорости записи на носитель, передачи данных через сетевое устройство, количества свободного пространства на накопителе. Поэтому пользователь может решить, каким образом программе следует поступать в данной ситуации.

 *Изменения этих параметров вступают в силу после перезагрузки программы.*

**Настройки рабочей среды** ⇨ вкладка **Схема** (рисунок 2.10)

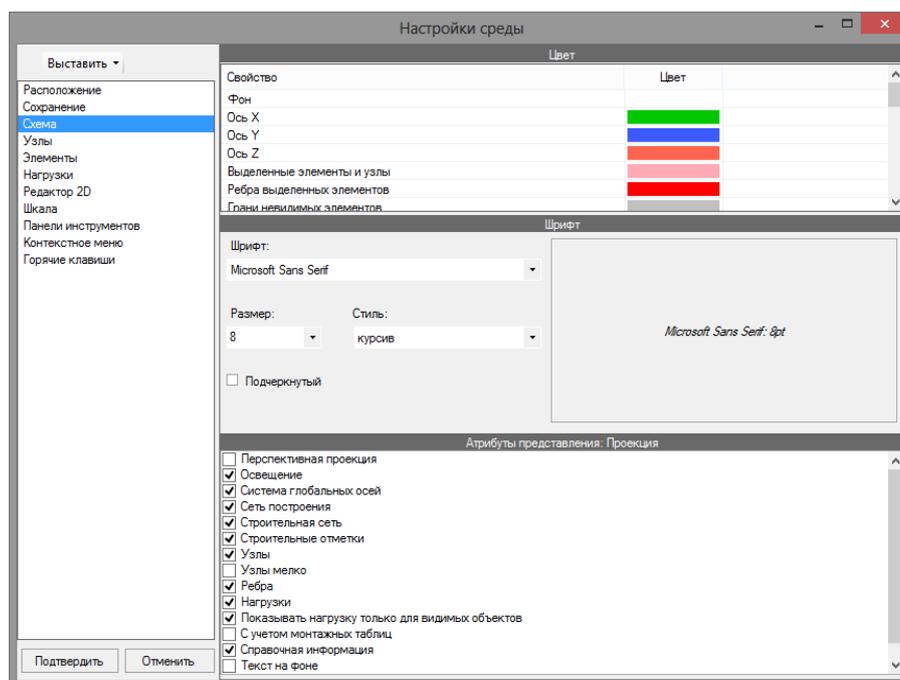


Рисунок 2.10 Вкладка **Схема**

Этот пункт разделен на три блока.

В первом блоке **Цвет** пользователь может подобрать для себя цветовую гамму, назначая требуемый цвет на нужный элемент графической схемы. Для этого пользователю нужно кликнуть по требуемой ячейке и выбрать нужный цвет.

Второй блок **Шрифт** задает основные характеристики текста в программе:

- **Шрифт** – задает тип шрифта. Для выбора шрифта текста/подписей в программе нажмите на комбобокс и выберите требуемое семейство из доступных в списке;

- **Размер** – задает размер символов выбранного шрифта. Для того чтобы задать параметр, нажмите на комбобокс и выберите требуемый размер;
- **Стиль** – выставляет требуемый стиль. Для того чтобы задать параметр, нажмите на комбобокс и выберите требуемый стиль;
- **Подчеркнутый** – добавляет подчеркивание под символом.

В третьем блоке **Атрибуты представления: Проекция** указываются умалчиваемые атрибуты представления, которые будут автоматически назначаться всем вновь созданным проекциям, в том числе и при создании новой расчетной схемы.

 Для изменения этих параметров перезагрузка программы не требуется.

**Настройки рабочей среды** ⇨ вкладка **Узлы** (рисунок 2.11)

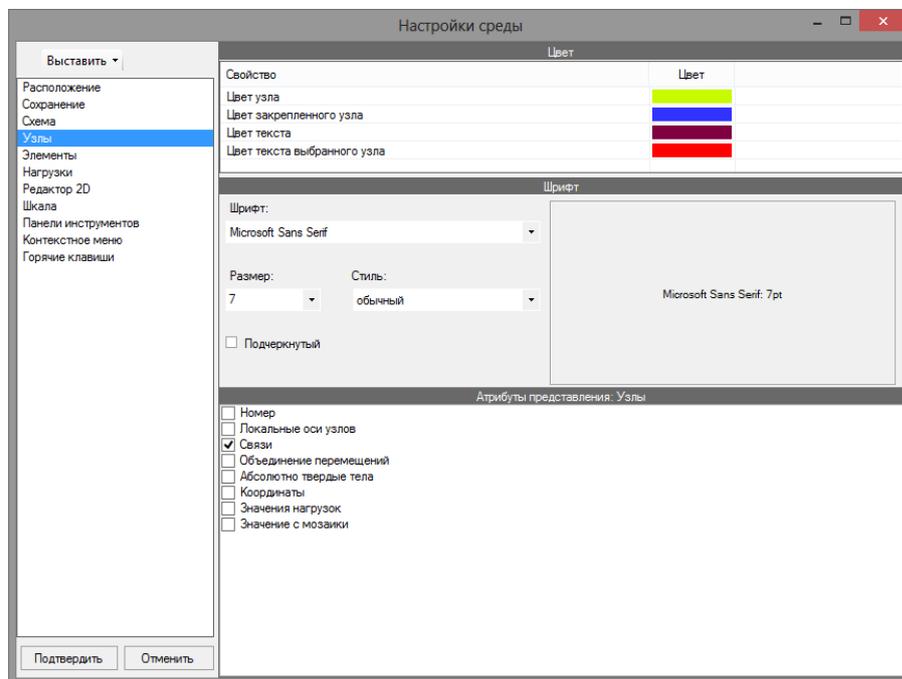


Рисунок 2.11 Вкладка **Узлы**

Текущий пункт разделен на три блока.

В первом блоке **Цвет** можно настроить все цвета, используемые при визуализации узлов расчетной схемы. Для этого нужно кликнуть по требуемой ячейке и выбрать нужный цвет.

Во втором блоке **Шрифт** задаются основные характеристики шрифта, который будет применяться при отображении информации для узлов.

В третьем блоке **Атрибуты представления: Узлы** указываются умалчиваемые атрибуты представления, которые будут автоматически назначаться всем вновь созданным узлам расчетной схемы.

 Для изменения этих параметров перезагрузка программы не требуется.

## Настройки рабочей среды ⇨ вкладка Элементы (рисунок 2.12)

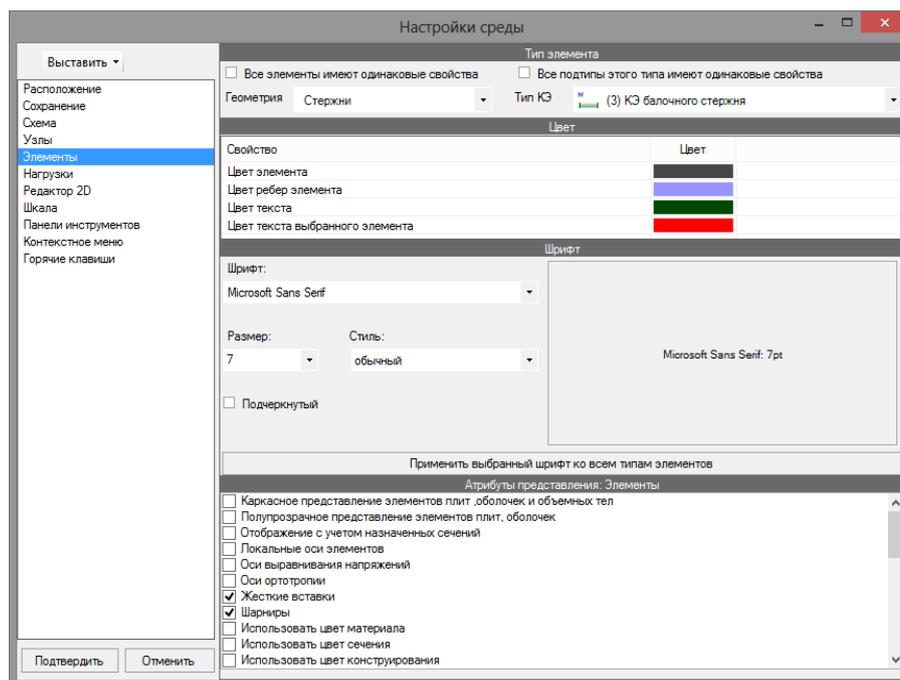


Рисунок 2.12 Вкладка Элементы

Этот пункт состоит из четырех блоков.

В первом блоке **Тип Элемента** ряд параметров определяют следующие настройки:

- **Все элементы имеют одинаковые свойства** – все дальнейшие изменения свойств будут применяться ко всем элементам независимо от их геометрии и типа;
- **Геометрия** – дает возможность выбрать тип элемента по геометрии для его последующей настройки. Все дальнейшие изменения будут относиться к этому геометрическому типу элемента;
- **Все подтипы этого типа имеют одинаковые свойства** – все дальнейшие изменения свойств будут применяться к элементам выбранного типа независимо от его типа КЭ;
- **Тип КЭ** – позволяет произвести настройку свойств для элементов соответствующего типа. Все дальнейшие изменения будут относиться к выбранному ранее геометрическому типу элемента и типу конечного элемента.

Во втором блоке **Цвет** можно настроить все цвета, используемые при визуализации элементов. Для этого нужно кликнуть по требуемой ячейке и выбрать нужный цвет.

В третьем блоке **Шрифт** задаются основные характеристики шрифта, который будет применяться при отображении информации для элементов.

В четвертом блоке **Атрибуты представления: Элементы** указываются умалчиваемые атрибуты представления, которые будут автоматически назначаться всем вновь созданным элементам расчетной схемы.



Для изменения этих параметров перезагрузка программы не требуется.

## Настройки рабочей среды ⇨ вкладка **Нагрузки** (рисунок 2.13)

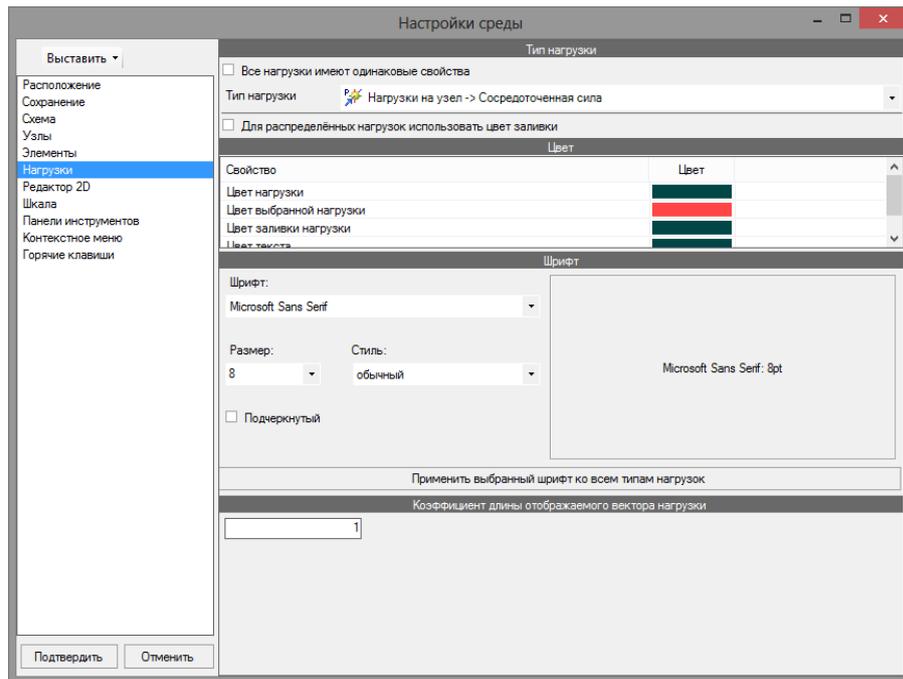


Рисунок 2.13 Вкладка **Нагрузки**

Этот пункт состоит из четырех блоков.

Первый блок – **Тип Нагрузки**. Определяет множество или конкретный тип нагрузки, для которого будут изменены свойства:

- **Все нагрузки имеют одинаковые свойства** – все дальнейшие изменения свойств будут применимы ко всем нагрузкам независимо от их типа;
- **Тип нагрузки** – дает возможность настроить отображение конкретной нагрузки;
- **Для распределенных нагрузок использовать цвет заливки** – если этот параметр включен, распределенные нагрузки будут рисоваться не только линиями контура, но и полупрозрачным заполнением. Включение этого параметра существенно увеличивает время перерисовки расчетной схемы.

Второй блок **Цвет** позволяет настроить все цвета, используемые при визуализации нагрузок. Для этого пользователю нужно кликнуть по требуемой ячейке и выбрать нужный цвет.

В третьем блоке **Шрифт** задаются основные характеристики шрифта, который будет применяться при отображении значений величин нагрузок.

Четвертый блок **Кoefficient длины отображаемого вектора нагрузки** дает возможность задать дополнительный коэффициент масштабирования, применяемый при отображении нагрузок.

 Для изменения этих параметров перезагрузка программы не требуется.

**Настройки рабочей среды** ⇨ вкладка **Редактор 2D** (рисунок 2.14)

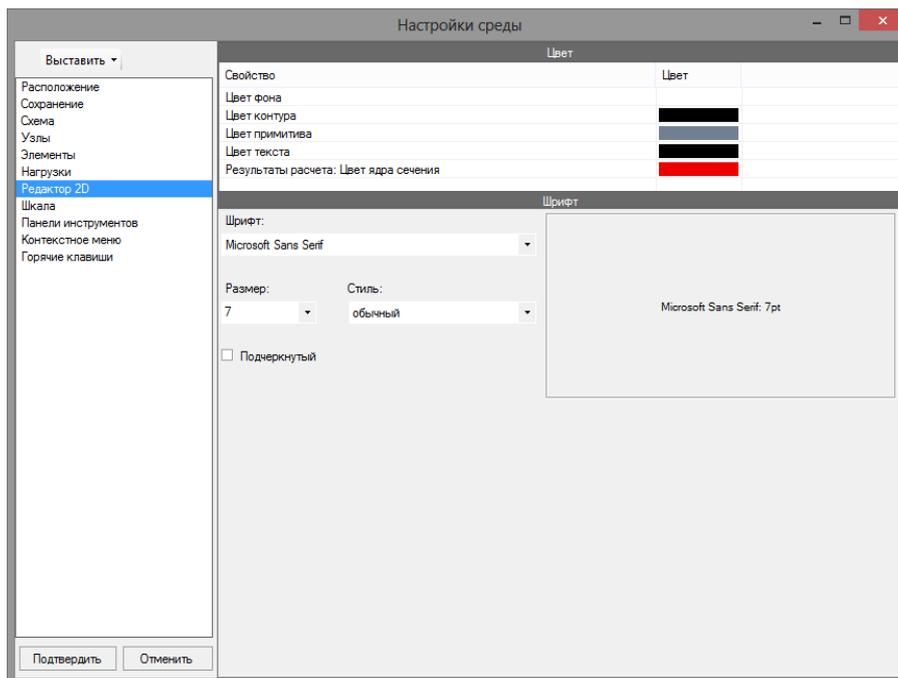


Рисунок 2.14 Вкладка **Редактор 2D**

Текущий пункт разделен на два блока.

В первом блоке **Цвет** можно настроить все цвета, используемые при работе в 2D редакторе. Для этого пользователю нужно кликнуть по требуемой ячейке и выбрать нужный цвет.

Второй блок **Шрифт** позволяет задать основные характеристики шрифта, который будет применяться при отображении текста в 2D редакторе.

 Для изменения этих параметров перезагрузка программы не требуется.

## Настройки рабочей среды ⇨ вкладка Шкала

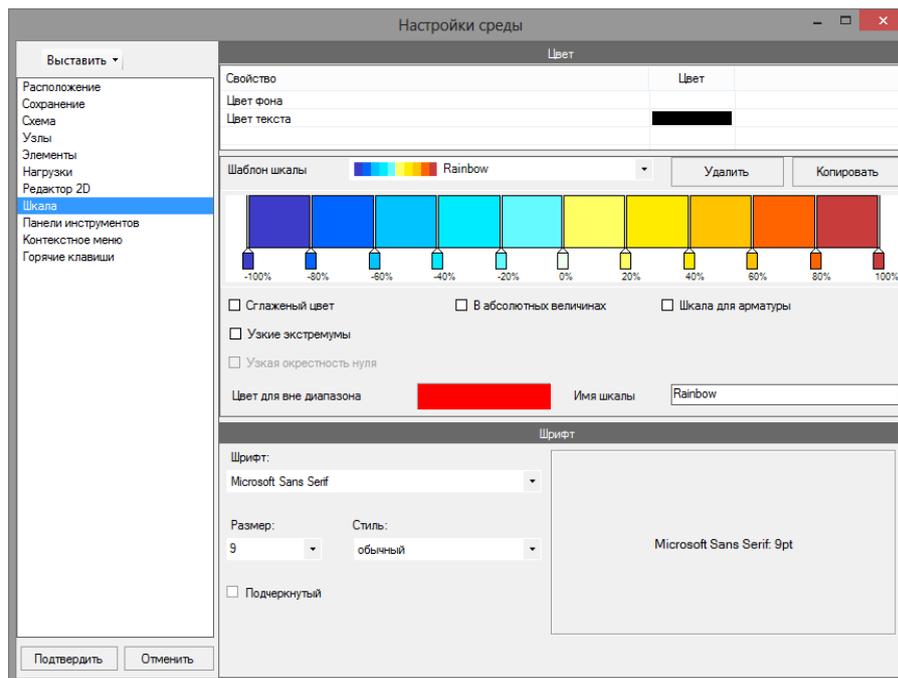


Рисунок 2.15 Вкладка **Шкала**, общий вид

Этот пункт состоит из двух блоков (рисунок 2.15).

В первом блоке **Цвет** задается цвет свойств объектов шкалы. Для этого пользователю нужно кликнуть по требуемой ячейке и выбрать нужный цвет.

Пользователь может создавать свои шаблоны шкалы. Ее значения могут задаваться в процентных и абсолютных величинах. По умолчанию шкала задана в процентном соотношении. Пользователь может менять требуемый диапазон шкалы, перетаскивая ползунок на нужную позицию. Одиночный клик по области шкалы добавляет новый диапазон. Также вы можете задать цвет необходимому диапазону, сделав клик правой кнопки мыши по ползунку и применив выбранный цвет.

**Шаблон шкалы** – нажмите на комбобокс и в выпадающем списке выберите нужный шаблон шкалы.

**Удалить** – удаляет текущий(выбранный) шаблон.

**Копировать** – копирует текущий(выбранный) шаблон.

**Сглаженный цвет** – задает сглаживание цвета.

**Узкие экстремумы** – задает отрисовку узких экстремумов на графической схеме.

**Узкая окрестность нуля** (доступна при включенных узких экстремумах) – задает отрисовку узкой окрестности нуля на графической схеме.

**Цвет для вне диапазона** – дает возможность выбрать цвет, который будет отображаться, когда значение попадет за пределы диапазона. Для этого нужно кликнуть по ячейке и выбрать нужный цвет.

**Имя шкалы** – задать имя шкалы.

Для того чтобы переключить шкалу на вид с абсолютными значениями нужно активировать флажок **В абсолютных величинах** (рисунок 2.16).

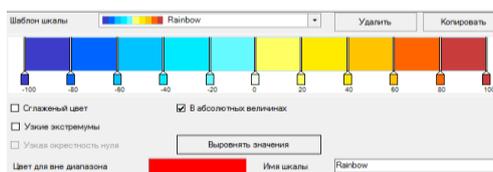


Рисунок 2.16 Вид вкладки **В абсолютных величинах**

**Выровнять значения** – производит выравнивание после пользовательских манипуляций с ползунками шкалы.

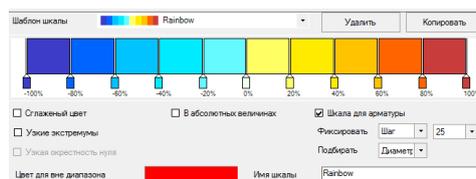


Рисунок 2.17 Вид вкладки **Шкала для арматуры**

Установить параметры для отображения шкалы и визуализации результатов расчета арматур можно в случае, если ее значения заданы в процентах. Поставьте флажок напротив **Шкала для арматуры**. Становятся доступными следующие параметры фиксирования и подбора (рисунок 2.17):

- **Фиксировать Шаг** ⇔ **Подбирать Диаметр**;
- **Фиксировать Диаметр** ⇔ **Подбирать Количество/Шаг**;
- **Фиксировать Количество** ⇔ **Подбирать Диаметр**.

Значения этих параметров пользователь задает в соседнем комбобоксе.

Второй блок **Шрифт** задает основные характеристики отображения текста шкалы в программе. Задаются аналогично настройке шрифта для проекции/узлов/элементов/нагрузок (см. настройку шрифта вкладки **Схема**).

 *Изменения этих параметров вступят в силу после перезагрузки программы.*

## Настройки рабочей среды ⇨ вкладка **Панели инструментов** (рисунок 2.18)

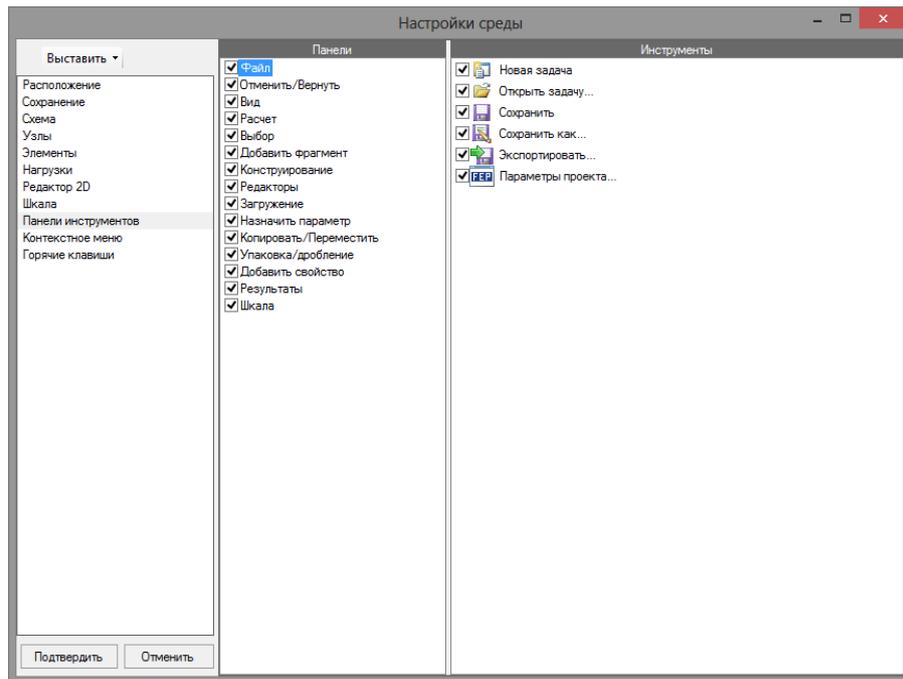


Рисунок 2.18. Вкладка **Панели инструментов**

Для гибкой настройки пользовательского интерфейса существует возможность подстраивать панели инструментов/элементы панелей инструментов под свои потребности (рисунок 2.19).



Рисунок 2.19. **Панель инструментов** ПК ЛИРА 10.4

В программном комплексе ПК ЛИРА все доступные панели инструментов представлены в первой форме с названием **Панели**. Выберите требуемую панель инструментов. Отметка напротив говорит о том, что данная панель будет отображена в программе. Соответственно, снятая отметка убирает текущую панель инструментов с главной формы программы.

Выбранная панель инструментов имеет свои встроенные элементы, которые отображены в форме **Инструменты**. Аналогично настройке панели инструментов, вы можете решать, какие элементы нужны для работы, а какие – нет. Активированный флажок напротив добавляет элемент на панель инструментов. Снятый – удаляет элемент с панели инструментов.

 *Перезагрузка программы не требуется.*

**Настройки рабочей среды ⇨ вкладка **Контекстное меню** (рисунок 2.20)**

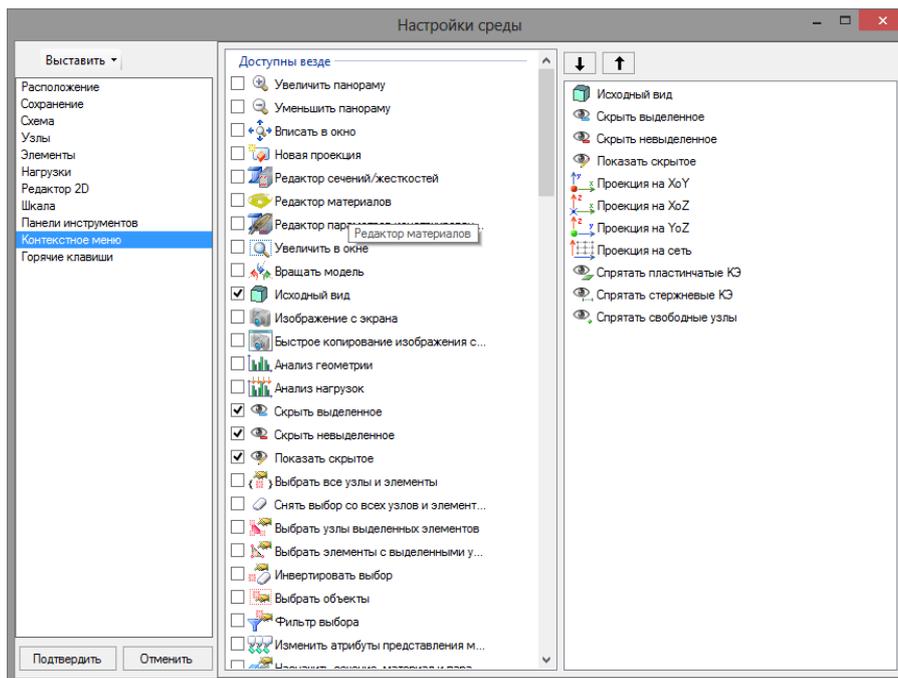


Рисунок 2.20. Вкладка **Контекстное меню**

Пользователь программы может настраивать элементы контекстного меню. Для его вызова нужно нажать правой кнопкой мыши в области графического редактора. Когда оно будет вызвано, то примет приблизительно следующий вид (рисунок 2.21).

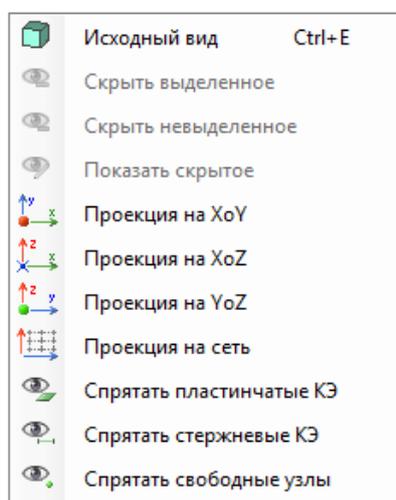


Рисунок 2.21. **Контекстное меню** ПК ЛИРА 10.4

Подобно настройке элементов панели инструментов, нужно выбрать требуемый элемент из всех доступных в списке **Доступны везде**, выставив метку напротив флажка. После этого выбранный элемент будет добавлен на крайнюю правую форму. Вы также можете настраивать порядок этих элементов, нажимая кнопки с метками ↑↓.

 *Перезагрузка программы не требуется.*

## Настройки рабочей среды ⇨ вкладка Горячие клавиши (рисунок 2.22)

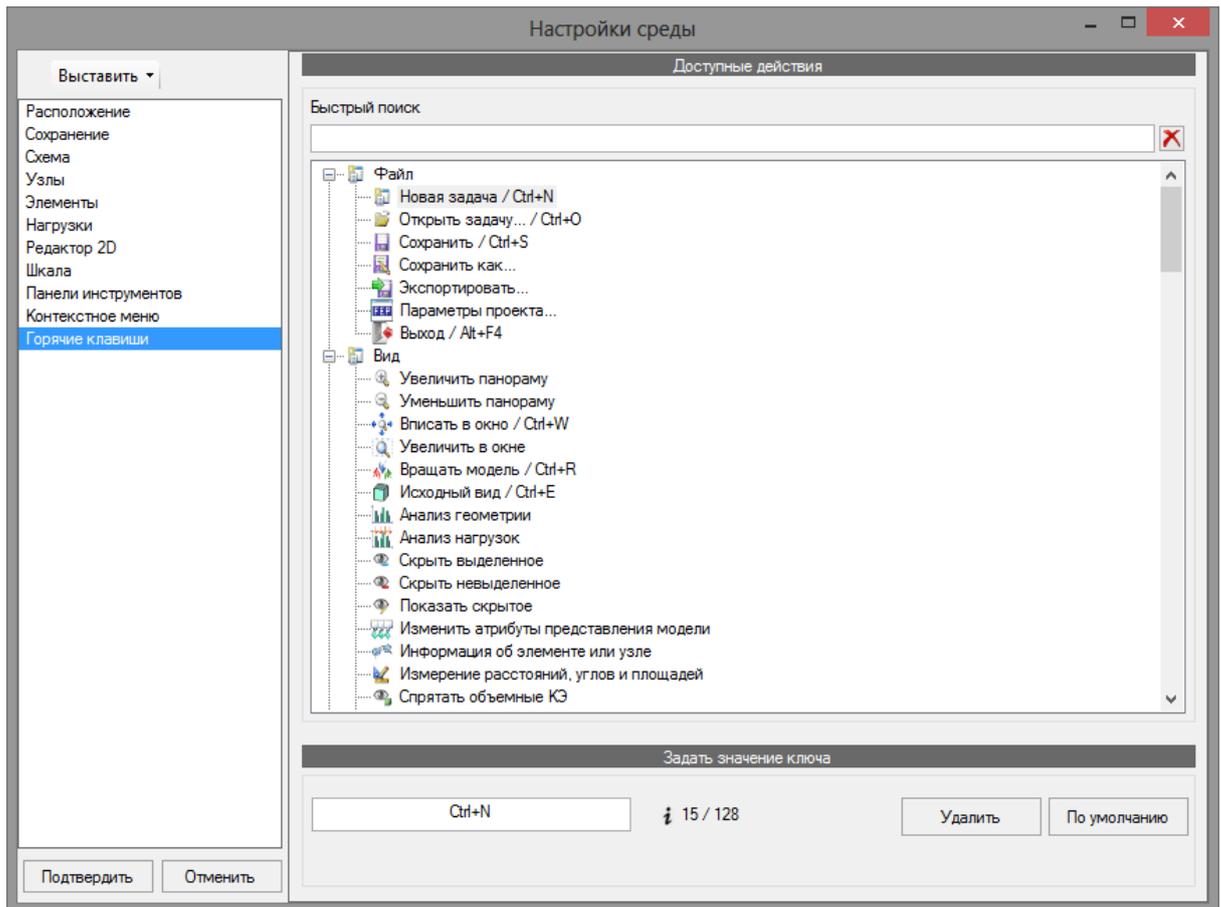


Рисунок 2.22. Вкладка **Горячие клавиши**

Данный пункт нужен для настройки вызова команд ПК ЛИРА по комбинации «горячих» клавиш и разделен на два блока.

В первом блоке **Доступные действия** пользователь должен выбрать команду/действие из всех доступных в древовидном списке. Для более удобного поиска нужной команды есть быстрый поиск. В строке **Быстрый поиск** введите искомое слово/словосочетания (от двух символов). Результат поиска будет выведен тут же в окне.

Во втором блоке **Задать значение ключа** нужно задать необходимую комбинацию клавиш для выбранной в предыдущем шаге команды. В текущей версии программы можно задать комбинацию из одной/двух клавиш – модификатора и простой. Также допускается использование функциональных клавиш. Если введенная вами комбинация уже назначена другой команде – будет выведено соответствующее предупреждение.

**Удалить** – при нажатии на кнопку **Удалить** выбранная комбинация будет удалена, а текущая команда больше не будет иметь с ней связи.

**По умолчанию** – выставить комбинации по умолчанию. При нажатии на кнопку **По умолчанию** будет установлен первоначальный сет значений горячих клавиш/команд.

Тут же на панели есть возможность увидеть количество команд с назначенными комбинациями горячих клавиш и общее количество команд.

 *Перезагрузка программы не требуется.*

## Настройки рабочей среды ⇔ Выставить

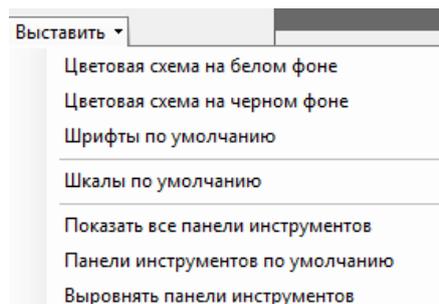


Рисунок 2.23. Команды из пункта меню **Выставить**

В этой выпадающей панели собраны команды, позволяющие вернуть состояние по умолчанию для следующих настроек:

- **Цвет/шрифт:**
  - **Цветовая схема на белом фоне** – сбрасывает пользовательскую цветовую схему на стандартную с белым фоном;
  - **Цветовая схема на черном фоне** – сбрасывает пользовательскую схему на цветовую схему с черным фоном;
  - **Шрифты по умолчанию** – все шрифты будут установлены по умолчанию;
- **Шкалы:**
  - **Шкалы по умолчанию** – установка шкалы по умолчанию;
- **Панели инструментов:**
  - **Показать все панели инструментов** – на главную форму будут добавлены все панели инструментов;
  - **Панели инструментов по умолчанию** – на главную форму будут добавлены панели инструментов по умолчанию;
  - **Выровнять панели инструментов** – произвести выравнивание всех добавленных на данную форму панелей инструментов.

### 2.3 СОЗДАНИЕ НОВОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

Для создания новой расчетной схемы воспользуйтесь пунктом меню **Файл ⇔ Новая задача** (комбинация клавиш «**Ctrl + N**») или выберите пункт **Создать новый проект** в окне начальной загрузки (рисунок 2.24)

В окне **Параметры проекта** указываются следующие данные:

- имя проекта;
- описание проекта;
- тип создаваемой задачи;
- использование в задаче нелинейных элементов и специальных систем расчета (МОНТАЖ, ДИНАМИКА +, МОСТ, PUSHOVER);
- путь сохранения проекта.

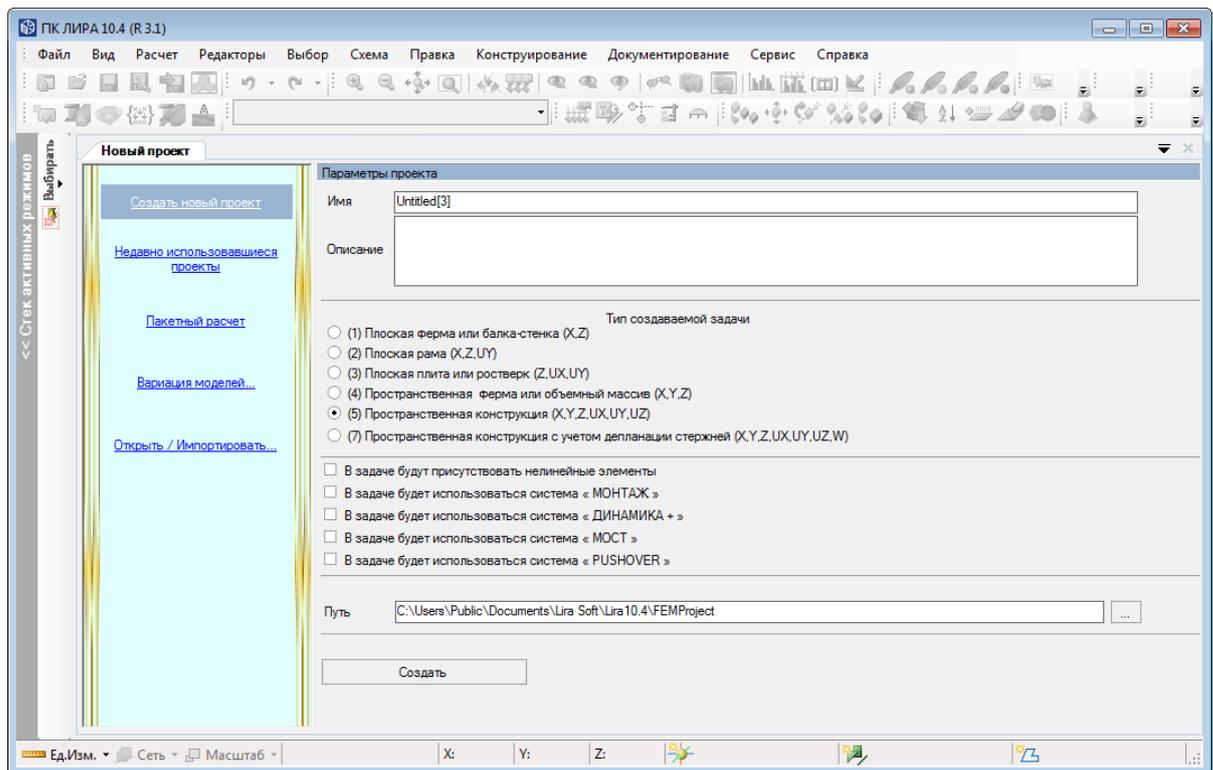


Рисунок 2.24 Окно начальной загрузки

**Имя проекта** указывается пользователем или создается автоматически программой (например, Untitled[3]).

В соответствующем поле ввода можно дать **Описание задачи** (является необязательным полем заполнения).

В зависимости от признака схемы необходимо выбрать **Тип создаваемой задачи**.

В общем случае каждый узел схемы имеет 6 степеней свободы: три линейных перемещения вдоль осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и три поворота вокруг осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Для расчетных схем, в которых количество степеней свободы в узле заведомо меньше 6 (плоские фермы, плоские рамы и т.п.), применяется так называемый признак схемы. В ПК ЛИРА задействованы шесть признаков схемы:

- **Признак (1) Плоская ферма или балка-стенка ( $X$ ,  $Z$ )** – схемы, располагаемые в плоскости  $XOZ$ ; каждый узел имеет 2 степени свободы – линейные перемещения вдоль осей  $X$ ,  $Z$ . В этом признаке схемы рассчитываются плоские фермы и балки-стенки;

- **Признак (2) Плоская рама ( $X$ ,  $Z$ ,  $UY$ )** – схемы, располагаемые в плоскости  $XOZ$ ; каждый узел имеет 3 степени свободы – линейные перемещения вдоль осей  $X$ ,  $Z$  и поворот вокруг оси  $Y$ . В этом признаке схемы рассчитываются плоские рамы и допускается включение элементов ферм и балок-стенок;

- **Признак (3) Плоская плита или ростверк ( $Z$ ,  $UX$ ,  $UY$ )** – схемы, располагаемые в плоскости  $XOY$ ; каждый узел имеет 3 степени свободы – линейное перемещение вдоль оси  $Z$  и повороты вокруг осей  $X$ ,  $Y$ . В этом признаке схемы рассчитываются балочные ростверки и плиты, допускается учет упругого основания;

- **Признак (4) Пространственная ферма или объемный массив (X, Y, Z)** – пространственные схемы, каждый узел которых имеет 3 степени свободы – линейные перемещения вдоль осей X, Y, Z. В этом признаке схемы рассчитываются пространственные фермы и объемные тела;

- **Признак (5) Пространственная конструкция (X, Y, Z, UX, UY, UZ)** – пространственные схемы общего вида с 6-ю степенями свободы в узле. В этом признаке схемы рассчитываются пространственные каркасы, оболочки и объемные тела;

- **Признак (7) Пространственная конструкция с учетом деформации стержней (X, Y, Z, UX, UY, UZ, W).**

Также выбираются дополнительные необходимые параметры создание проекта, а именно:

- В задаче будут присутствовать нелинейные элементы (см. Глава 11);
- В задаче будет использована система **МОНТАЖ** (см. Глава 11.5);
- В задаче будет использована система **ДИНАМИКА+** (см. Глава 13);
- В задаче будет использована система **МОСТ** (см. Глава 14);
- В задаче будет использована система **PUSHOVER** (см. Глава 12).

 В зависимости от выбранного признака схемы, дополнительных параметров и специальных систем расчета, некоторые операции по созданию схемы могут быть недоступны.

В поле **Путь** указан адрес размещения папки, в которой будет сохранен проект. После задания всех необходимых параметров нужно нажать кнопку **Создать**.

## 2.4 ДОБАВЛЕНИЕ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ

Для добавления узлов и элементов к расчетной схеме необходимо воспользоваться меню **Схема** (рисунок 2.25), либо панелью инструментов **Добавить фрагмент** (рисунок 2.26).

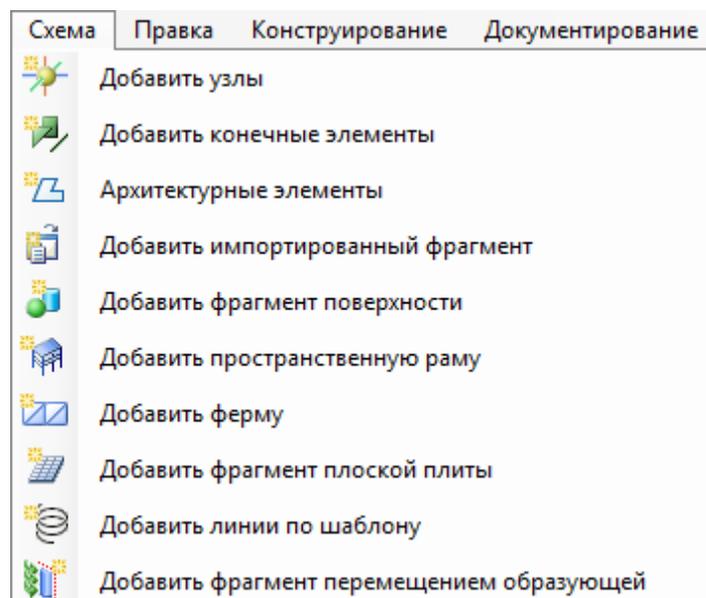


Рисунок 2.25 Команды для добавления новых узлов и элементов в меню **Схема**

Рисунок 2.26 Панель инструментов **Добавить фрагмент**

Для создания расчетной схемы существуют такие команды:

- добавить узлы;
- добавить конечные элементы;
- архитектурные элементы;
- добавить импортированный фрагмент;
- добавить фрагмент поверхности;
- добавить пространственную раму;
- добавить ферму;
- добавить фрагмент плоской плиты;
- добавить линии по шаблону;
- добавить фрагмент перемещением образующей.

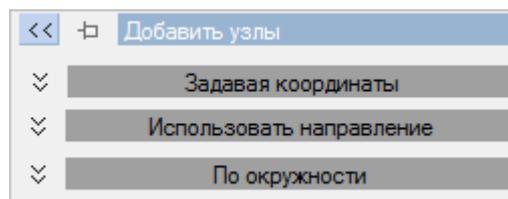
### Добавление узлов

Для добавления узлов в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇨ **Добавить узлы**, либо же кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить узлы**, который предоставляет следующие возможности задания узла/узлов:

- **По координатам** – задание значений координат новых узлов в соответствующих полях ввода;
- **На Сети построения** – добавление в расчетную схему новых узлов указанием курсором мыши на точки пересечения сети построения.

Рассмотрим задание узлов по координатам.

Используется диалоговое окно **Добавить узлы**, которое содержит три закладки (рисунок 2.27).

Рисунок 2.27 Режим **Добавить узлы**

- **Задавая координаты**

Необходимо задать значения координат нового узла в соответствующих полях ввода (рисунок 2.28).



Рисунок 2.28 Поля для задания координат узла

На экране появится новый узел/узлы в виде пиктограммы .

Чтобы подтвердить расположение узла/узлов, необходимо нажать на кнопку **Добавить** (рисунок 2.29).

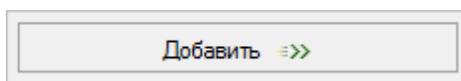


Рисунок 2.29

- **Использовать направление**

Закладка предназначена для задания значений координат нового узла при помощи направляющего вектора.

Существует два способа задания узла/узлов.

- Способ первый:

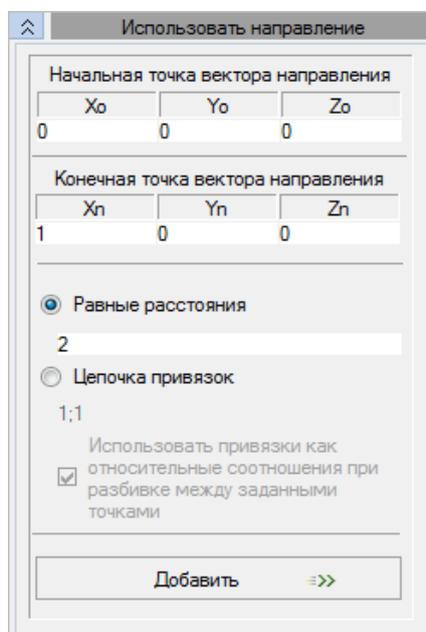


Рисунок 2.30 Вкладка **Использовать направление**

При активной панели **Использовать направление** (рисунок 2.30) необходимо ввести координаты начальной точки вектора направления. На экране появится начальная точка вектора направления в виде пиктограммы .

Также ввести координаты конечной точки вектора направления. На экране появится конечная точка вектора направления в виде пиктограммы .

Задать цепочку привязки в виде соотношения цифр  $a:b:c\dots z$ , где  $a,b,c\dots z$  – арабские числа.

 Если отметить флажком **Использовать привязки как относительные соотношения при разбивке между заданными точками**, то привязки будут использоваться, как коэффициенты к реальному расстоянию между начальной и конечной точками.

Если отсутствует отметка флажком **Использовать привязки как относительные соотношения при разбивке между заданными точками**, то цепочка привязок будет использоваться, как расстояния между точками в текущих единицах измерения.

На экране появится создаваемый узел/узлы в виде пиктограммы .

Чтобы подтвердить расположение узла/узлов, необходимо нажать на кнопку **Добавить**.

○ Способ второй:

Позволяет использовать существующие точки схемы. Для создания точек, лежащих между существующими точками, необходимо:

- вывести на экран фрагмент схемы с нужными точками;
- навести курсор на «начальную» точку, кликнув правой кнопкой мыши.

В появившемся окне (рисунок 2.31) выбрать пункт **Установить начальную точку вектора направления**;

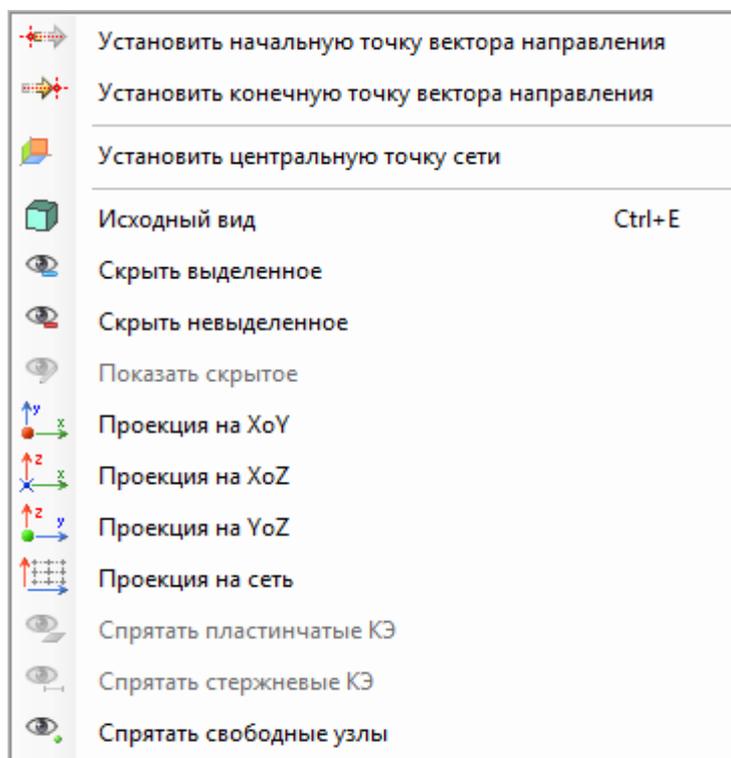


Рисунок 2.31 Контекстное меню после нажатия правой кнопкой мыши по «начальной» точке при задании узлов используя направление

- выполнить аналогичные действия для "конечной" точки, выбрав пункт **Установить конечную точку вектора направления**;
- установить необходимую **Цепочку привязок**.

На экране появится создаваемый узел/узлы в виде пиктограммы .

Чтобы подтвердить расположение узла/узлов, необходимо нажать на кнопку **Добавить**.

• **По окружности**

Добавление в расчетную схему новых узлов, расположенных по дуге окружности (рисунок 2.32).

Рисунок 2.32 Вкладка **По окружности**

В соответствующих полях ввода нужно задать координаты центра окружности, а также параметры окружности: радиус окружности (R), углы начала и конца дуги (Fi1) и (Fi2) (отсчет углов происходит против часовой стрелки).

В поле ниже задается количество узлов на окружности.

С помощью радиокнопки указывается плоскость, в которой должна располагаться окружность (плоскости X0Y, X0Z и Y0Z).

Для того, чтобы соединить узлы окружности стержнями, необходимо выставить соответствующий флажок.

Далее нажать кнопку **Добавить**.

**Добавление конечных элементов**

Для добавления элементов в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить конечные элементы**, либо же кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить элементы**, который предоставляет следующие возможности задания узла/узлов:

- параметрически – задание стержней с помощью полей ввода **Диалогового окна**;
- на сети построения – добавление в расчетную схему новых элементов указанием курсором мыши на точки пересечения сети построения.

Рассмотрим задание конечных элементов параметрическим способом.

При этом используется Диалоговое окно **Добавить элементы**, которое содержит четыре закладки (рисунок 2.33).

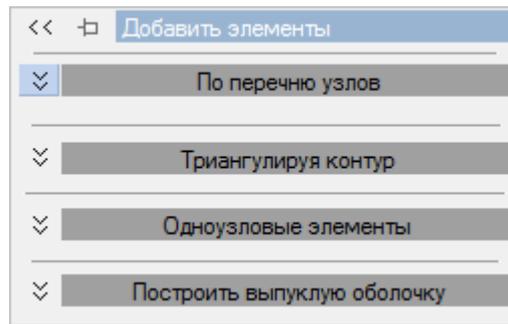


Рисунок 2.33 Режим **Добавить элементы**

- **По перечню узлов**

Для добавления в схему стержней, трехузловых и четырехузловых элементов плиты, необходимо ввести номера узлов, используя в качестве разделителей символы «,» или «пробел» (рисунок 2.34).

 *Каждый элемент, с соответствующим перечнем узлов, записывается в новой строке. Переход на следующую строку происходит автоматически. Флажок **Учитывать промежуточные узлы** (узлы, лежащие между двумя указанными узлами) ставится для добавления в схему стержней. Установленный флажок означает, что стержень сразу же будет разбит на несколько стержней в соответствии с количеством промежуточных узлов.*

Чтобы подтвердить расположение элемента/элементов, необходимо нажать на кнопку **Добавить**.

- **Триангулируя контур**

Команда выполняется после формирования контура плоского фрагмента и вызывает на экран диалоговое окно, в котором задается вид триангуляции: **Заполнение контура** (рисунок 2.35), **Делоне** (рисунок 2.36), **Регулярная сеть** (рисунок 2.37).

Для выбора вида триангуляции необходимо активировать одну из радиокнопок:

- **Заполнение контура** – позволяет создать контур плоского фрагмента. Заполнение контура осуществляется минимальным количеством пластинчатых элементов, без добавления узлов на контуре и внутри контура. Между узлами автоматически образуется «резиновый контур». В доступных окнах нужно установить флажок:
  - объединять в четырехугольники (разбиение происходит автоматически на четырехугольники);
  - при вводе контура учитывать промежуточные узлы;

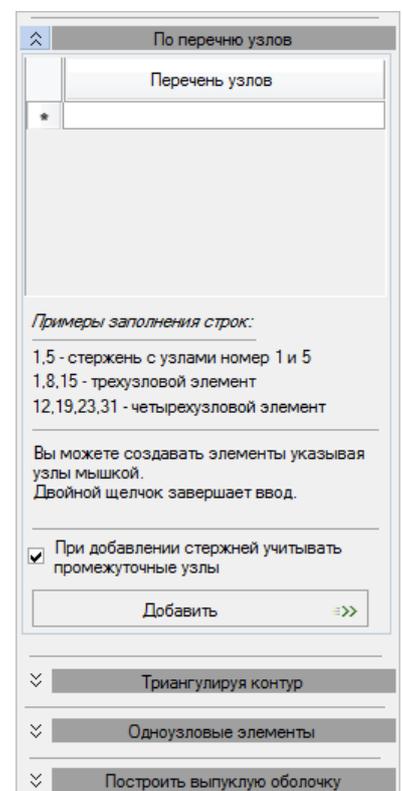


Рисунок 2.34 Вкладка **По перечню узлов**

- отображать итоговую сеть (при построении контура будет отображаться итоговая сеть);

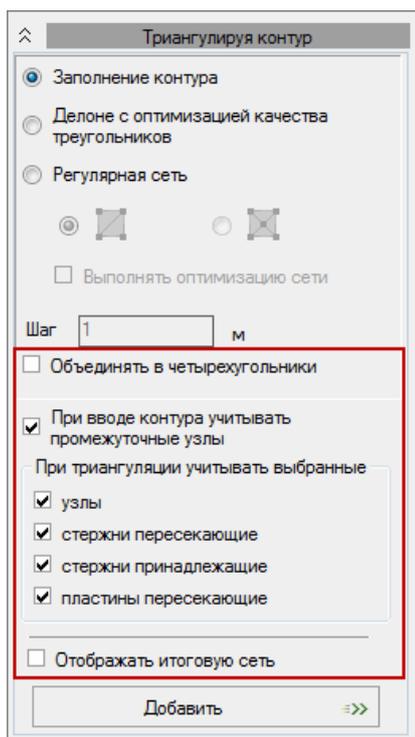


Рисунок 2.35. Заполнение контура

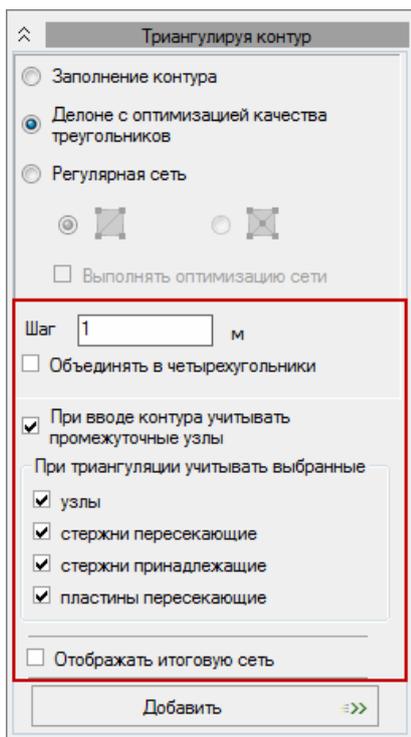


Рисунок 2.36. Делоне с оптимизацией качества треугольников

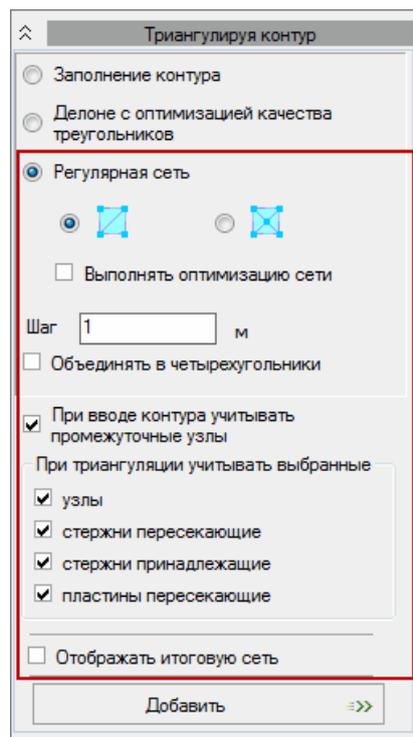


Рисунок 2.37. Регулярная сеть

- **Делоне с оптимизацией качества треугольников** – выполняется заполнение контура с проверкой на выполнение критерия Делоне и оптимизации геометрии КЭ. В доступных окнах установить флажок:
  - шаг разбивки – в текущих единицах измерения;
  - объединять в четырехугольники;
  - при вводе контура учитывать промежуточные узлы;
  - отображать итоговую сеть;
- **Регулярная сеть** – выполняется заполнение контура с проверкой геометрического качества КЭ. При активизации этой радиокнопки предоставляется выбор способа разбивки КЭ. Для этого нужно активировать одну из радиокнопок . В доступных окнах нужно установить флажок:
  - выполнять оптимизацию сети – выполняется оптимизация сети по Лапласу;
  - шаг разбивки в текущих единицах измерения;
  - объединять в четырехугольники – элементы, создаваемые при триангуляции, автоматически объединяются в четырехугольные;
  - при вводе контура учитывать промежуточные узлы;
  - отображать итоговую сеть.

После задания необходимых параметров нажать кнопку **Добавить**.

- **Одноузловые элементы**

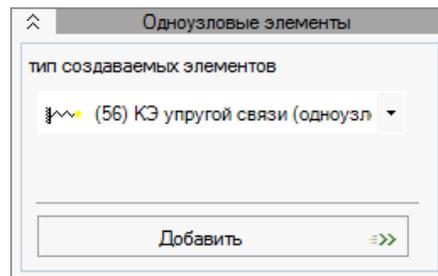
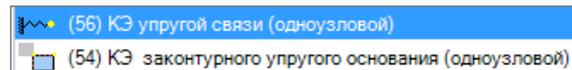
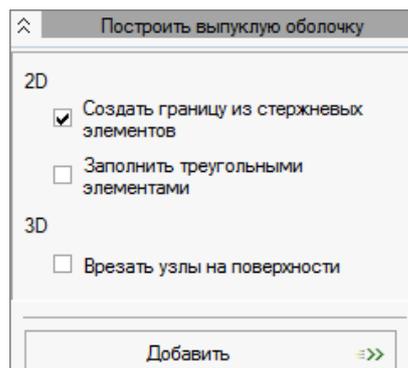
Рисунок 2.38 Вкладка **Одноузловые элементы**

Рисунок 2.39 Перечень возможных типов одноузловых элементов

Для задания необходимо выделить существующий узел, затем выбрать в выпадающем окне нужный тип создаваемого элемента и нажать кнопку **Добавить** (рисунки 2.38 и 2.39).

- **Построить выпуклую оболочку**

Рисунок 2.40 Вкладка **Построить выпуклую оболочку**

Используется автоматическое определение алгоритма построения выпуклой оболочки. Если через все выделенные узлы возможно провести плоскость, работает 2D алгоритм построения выпуклой оболочки, если нельзя, то используется 3D алгоритм.

При работе 2D алгоритма (создается КЭ или группа КЭ из выделенных на экране узлов в одной из выбранных плоскостей):

- создать границу из стержневых элементов – автоматически создается выпуклый стержневой контур, опоясывающий отмеченные узлы;
- заполнить треугольными элементами – автоматическая триангуляция выпуклого контура треугольными элементами между отмеченными узлами.

При работе 3D алгоритма (создается пространственная схема из выделенных на экране узлов):

- автоматически выполняется врезка выделенных узлов, лежащих на поверхности.

После задания необходимых параметров нажать кнопку **Добавить** (рисунок 2.40).

## Добавление архитектурных элементов

Для добавления архитектурных элементов в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Архитектурные элементы**, либо же кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Архитектурные элементы**.

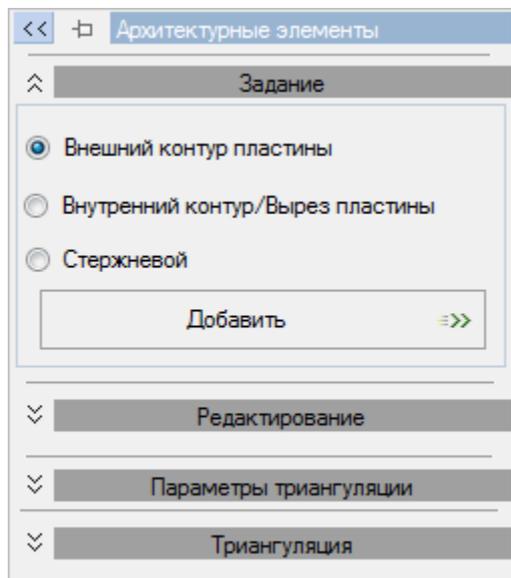


Рисунок 2.41 Режим **Добавление архитектурных элементов**

- **Задание**

Во вкладке **Задание** (рисунок 2.41) необходимо активировать одну из радиокнопок для выбора типа элемента, который необходимо добавить – **Стержневой**, **Внешний**, **Внутренний контур/Вырез пластины**.

Внутренний контур может отсекают часть внешнего контура или попадать полностью внутрь.

После нажатия кнопки **Добавить** архитектурные примитивы задаются в виде полигона (в окне **Главного вида** по точкам указывается контур, который образует элемент).

- **Редактирование**

Режим предназначен для редактирования уже заданных элементов.

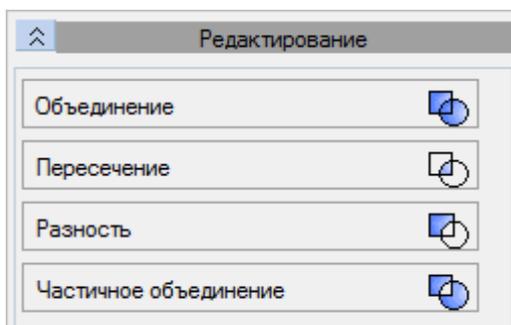


Рисунок 2.42 Режим **Редактирование**

Для начала необходимо выделить элементы при помощи команды , либо комбинацией клавиш «**Ctrl + Shift + левая кнопка мыши**» в окне **Главного вида**, затем на панели активного режима (рисунок 2.42) выбрать операцию редактирования: **Объединение**, **Пересечение**, **Разность** или **Частичное объединение**.

Также можно выполнять редактирование в окне **Главного вида** с помощью перетаскивания точек контура или с помощью контекстного меню (рисунок 2.43):

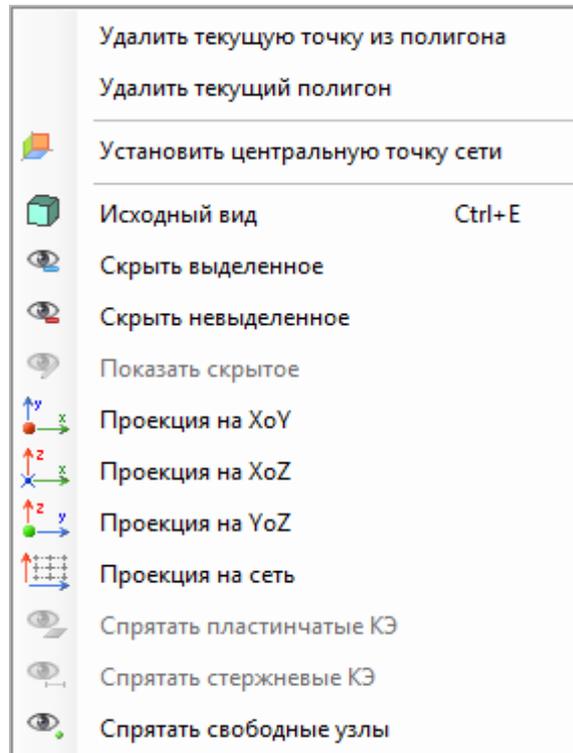


Рисунок 2.43 Контекстное меню в режиме редактирования

#### • Параметры триангуляции

После того как архитектурные примитивы заданы и отредактированы, им можно назначить **Параметры триангуляции**.

Для этого в окне **Главного вида** необходимо выделить элементы при помощи команды , либо комбинацией клавиш «**Ctrl + Shift + левая кнопка мыши**», затем во вкладке **Параметры триангуляции** (рисунок 2.44) активировать одну из радиокнопок выбора **Метода** триангуляции, задать **Шаг** и нажать кнопку **Назначить**. С назначенных элементов автоматически снимается выделение.

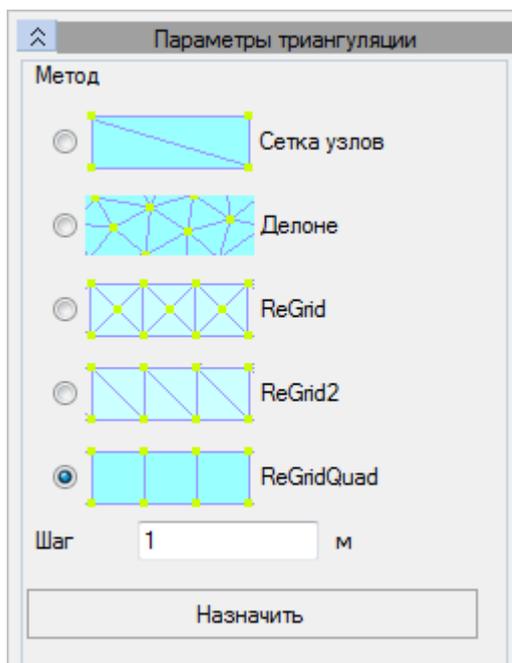


Рисунок 2.44 Режим задания параметров триангуляции

### • Триангуляция

Для выполнения триангуляции по заданным ранее параметрам необходимо на панели активного режима перейти во вкладку **Триангуляция** и нажать кнопку **Триангулировать**.



Рисунок 2.45 Вкладка **Триангуляция**

Перед триангуляцией есть возможность учитывать (рисунок 2.45):

- другие архитектурные элементы;
- сеть конечных элементов.

При необходимости предлагается выполнить автосохранение.

### Добавление импортированного фрагмента

Для добавления импортированного фрагмента в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить импортированный фрагмент** или кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Импортировать** (подробнее смотрите в Приложении Б).

## Добавление фрагмента поверхности

Для добавления фрагмента поверхности в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить фрагмент поверхности**, либо же кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить поверхность** (рисунок 2.46), с помощью которого возможна генерация стержневых или пластинчатых объемных поверхностей.

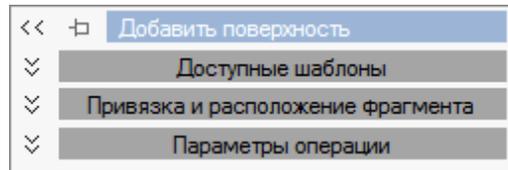


Рисунок 2.46

- **Доступные шаблоны**

Из перечня шаблонов выберите необходимый (рисунок 2.47).



Рисунок 2.47

- **По функции**

На выбор предоставляются поверхности вида (рисунок 2.48):

- $Z = f(U, V)$
- $R = f(U, V)$
- $\begin{cases} X = f(U, V) \\ Y = f(U, V) \\ Z = f(U, V) \end{cases}$

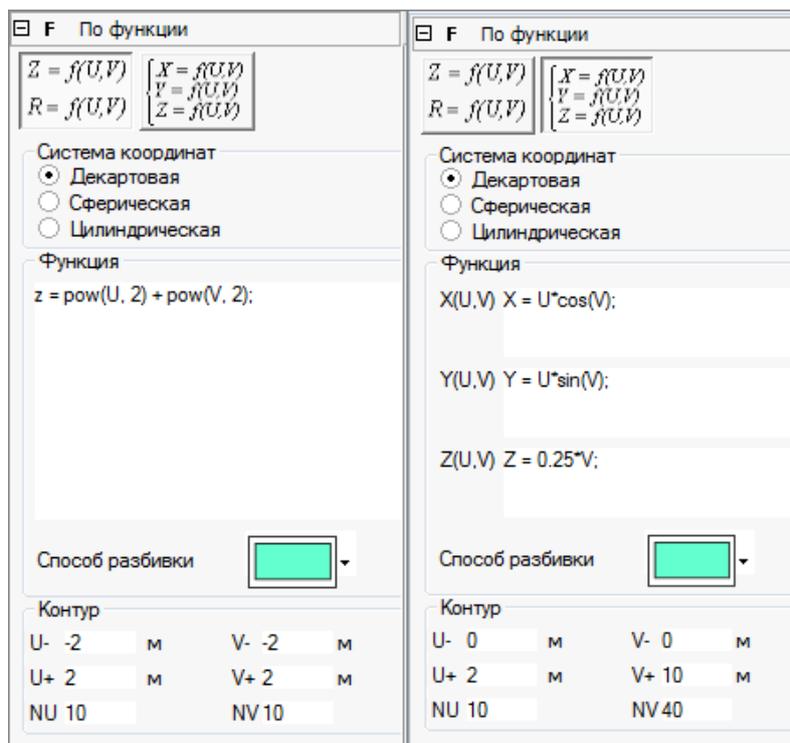


Рисунок 2.48

Кнопка  $Z = f(U, V)$   
 $R = f(U, V)$

При нажатой кнопке в соответствующее поле ввода записывается формула поверхности:

- $Z = f(U, V)$  – для декартовой системы координат, где  $U, V, Z$  – координаты  $X, Y, Z$  рассматриваемой точки;
- $R = f(U, V)$  – для сферической системы координат, где:  $R$  – расстояние от начала координат до рассматриваемой точки;  $U$  – угол между осью  $Z$  и отрезком, соединяющим начало координат и рассматриваемую точку;  $V$  – угол между осью  $X$  и проекцией отрезка, соединяющего начало координат с рассматриваемой точкой, на плоскость  $XY$ ;
- $R = f(U, V)$  – для цилиндрической системы координат, где:  $R$  – расстояние от рассматриваемой точки до оси  $Z$ ;  $U$  – угол между осью  $X$  и ортогональной проекцией рассматриваемой точки на плоскость  $XY$ ;  $V$  – координата  $Z$  рассматриваемой точки.

 Синтаксис формульного задания поверхностей должен полностью соответствовать синтаксису и правилам использования языка программирования C#. То есть, допускается создание пользовательских переменных любых типов данных, доступных в C#, использование любых видов циклов, написание различных условий и ограничений на параметры функций, и т.д.

Таблица 2.1. Список базовых функций и констант

Название функции	Описание функции	Название функции	Описание функции
Sin(x)	Синус	Log(x)	Натуральный логарифм
Cos(x)	Косинус	log10(x), lg(x)	Логарифм по основанию 10
Tan(x)	Тангенс	Sqrt(x)	Корень квадратный
Asin(x)	Арксинус	Pow(x,n)	Возведение x в степень n, $x^n$
Acos(x)	Арккосинус	Abs(x)	Абсолютная величина числа
Atan(x)	Арктангенс	Exp(x)	Вычисление экспоненты
Sinh(x)	Гиперболический синус	pi	Константа $\pi = 3,1415926535$
Cosh(x)	Гиперболический косинус	e	Константа $e = 2,7182818284$
Tanh(x)	Гиперболический тангенс	—	—

В таблице 2.1 перечислены основные математические функции и константы, которые можно использовать для задания функций поверхности.

#### Пример 2.4.1 (рисунок 2.49)

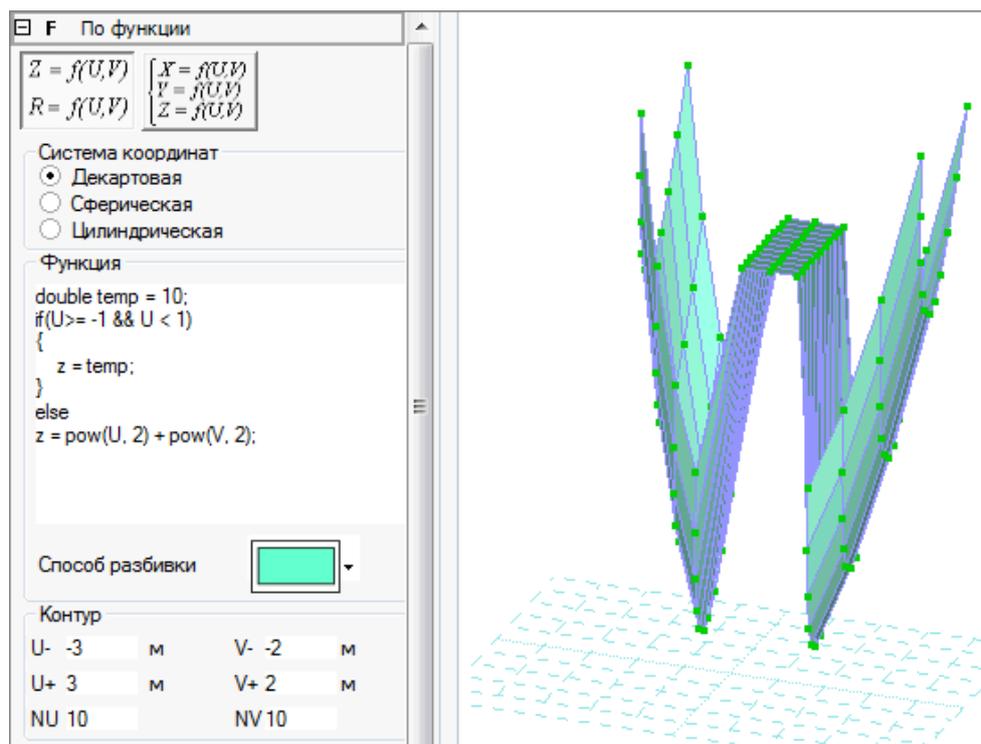


Рисунок 2.49

 Регистр символов в строке написания формулы не имеет значения.

В выпадающем окне выберите **Способ разбивки**.

Для задания контура в соответствующих полях ввода укажите граничные значения координат U и V, а также количество точек на контуре N.

По завершению нажмите кнопку **Использовать фрагмент**.

$$\text{Кнопка} \begin{cases} X = f(U, V) \\ Y = f(U, V) \\ Z = f(U, V) \end{cases}$$

Предназначена для задания поверхностей, описанных системой уравнений.

Необходимо выбрать систему координат для построения поверхности.

В соответствующих полях ввода задать функции X, Y, Z.

Затем выбрать **Способ разбивки** и задать контур (в полях **U-**, **U+**, **V-**, **V+** задаются минимальные и максимальные границы задаваемого параметра; **UN**, **VN** – число дроблений соответствующего участка).

Нажать кнопку **Использовать фрагмент**.

**Пример 2.4.2** (рисунки 2.50 и 2.51)

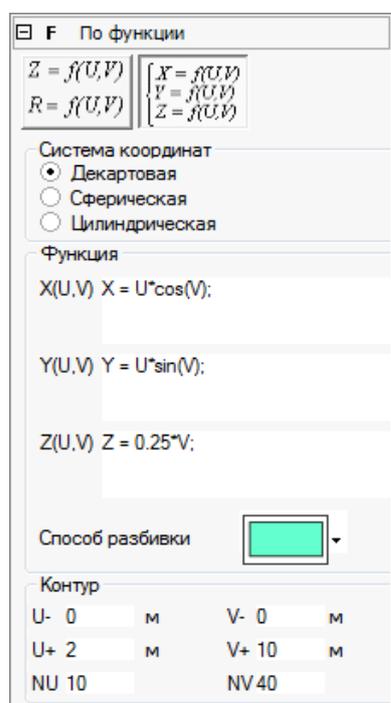


Рисунок 2.50

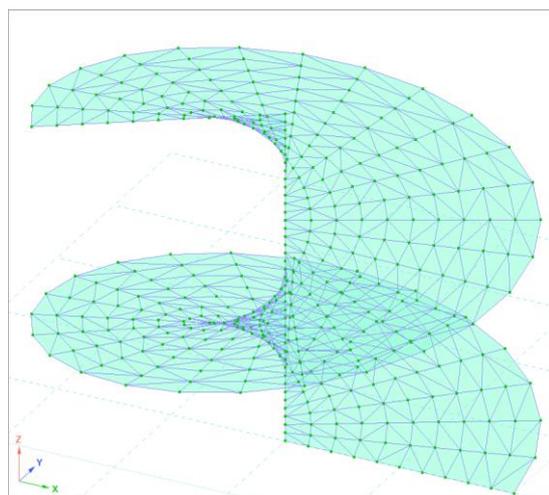


Рисунок 2.51

○ **Куб**

Необходимо задать **Основные параметры** (рисунок 2.52):

- **Габариты по X/Y/Z** – длина фрагмента по оси X/Y/Z в текущих единицах измерения;
- **Шагов по X/Y/Z** – количество шагов габаритов по оси X/Y/Z.

Выбрать **Способ разбивки**.

Нажать кнопку **Использовать фрагмент**.

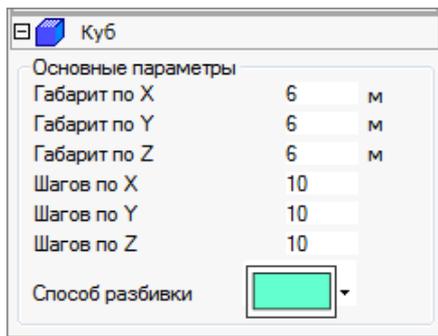


Рисунок 2.52

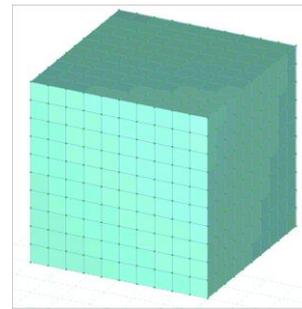


Рисунок 2.53

○ **Конус**

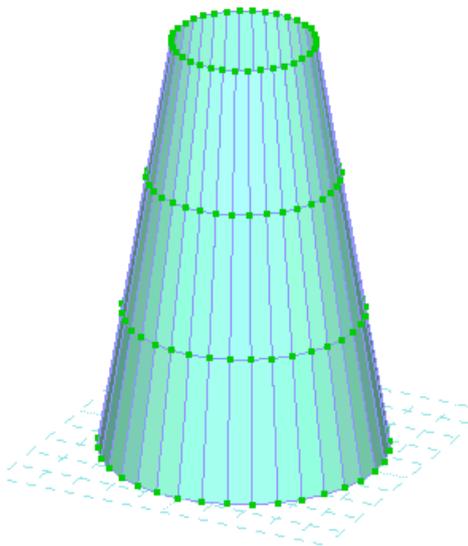


Рисунок 2.54

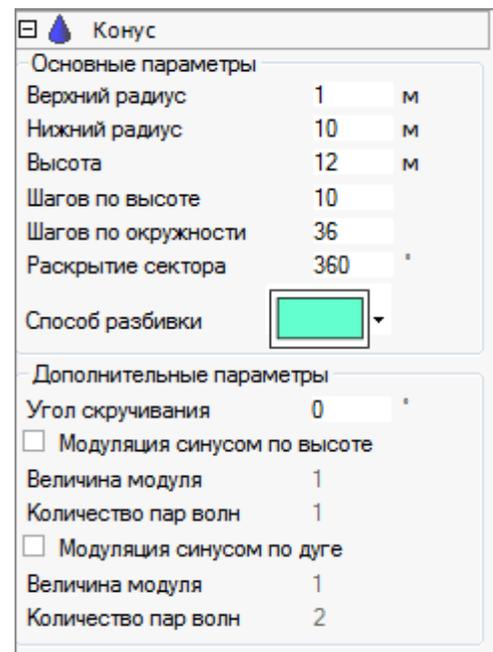


Рисунок 2.55

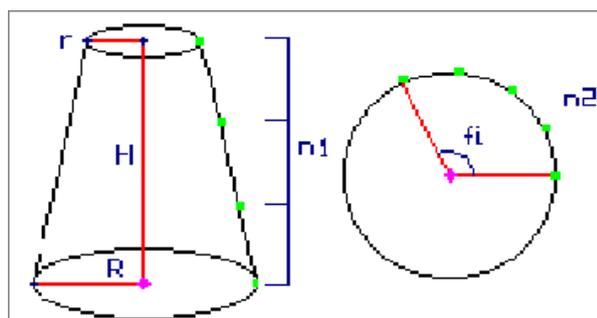


Рисунок 2.56

Необходимо задать **Основные параметры** (рисунок 2.55):

В диалоговом окне задаются:

- **Верхний радиус  $r$**  – верхний радиус конуса (в случае усеченного конуса);
- **Нижний радиус  $R$** – нижний радиус (основание) конуса;
- **Высота  $H$**  – высота конуса;
- **Шагов по высоте  $n1$**  – элементов по высоте;

- **Шагов по окружности**  $n_2$  – элементов по окружности;
- **Раскрытие сектора**  $\varphi$  – угол раскрытия  $\varphi_i$ ;
- **Способ разбивки** – выбрать элементы, из которых будет сгенерирован конус (пластины или стержни).

Затем указать **Дополнительные параметры** (рисунок 2.57).

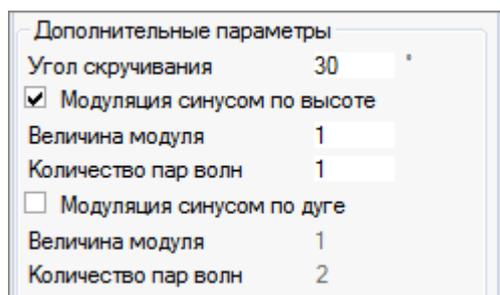


Рисунок 2.57

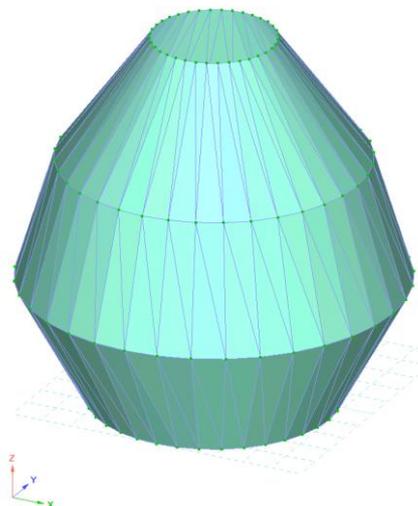


Рисунок 2.58

 При задании параметров в закладке **Конус** используется цилиндрическая система координат.

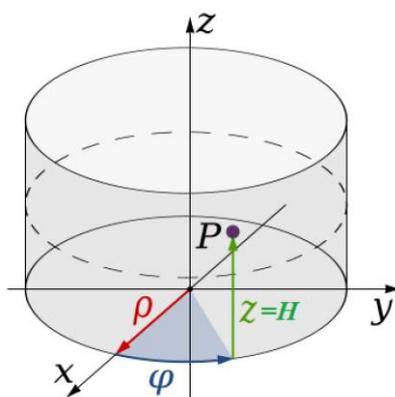


Рисунок 2.59

На рисунке 2.59 обозначены:

- $\rho$  – полярный радиус;
- $\varphi$  – полярный угол;
- $z = H$  – аппликата.

Формула вычисления  $\rho$  :

$$\rho = \rho + \varphi \cdot \frac{h}{H},$$

где:

- $\varphi$  – угол скручивания;

- $H$  – высота  $Z$  конуса /усеченного конуса;
- $h$  – координата  $Z$  рассматриваемой точки.

Установленный флажок **Модуляция синусом по высоте** (рисунок 2.57) дает возможность варьировать форму поверхностей, когда  $r$  зависит только от высоты  $h$ .

$$\rho = \rho \cdot \left( 1 + \Delta \cdot \left| \sin \left( n3 \cdot \frac{h}{H} \right) \right| \right),$$

где:

- $\Delta$  – величина модуля;
- $n3$  – количество пар волн;
- $H$  – высота конуса /усеченного конуса;
- $h$  – координата  $Z$  рассматриваемой точки.

Установленный флажок **Модуляция синусом по дуге** (рисунок 2.60) дает возможность варьировать форму поверхностей, когда  $r$  зависит только от угла  $\varphi$ .

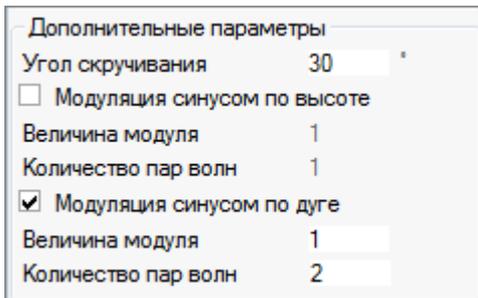


Рисунок 2.60

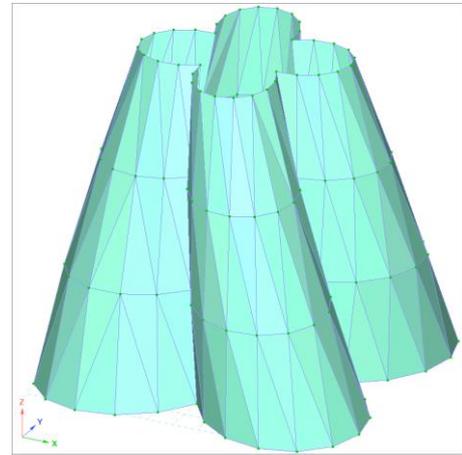


Рисунок 2.61

$$\rho = \rho \cdot (1 + \Delta \cdot |\sin(n3 \cdot \varphi)|),$$

где:

- $\Delta$  – величина модуля;
- $n3$  – количество пар волн;
- $\varphi$  – угол скручивания.

 *Примечание: флажки могут быть установлены одновременно в двух окнах (рисунок 2.62).*

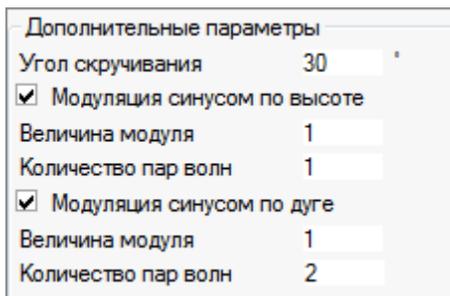


Рисунок 2.62

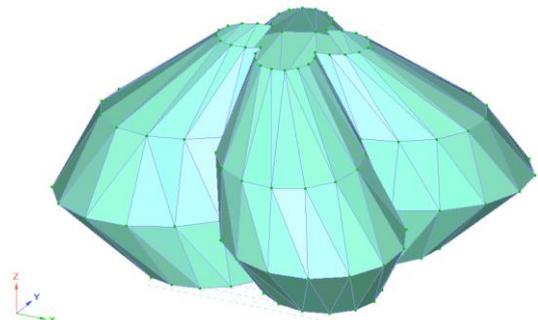


Рисунок 2.63

○ **Тор**

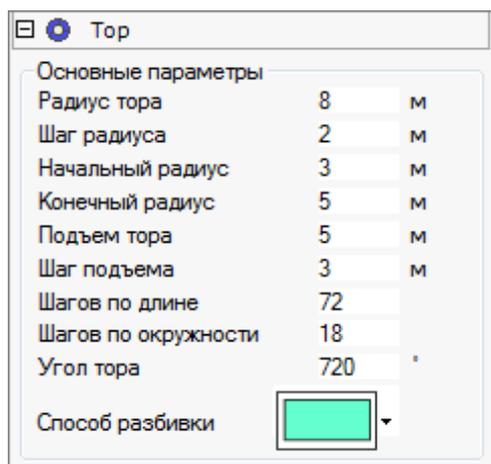


Рисунок 2.64

В диалоговом окне (рисунок 2.64) необходимо задать **Основные параметры** (см. рисунки 2.65-2.69):

- **Радиус тора  $R$** ;
- **Шаг радиуса  $nR$**  – шаг увеличения радиуса тора;
- **Угол тора  $\varphi$**  – угол раскрытия;

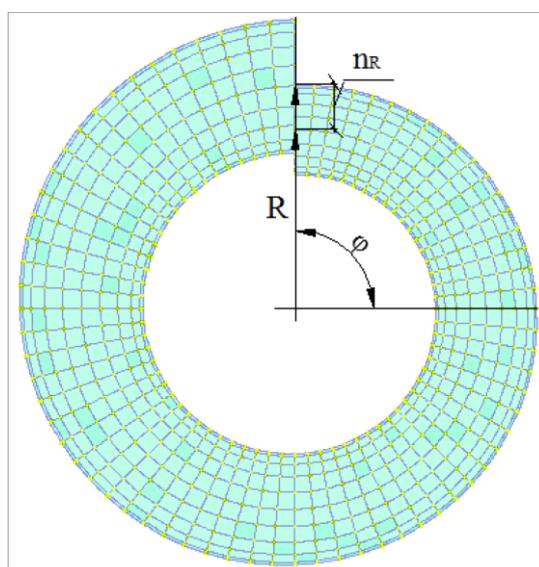


Рисунок 2.65

- **Начальный радиус тора  $r1$**  – начальный радиус окружности;
- **Конечный радиус тора  $r2$**  – конечный радиус окружности;

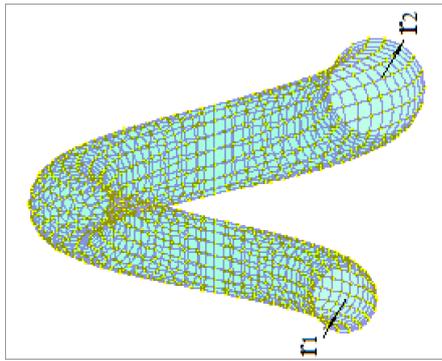


Рисунок 2.66

- **Подъем тора  $H$**  – расстояние между витками спирали;
- **Шаг подъема  $nH$** ;

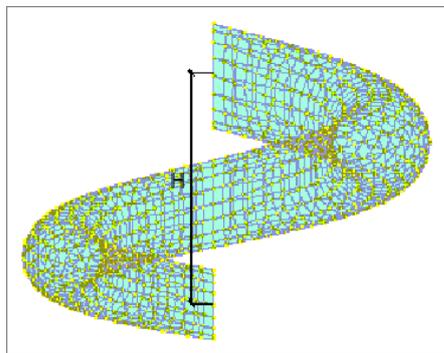


Рисунок 2.67

- **Шагов по длине  $n_1$**  – количество элементов по окружности, образующей тор;

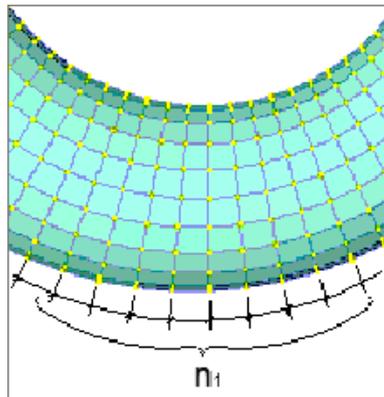


Рисунок 2.68

- **Шагов по окружности  $n_2$**  – количество элементов по окружности тора;

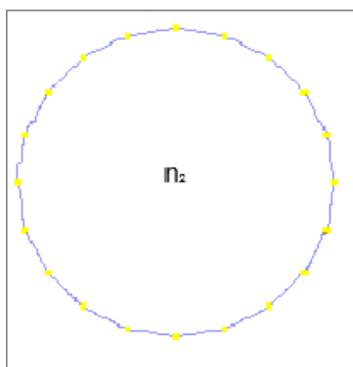


Рисунок 2.69

- указать **Способ разбивки** – выбрать тип элементов, из которых будет сгенерирован тор (пластины или стержни).

После задания всех необходимых параметров нажать кнопку **Использовать фрагмент**.

○ **Сфера**

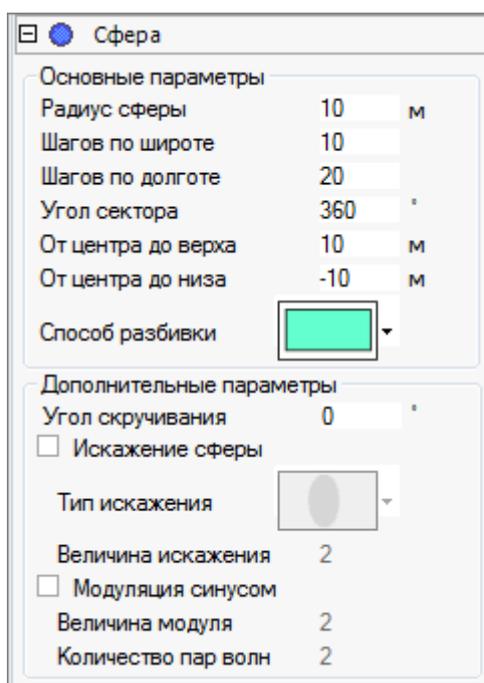


Рисунок 2.70

В диалоговом окне (рисунок 2.70) задаются **Основные параметры** (см. рисунки 2.71, 2.72):

- Радиус сферы R** – радиус сферы;
- Шагов по ширине n1** – количество элементов сферы по высоте;
- Шагов по долготе n2** – количество элементов сферы по окружности;
- Угол сектора φ** – угол раскрытия сферы в текущих единицах измерения;

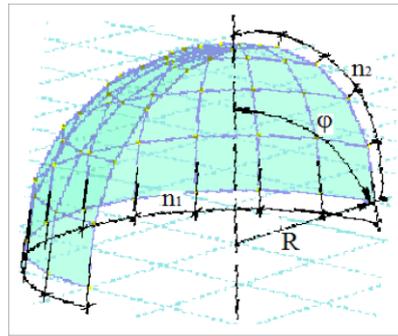


Рисунок 2.71

- **От центра до верха**  $H_1$  – высота сферы от центра до верха в текущих единицах измерения;
- **От центра до низа**  $H_2$  – высота сферы от центра до низа в текущих единицах измерения.

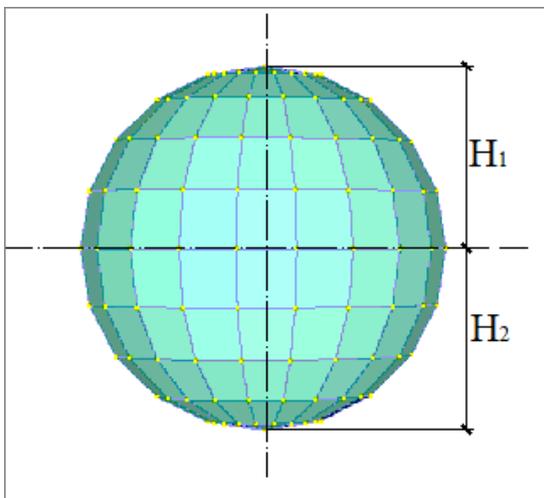


Рисунок 2.72

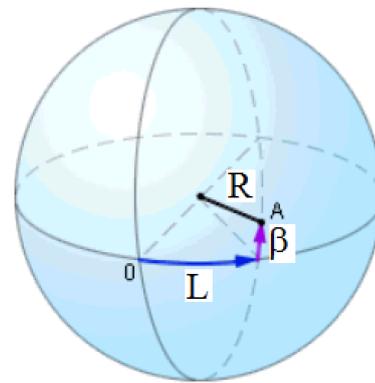


Рисунок 2.73

При задании параметров в закладке **Сфера** используется сферическая система координат. Координаты точек сферы определяются по формулам:

$$x = x \cdot (1 + \Delta \cdot |\sin(n_1 \cdot L)|),$$

$$y = y \cdot (1 + \Delta \cdot |\sin(n_2 \cdot L)|),$$

где:

- $\Delta$  – величина модуля;
- $n_1, n_2$  – количество пар волн;
- угол  $L$  – долгота.

В **Дополнительных параметрах** (рисунок 2.74) указывается **Угол скручивания**, **Искажение сферы: Тип искажения** (рисунок 2.75) и **Величина искажения**.

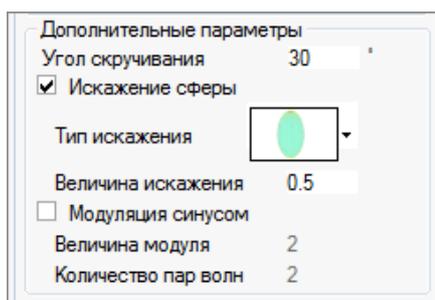


Рисунок 2.74



Рисунок 2.75

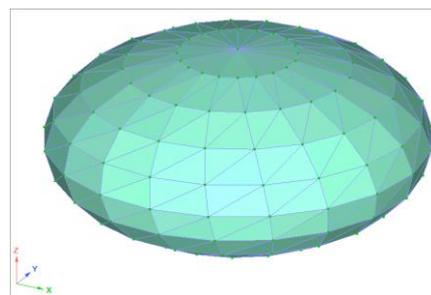


Рисунок 2.76

Если необходима **Модуляция синусом** (рисунок 2.77), то нужно:

- задать **Величину модуля**;
- указать **Количество пар волн**.

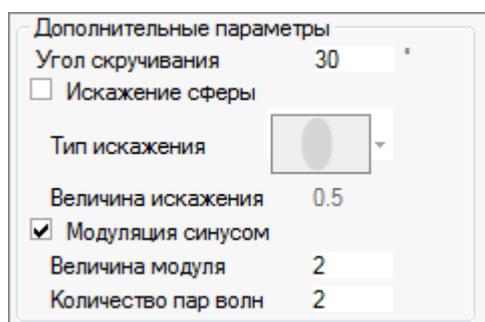


Рисунок 2.77

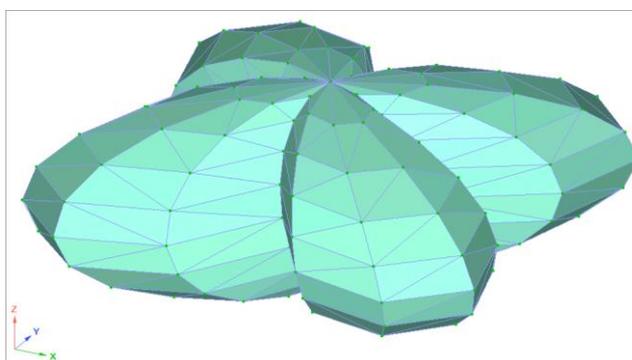


Рисунок 2.78

 *Примечание: флажки могут быть установлены одновременно в двух окнах (рисунок 2.79).*

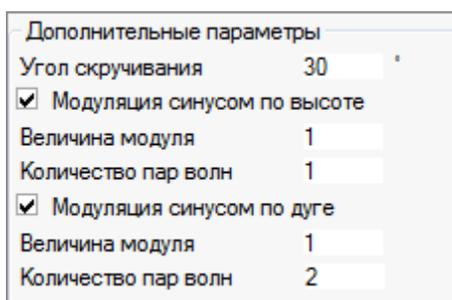


Рисунок 2.79

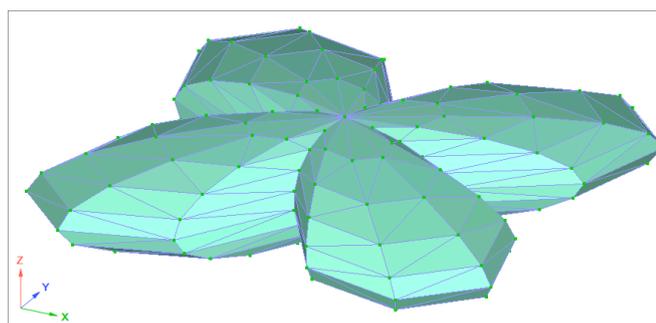


Рисунок 2.80

После задания всех необходимых параметров нажать на кнопку **Использовать фрагмент**.

○ **Геодезический купол**

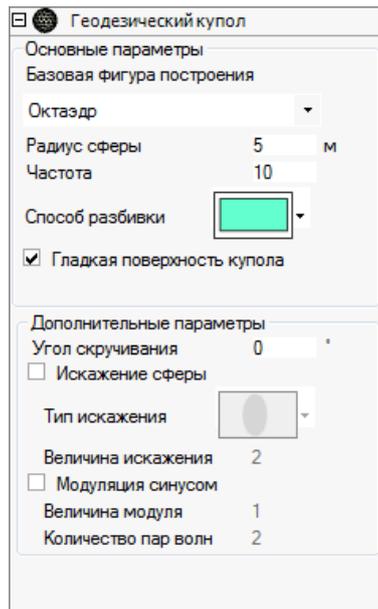


Рисунок 2.81

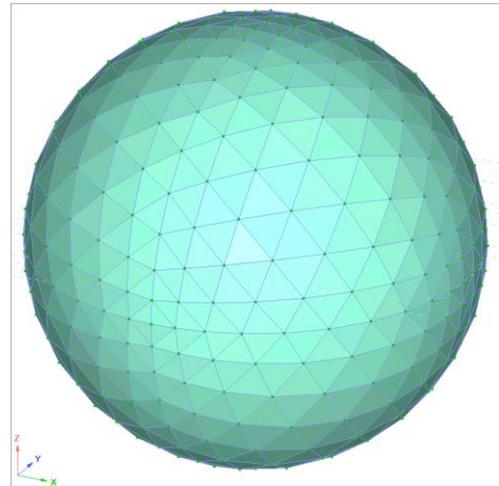


Рисунок 2.82

Для построения необходимо задать **Основные параметры** (рисунок 2.81):

- **Базовую фигуру построения** (тетраэдр, октаэдр, икосаэдр);
- указать **Радиус сферы**;
- указать **Частоту разбивки**;
- выбрать **Способ разбивки** – элементы, из которых создается купол.

Чтобы сгладить отображаемую поверхность купола нужно установить соответствующий флажок **Гладкая поверхность купола**.

 При задании параметров в закладке **Геодезический купол** используется сферическая система координат.

**Дополнительные параметры** задаются аналогично предыдущему пункту **Сфера**.

• **Привязка и расположение фрагмента**

В выпадающем окне активной закладки (рисунок 2.83) необходимо выбрать один из **Типов вставки**.

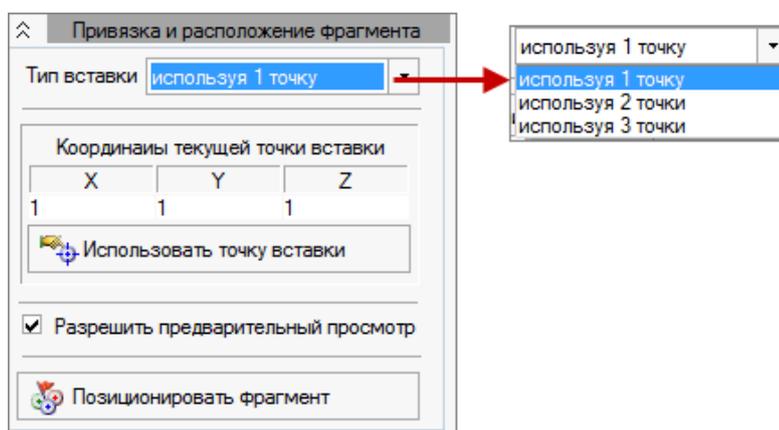


Рисунок 2.83

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двумя способами:

- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.84);

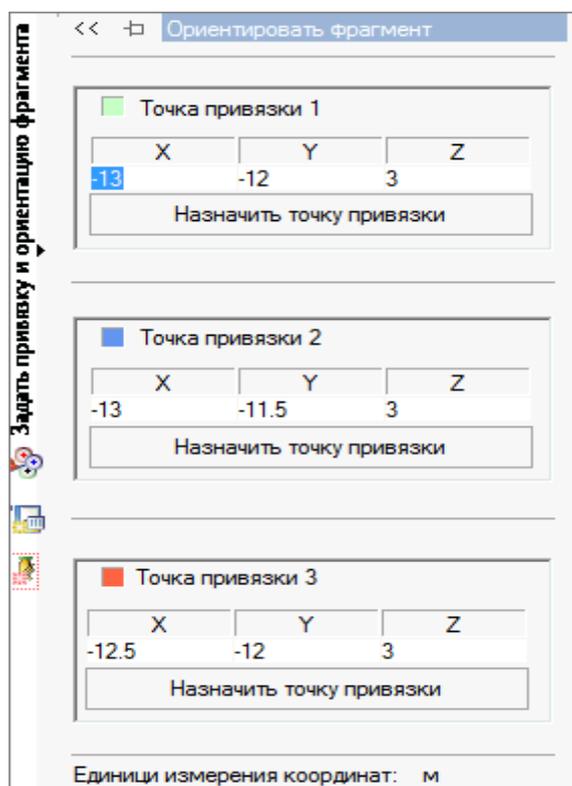


Рисунок 2.84

- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.85).

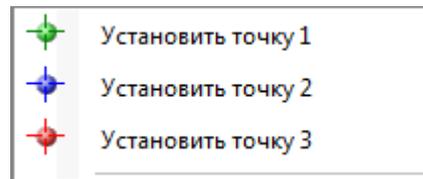


Рисунок 2.85

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

#### • Параметры операции

Закладка позволяет выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, для этого нужно установить флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

#### Добавление пространственной рамы

Для добавления пространственной рамы в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить пространственную раму**, либо же кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить раму** (рисунок 2.86), с помощью которого возможно создание фрагментов пространственных рам.

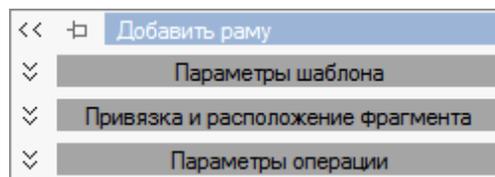


Рисунок 2.86

#### • Параметры шаблона

Для создания пространственной рамы необходимо в **Параметрах по оси X/Y/Z** указать (рисунок 2.87):

- **Шаг** разбивки – длина фрагмента вдоль соответствующей оси X/Y/Z в текущих единицах измерения. Если стержни, соединяющие узлы пространственной рамы, состоят из нескольких участков (имеют промежуточные узлы), то в полях ввода **Шаг** разбивки задаются необходимые числа;
- количество **Повторов** с заданным шагом;
- **N** – количество элементов, на которые разбивается заданный **Шаг** разбивки.

При установленном флажке **Генерировать плиты перекрытия** происходит автоматическое формирование плит перекрытия с учетом имеющихся узлов.

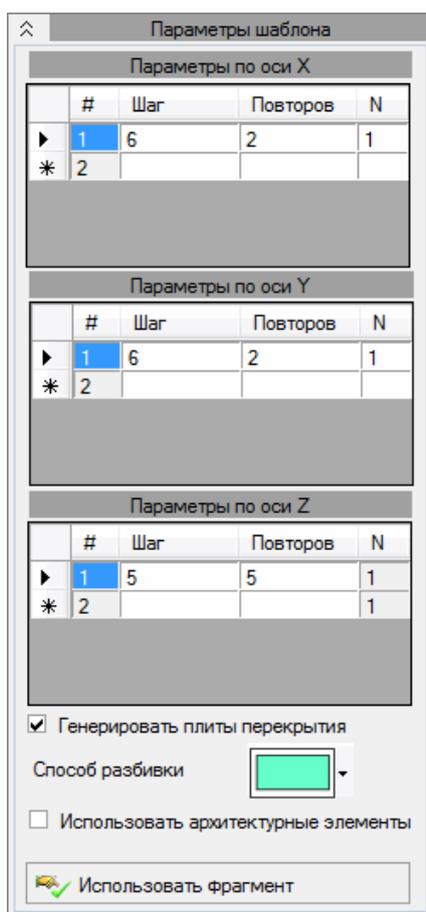


Рисунок 2.87

Также необходимо выбрать **Способ разбивки** на КЭ при помощи раскрывающегося окна (рисунок 2.88).



Рисунок 2.88

Для добавления рамы необходимо нажать кнопку **Использовать фрагмент**. Создаваемый фрагмент будет привязан к указанному курсором узлу на уже существующем фрагменте схемы или на пересечении осей построения.

- **Привязка и расположение фрагмента**

В выпадающем окне активной закладки (рисунок 2.89) необходимо выбрать один из **Типов вставки**.

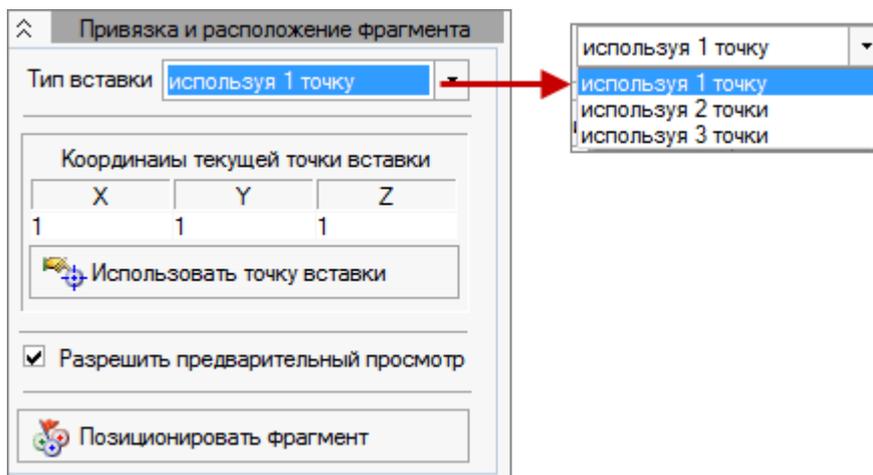


Рисунок 2.89

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двумя способами:

- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

 *Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.*

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.90);

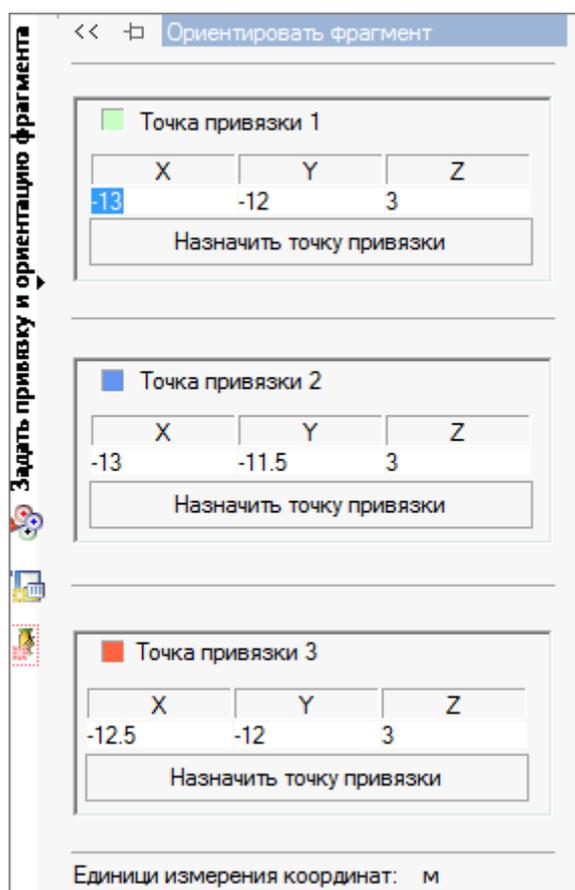


Рисунок 2.90

- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.91).

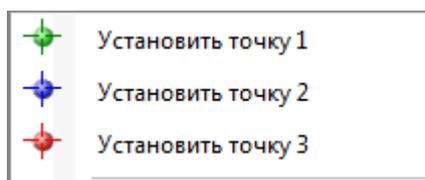


Рисунок 2.91

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

### • Параметры операции

Закладка позволяет выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, для этого нужно установить флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

### Добавление фермы

Для добавления фермы в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить ферму**, либо же кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить ферму** (рисунок 2.92), с помощью которого возможно создание ферм по шаблону.

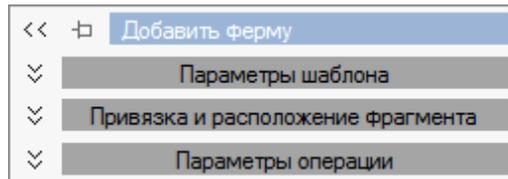


Рисунок 2.92

### • Параметры шаблона

Необходимо выбрать требуемую конфигурацию фермы по очертанию поясов (рисунок 2.94).

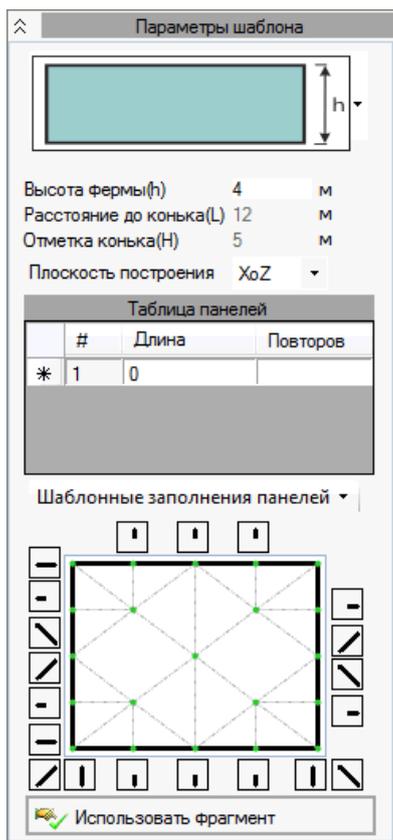


Рисунок 2.93

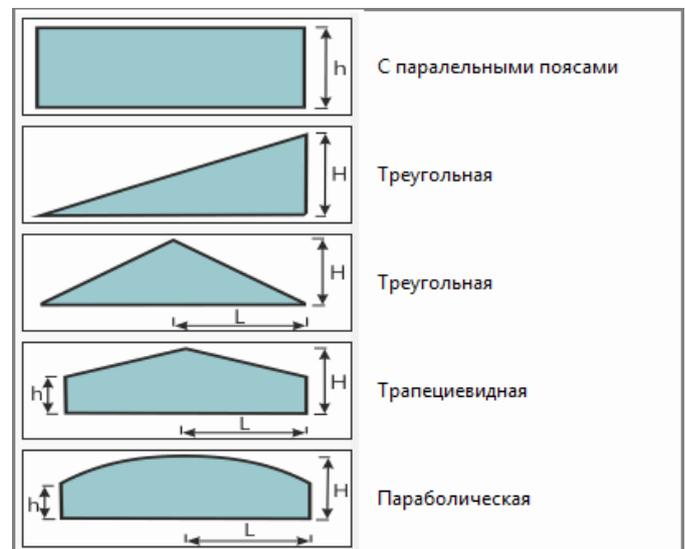


Рисунок 2.94

После указания на кнопку с соответствующим изображением фермы нужно задать параметры в активных окнах (рисунок 2.93):

- **Высоту фермы (h);**
- **Расстояние до конька (L);**
- **Отметку конька (H);**
- **Плоскость построения (XoZ или YoZ).**

В **Таблице панелей** нужно задать:

- **Длину панелей;**
- количество **Повторов.**

 Если панели разные, то для каждой нужно задавать свой шаблон.

Выпадающее окно **Шаблонные заполнения панелей** содержит набор шаблонов для облегчения построения (рисунок 2.95).

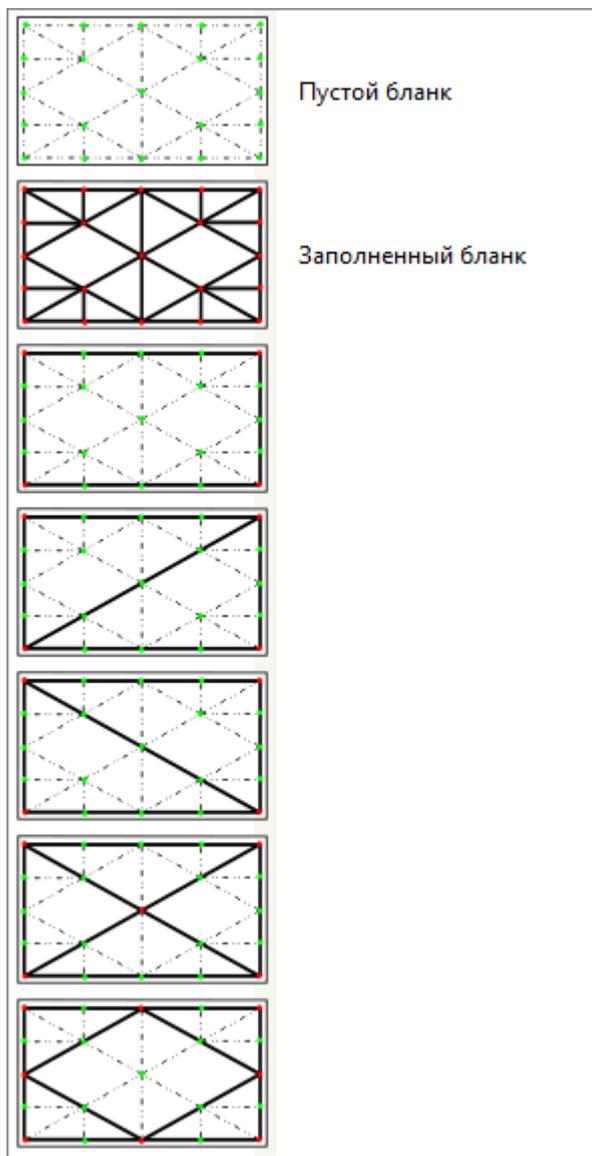


Рисунок 2.95

Также шаблон можно создать самостоятельно, используя **Шаблон для рисования панелей** (рисунок 2.96).

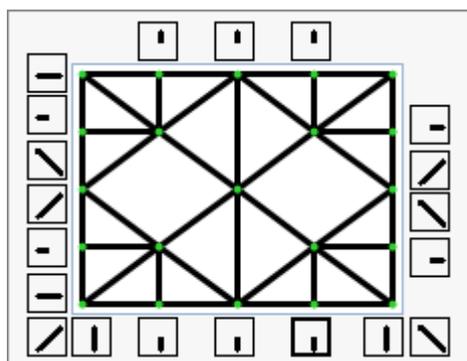


Рисунок 2.96

Для добавления заданной фермы на рабочую область нажмите кнопку **Использовать фрагмент**.

- **Привязка и расположение фрагмента**

В выпадающем окне активной закладки (рисунок 2.97) необходимо выбрать один из **Типов вставки**.

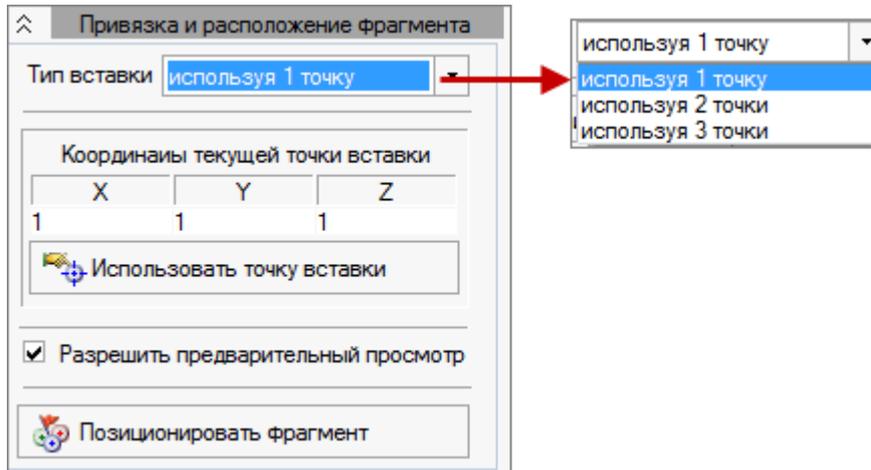


Рисунок 2.97

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двумя способами:

- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

 *Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.*

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.98);

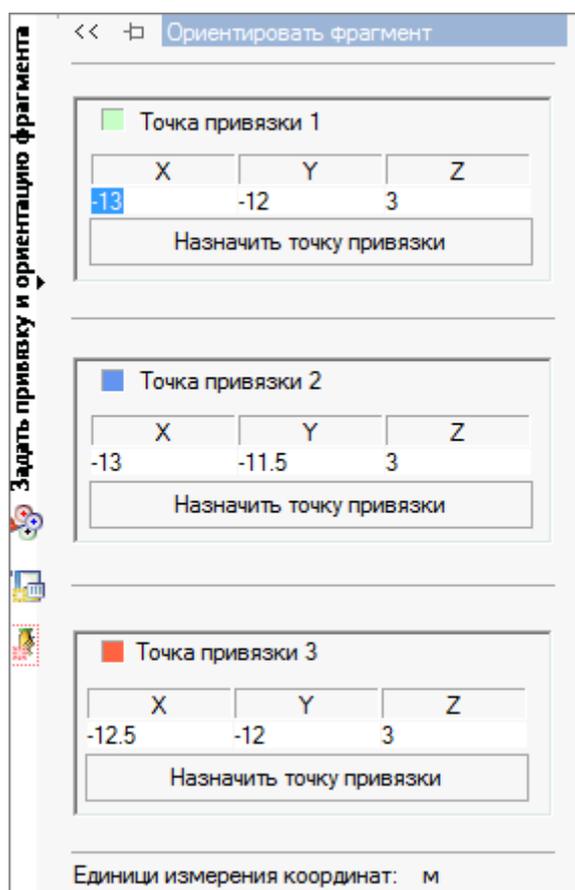


Рисунок 2.98

- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.99).

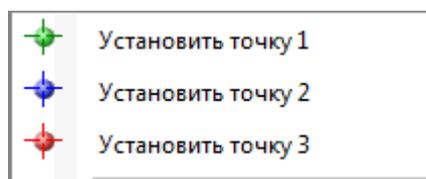


Рисунок 2.99

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

### • Параметры операции

Закладка позволяет выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, для этого нужно установить флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

### Добавление фрагмента плоской плиты

Для добавления фрагмента плоской плиты в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить фрагмент плоской плиты** или кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить плиту** (рисунок 2.100), с помощью которого возможно создание плит по шаблону.



Рисунок 2.100

- **Доступные шаблоны**

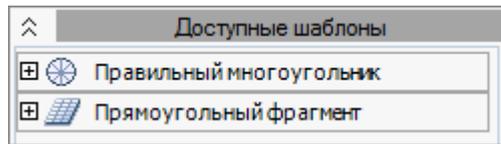


Рисунок 2.101

- **Правильный многоугольник**

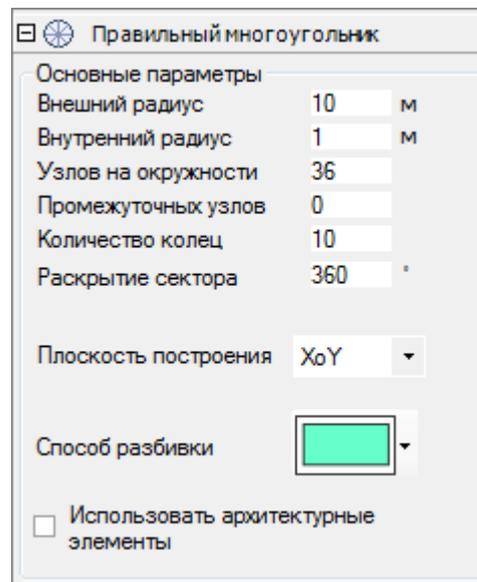


Рисунок 2.102

Необходимо ввести **Основные параметры** правильного многоугольника (рисунок 2.102):

- **Внешний радиус;**
- **Внутренний радиус** (в случае задания кольца);
- количество **Узлов на окружности**;
- количество **Промежуточных узлов**, расположенных на отрезках между узлами на окружности;
- **Количество колец**, включая внутренний радиус;
- **Раскрытие сектора.**

В выпадающем окне **Плоскость построения** необходимо задать ориентацию фрагмента в глобальных осях координат: XOY; XOZ; YOZ.

В выпадающем окне **Способ разбивки** (рисунок 2.103) предоставляется выбор способа разбивки создаваемой схемы сетью КЭ.



Рисунок 2.103

Для построения нажмите кнопку **Использовать фрагмент**.

○ **Прямоугольный фрагмент**

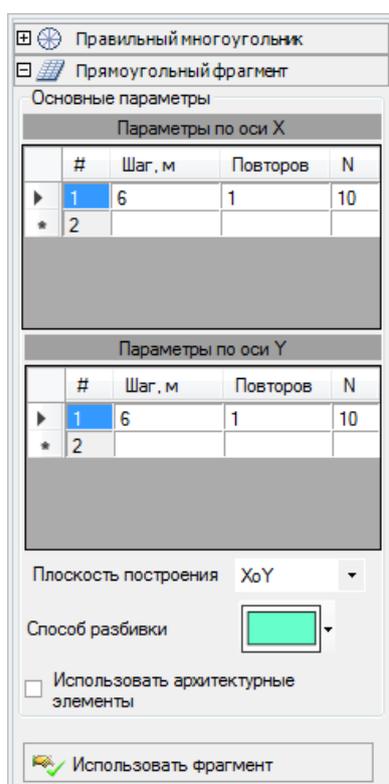


Рисунок 2.104

Необходимо выбрать **Плоскость построения** XOY; XOZ; YOZ.

В **Параметрах по оси X/Y** (рисунок 2.104) нужно указать:

- **Шаг** разбивки – длина фрагмента вдоль соответствующей оси X/Y в текущих единицах измерения;
- количество **Повторов** с заданным шагом;
- **N** – количество элементов, на которые разбивается заданный **Шаг**.

Для построения нажмите кнопку **Использовать фрагмент**.

• **Привязка и расположение фрагмента**

В выпадающем окне активной закладки (рисунок 2.105) необходимо выбрать один из **Типов вставки**.

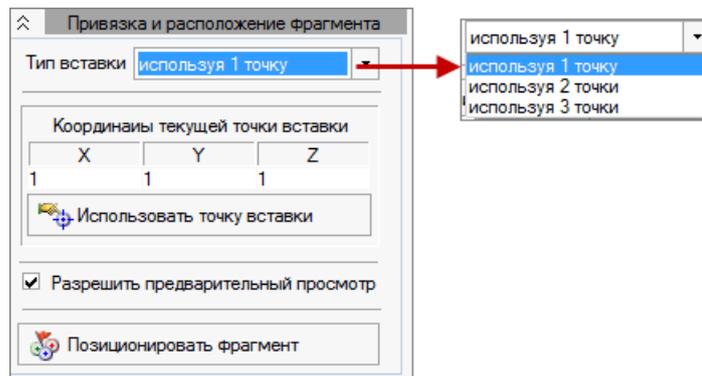


Рисунок 2.105

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двумя способами:

- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

*✍* *Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.*

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.106);

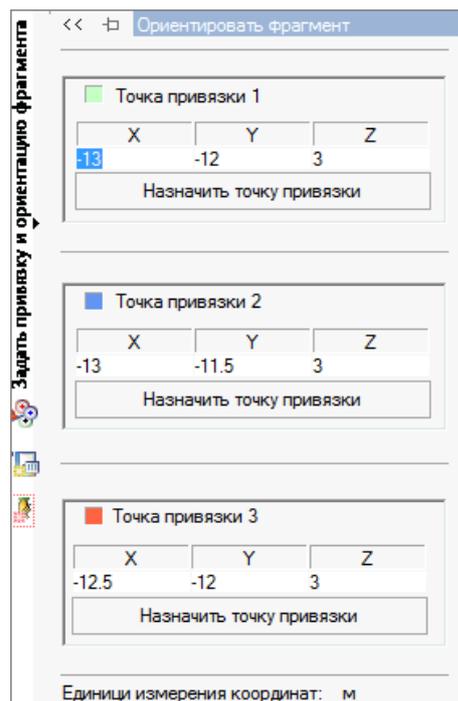


Рисунок 2.106

- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.107).

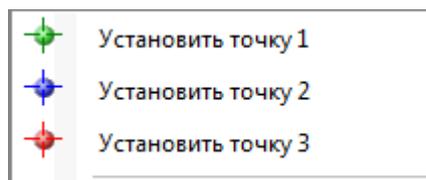


Рисунок 2.107

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

- **Параметры операции**

Закладка позволяет выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, для этого нужно установить флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

### Добавление линий по шаблону

Для добавления линий по шаблону в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить линии по шаблону** или кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить линии** (рисунок 2.108).

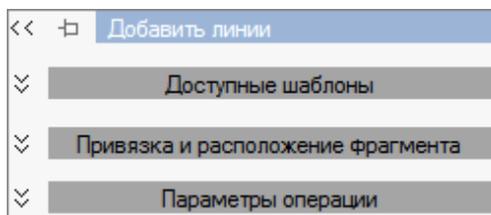


Рисунок 2.108

- **Доступные шаблоны**

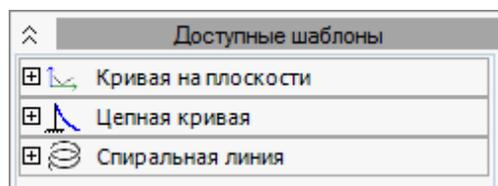


Рисунок 2.109

- **Кривая на плоскости**

Шаблон предназначен для задания поверхностей с помощью математических функций и систем уравнений. При помощи нажатия кнопки **Кривая на плоскости** необходимо произвести выбор:

$$Y = f(X) \quad \text{или} \quad \begin{cases} X = f(T) \\ Y = f(T) \end{cases} .$$

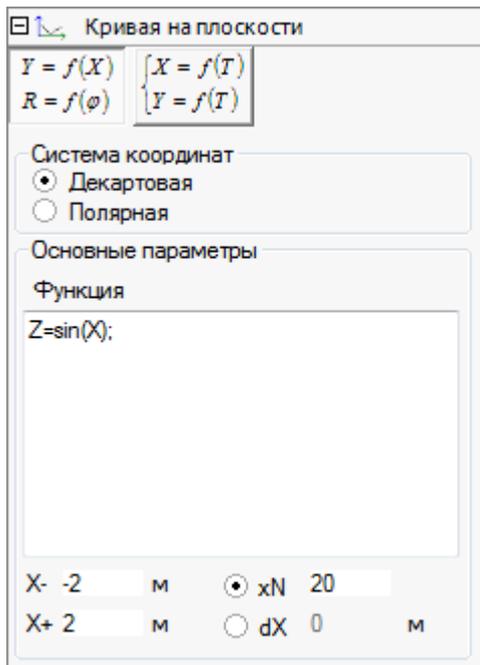


Рисунок 2.110

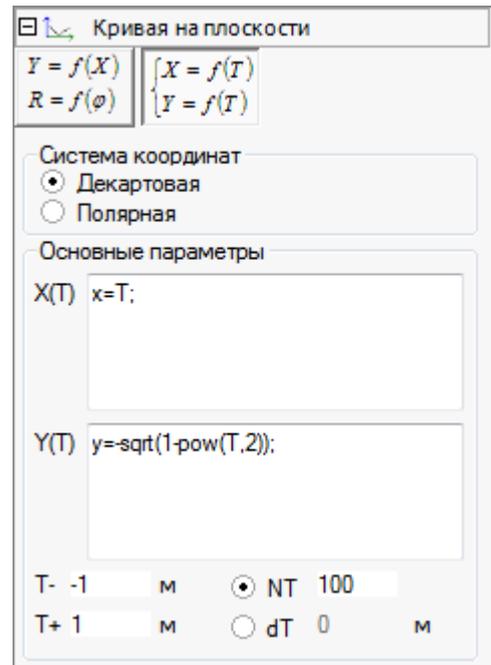


Рисунок 2.111

При нажатии на кнопку  в соответствующее поле ввода (рисунок 2.110) записывается формула кривой на плоскости:

- $Y = f(X)$  – для декартовой системы координат;
- $R = f(\varphi)$  – для полярной системы координат.

 Синтаксис формульного задания поверхностей должен полностью соответствовать синтаксису и правилам использования языка программирования C#. То есть, допускается создание пользовательских переменных любых типов данных, доступных в C#, использование любых видов циклов, написание различных условий и ограничений на параметры функций, и т.д.

Таблица 2.2. Список базовых функций и констант

Название функции	Описание функции	Название функции	Описание функции
Sin(x)	Синус	Log(x)	Натуральный логарифм
Cos(x)	Косинус	log10(x), lg(x)	Логарифм по основанию 10
Tan(x)	Тангенс	Sqrt(x)	Корень квадратный
Asin(x)	Арксинус	Pow(x,n)	Возведения x в степень n, $x^n$
Acos(x)	Арккосинус	Abs(x)	Абсолютная величина числа
Atan(x)	Арктангенс	Exp(x)	Вычисление экспоненты
Sinh(x)	Гиперболический синус	pi	Константа $\pi = 3,1415926535$
Cosh(x)	Гиперболический косинус	e	Константа $e = 2,7182818284$
Tanh(x)	Гиперболический тангенс	—	—

В таблице 2.2 перечислены основные математические функции и константы, которые можно использовать для задания функций поверхности.

При выборе кнопки с системой уравнения  $\begin{cases} X = f(T) \\ Y = g(T) \end{cases}$  в соответствующих полях ввода (рисунок 2.111) необходимо:

- указать систему координат;
- ввести функции;
- задать граничные значения и количество точек на контуре.

### ○ Цепная кривая

Шаблон предназначен для автоматического задания нитей и вант.

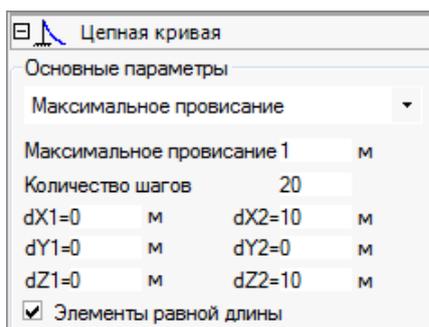


Рисунок 2.112

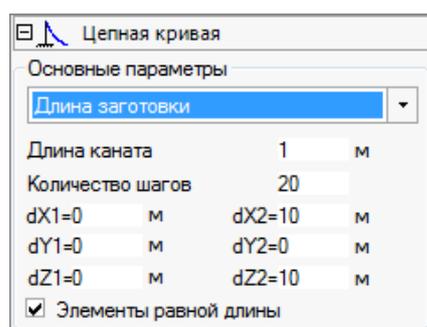


Рисунок 2.113

Для создания **Цепной кривой** необходимо указать **Основные параметры**:

- При **Максимальном провисании** (рисунок 2.112) – провисании в середине пролета:
  - **Максимальное провисание**;
  - **Количество шагов** – количество промежуточных участков;
  - **dX1, dY1, dZ1** – координаты начальной точки;
  - **dX2, dY2, dZ2** – координаты конечной точки;
- **Длина заготовки** (рисунок 2.113):
  - **Длина каната** – реальная длина;
  - **Количество шагов**;
  - **dX1, dY1, dZ1, dX2, dY2, dZ2** – начальные и конечные координаты точки.

В результате на экране появится цепная линия, разбитая на заданное количество участков равной длины по кривой или по проекции.

После задания всех необходимых параметров нажмите кнопку **Использовать фрагмент**.

○ **Спиральная линия**

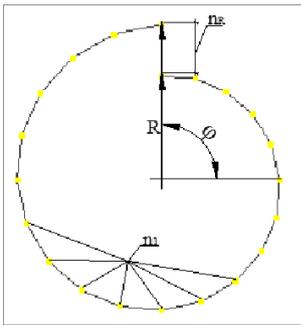


Рисунок 2.114



Рисунок 2.115

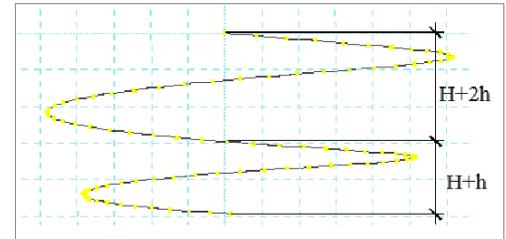


Рисунок 2.116

Для создания нужно указать **Основные параметры** (рисунок 2.115):

- **Радиус спирали R;**
- **Шаг радиуса  $nR$**  – шаг радиуса спирали;
- **Подъем спирали H** – высота подъема спирали;
- **Шаг подъема h** – шаг высоты подъема спирали;
- **Шагов по длине  $n1$**  – элементов по окружности;
- **Угол спирали  $\varphi$**  – угол раскрытия.

 На рисунке:  $H+h$ ,  $H+2h$  – каждый виток спирали увеличивается на высоту подъема.

После задания всех необходимых параметров нажмите кнопку **Использовать фрагмент**.

• **Привязка и расположение фрагмента**

В выпадающем окне активной закладки (рисунок 2.117) необходимо выбрать один из **Типов вставки**.

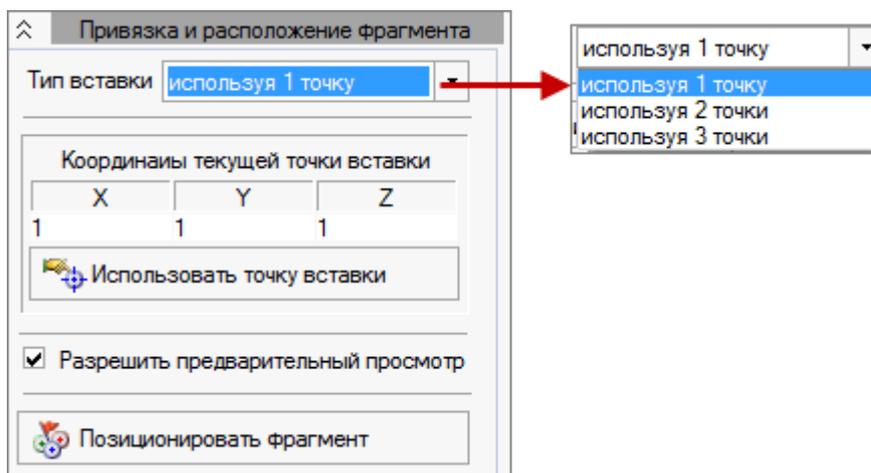


Рисунок 2.117

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двумя способами:

- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

 *Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.*

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.118);

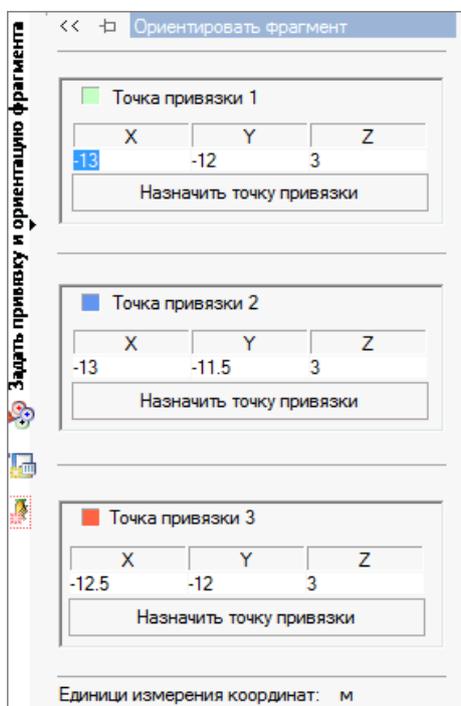


Рисунок 2.118

- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.119).

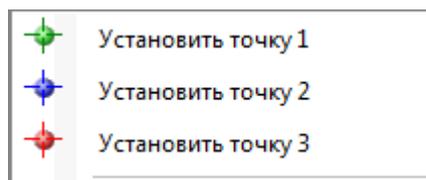


Рисунок 2.119

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

- **Параметры операции**

Закладка позволяет выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, для этого нужно установить флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

### Добавление фрагмента перемещением образующей

Для добавления фрагмента перемещением образующей в расчетную схему необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇨ **Добавить фрагмент перемещением образующей** или кнопкой  на панели инструментов. Активируется режим **Добавить движением образующей** (рисунок 2.120), с помощью которого возможно создание пространственной расчетной схемы из плоского фрагмента (образующей) по одному из типов движения:

- перемещение образующей;
- вращение образующей.

 *Перед выполнением операции необходимо отметить соответствующие узлы и элементы.*

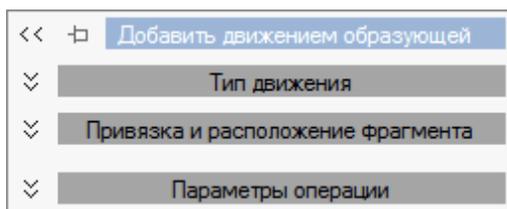


Рисунок 2.120

- **Тип движения**

Состоит из двух закладок (рисунок 2.121).

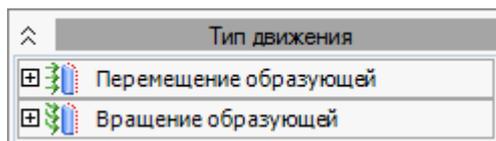


Рисунок 2.121

○ **Перемещение образующей**

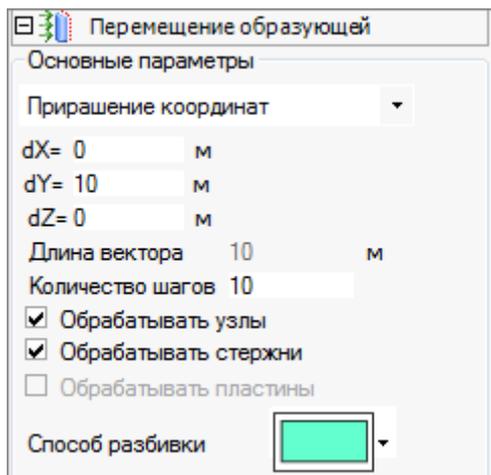


Рисунок 2.122

Необходимо ввести **Основные параметры** (рисунок 2.122), для этого нужно выбрать способ задания объекта:

- **Приращением координат:**
  - **dX, dY, dZ** – расстояния между образующей и ее последней копией вдоль соответствующей оси (перемещение только в плоскости образующей некорректно);
  - **Количество шагов** – количество копий заданной образующей;
- **Вектор перемещения и длина:**
  - **dX, dY, dZ** – направление вектора перемещения образующей;
  - **Длина вектора** – задается длина направляющей (вектора);
  - **Количество шагов** – количество копий заданной образующей.

Образование объекта происходит копированием образующей. Копии последовательно соединяются по следующему принципу:

- **Обрабатывать узлы** – узлы преобразуются в стержни;
- **Обрабатывать стержни** – стержни преобразуются в пластины;
- **Обрабатывать пластины** – пластины преобразуются в объемные элементы.

При генерации геометрии схемы элементы получают тип КЭ, выбранный в окне **Способ разбивки**.

## Пример 2.4.3

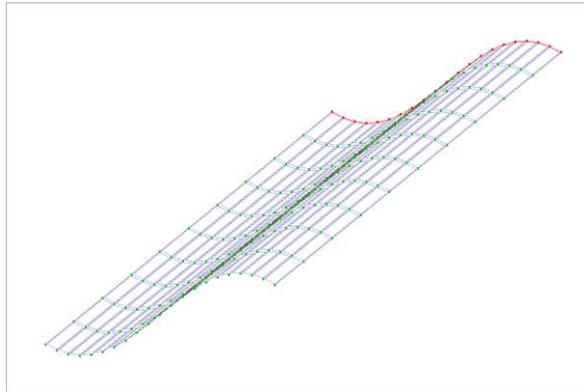


Рисунок 2.123

- **Вращение образующей**

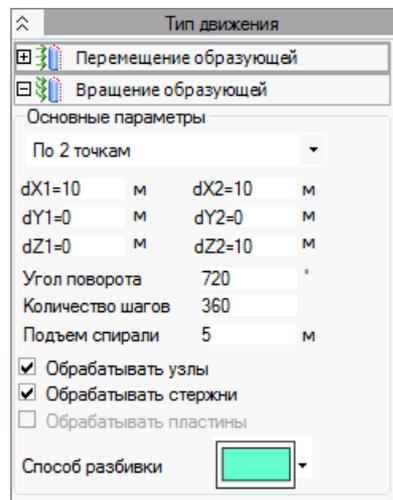


Рисунок 2.124

Необходимо ввести **Основные параметры** (рисунок 2.124), для этого нужно выбрать способ задания объекта:

- **По 2 точкам:**
  - задаются координаты двух точек, через которые пройдет ось вращения – **dX1, dY1, dZ1** и **dX2, dY2, dZ2**;
- **Точка и вектор:**
  - задаются координаты первой точки **dX1, dY1, dZ1**, с которой начнется ось вращения и второй – **dX2, dY2, dZ2**. Таким образом указывается направление и длина направляющего вектора;
  - **Угол поворота**  $\varphi$  – угол раскрытия образующей;
  - **Количество шагов**  $n$  – задается количество копий заданной образующей;
  - **Подъем спирали** – расстояние  $dh$  между образующей и ее последней копией вдоль оси вращения для создания спиралеобразной конструкции.

Образование объекта происходит копированием образующей. Копии последовательно соединяются по следующему принципу:

- **Обрабатывать узлы** – узлы преобразуются в стержни;

- **Обрабатывать стержни** – стержни преобразуются в пластины;
- **Обрабатывать пластины** – пластины преобразуются в объемные элементы.

При генерации геометрии схемы элементы получают тип КЭ, выбранный в окне **Способ разбивки**.

#### Пример 2.4.4

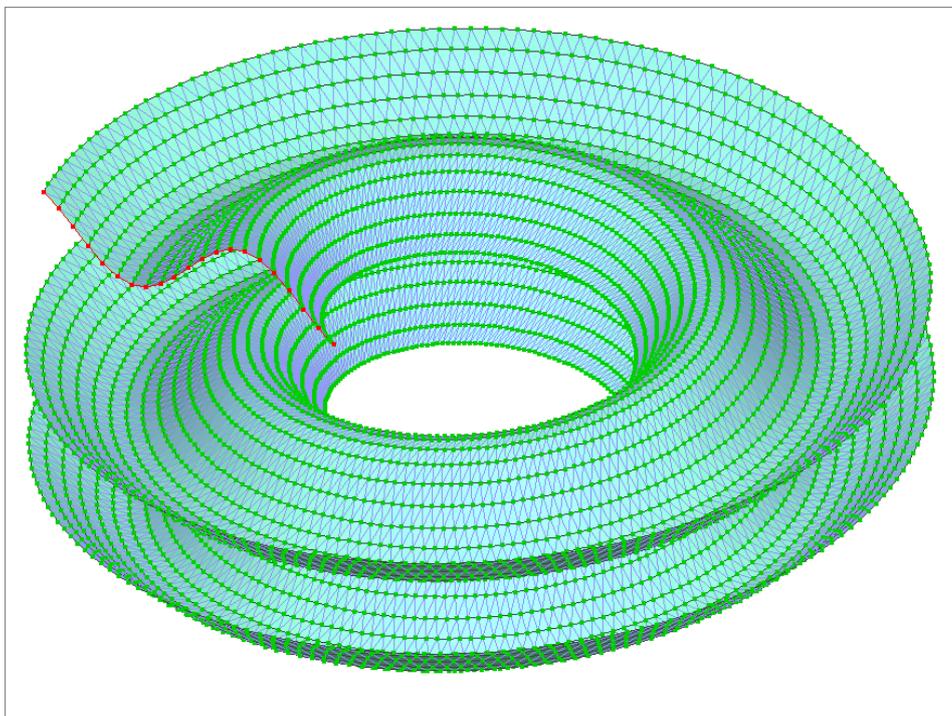


Рисунок 2.125

- **Привязка и расположение фрагмента**

В выпадающем окне активной закладки (рисунок 2.126) необходимо выбрать один из **Типов вставки**.

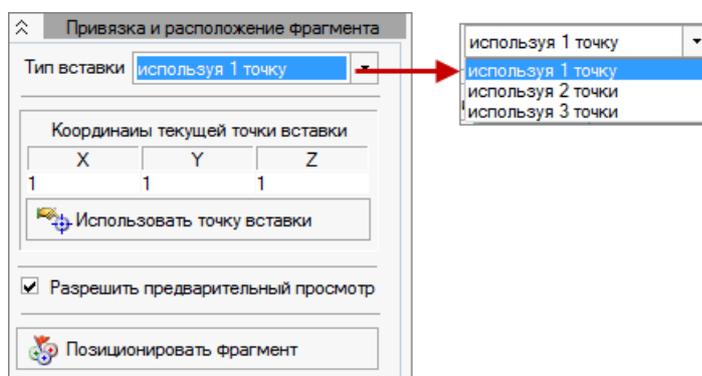


Рисунок 2.126

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двояким способом:

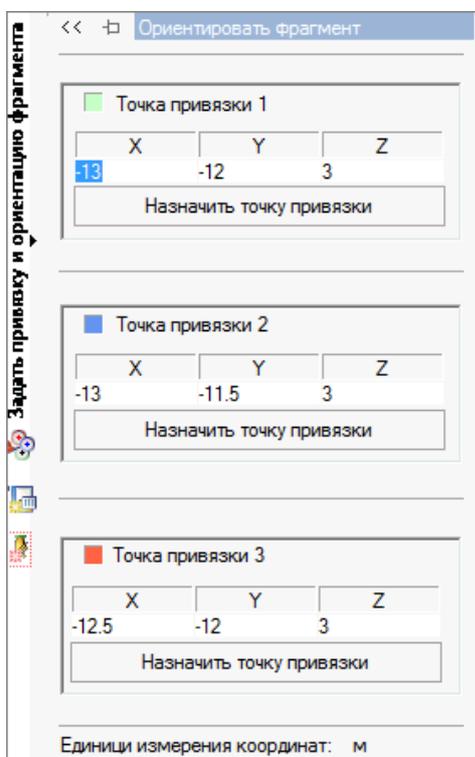
- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

 *Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.*

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.127);



Ориентировать фрагмент			
Точка привязки 1			
X	Y	Z	
-13	-12	3	
Назначить точку привязки			
Точка привязки 2			
X	Y	Z	
-13	-11.5	3	
Назначить точку привязки			
Точка привязки 3			
X	Y	Z	
-12.5	-12	3	
Назначить точку привязки			
Единицы измерения координат: м			

Рисунок 2.127

- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.128).

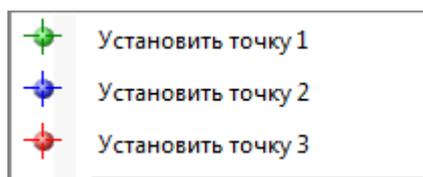


Рисунок 2.128

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

- **Параметры операции**

Закладка позволяет выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, для этого нужно установить флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

### Добавление объемных элементов

ПК ЛИРА предоставляет возможность создания 4-х, 6-ти и 8-ми узловых объемных конечных элементов.

Создание объемных элементов осуществляется двумя способами:

- необходимо добавить узлы, которые должны лежать в одной плоскости (рисунок 2.129), затем при помощи команды **Копировать выбранный фрагмент** скопировать их на определенную высоту (рисунок 2.130) и, используя панель активного режима **Добавить элемент**, нажать кнопку **Добавить** (рисунок 2.131);

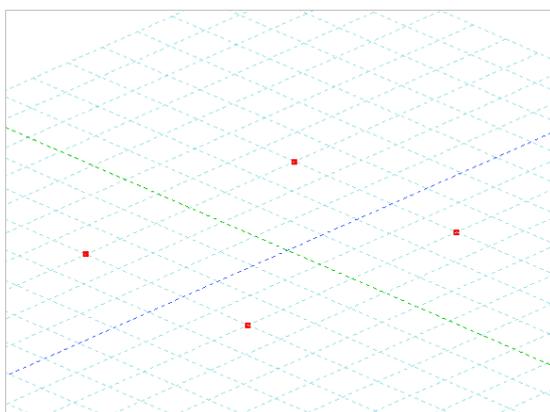


Рисунок 2.129

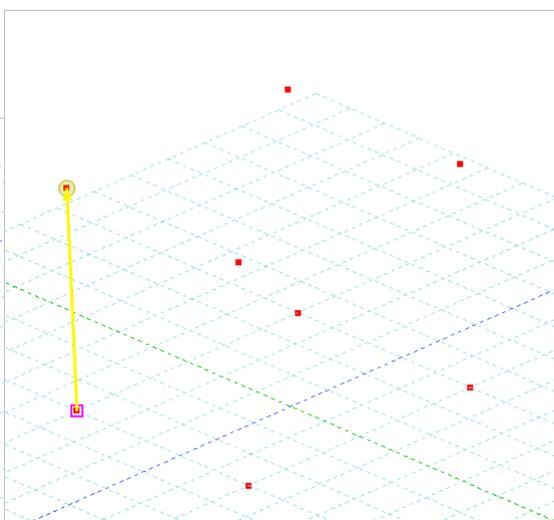


Рисунок 2.130

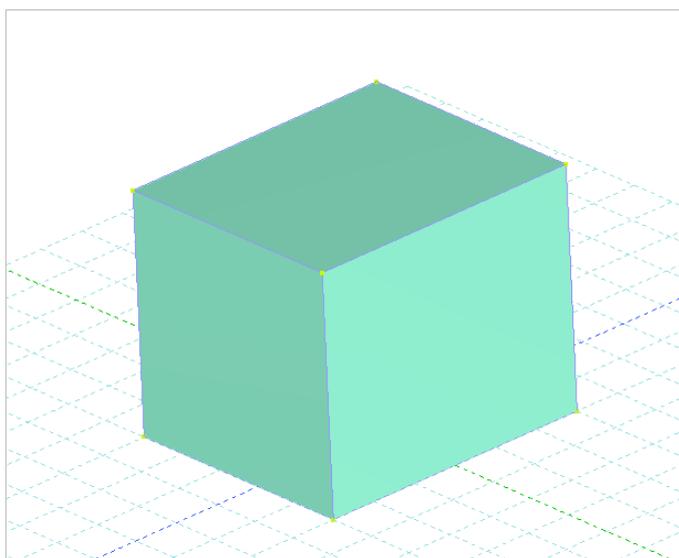


Рисунок 2.131

- нужно задать плоскость при помощи команды **Добавить конечный элемент** (рисунок 2.132), затем, используя вкладку **Перемещение образующей** на панели активного режима

**Добавить движение образующей**, задать параметры объемного элемента. При помощи наведения курсора на сеть рабочего поля установить элемент (рисунок 2.133).

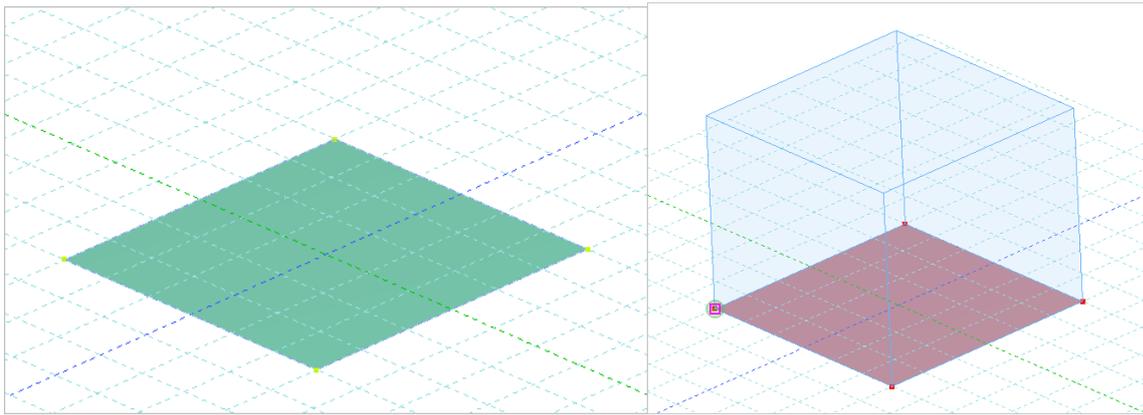


Рисунок 2.132

Рисунок 2.133

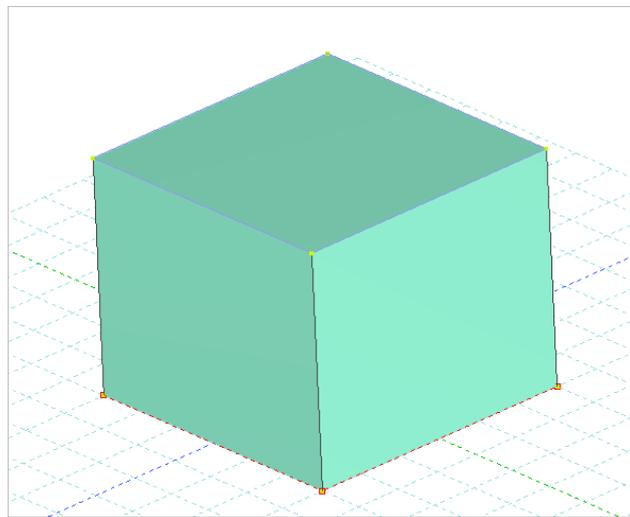


Рисунок 2.134

## 2.5 ВЫДЕЛЕНИЕ И ФРАГМЕНТАЦИЯ

### 2.5.1 ВЫДЕЛЕНИЕ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ

Любое действие с объектами ПК ЛИРА (удаление, назначение сечения, материала, конструирования, смена типа конечного элемента и так далее) сопровождается действиями предварительного выбора (выделения). В среде ПК ЛИРА имеется множество способов выделения, используемых в зависимости от ситуации.

 К объектам ПК ЛИРА относятся узлы и элементы.

Элементы в свою очередь разделяются на классы: одноузловые, стержневые, пластинчатые и объемные.

Для выделения узлов и элементов воспользуйтесь пунктом меню **Выбор** ⇒ **Выбрать объект** (кнопка  на панели инструментов) и вызовите панель **Параметры выбора объектов**. При открытии или создании новой задачи панель **Параметры выбора объектов** (рисунок 2.135) находится в активном режиме по умолчанию и отображается в левой части экрана.

Панель **Параметры выбора объектов** содержит три группы раскрывающихся блоков: **Рамка выбора**, **Выбирать** и **Дополнительно**.

#### Рамка выбора

В данном блоке пользователю нужно указать способ выделения.

Для активации нужного режима следует нажать на одну из кнопок:



– прямоугольная рамка выбора, позволяет выбрать объекты прямоугольной областью, заданной двумя точками. При работе с прямоугольной рамкой доступно два свойства движения рамки, каждому из них можно установить определенный параметр:

- **Только полным попаданием** – позволяет выбрать все объекты, полностью находящиеся внутри прямоугольной области;
- **Полным попаданием или касанием** – позволяет выбрать объекты, находящиеся внутри и пересекающие область;



– полигональная рамка выбора, позволяет выбрать объекты произвольной областью, заданной множеством точек. При работе с полигональной рамкой независимо от способа обхода точек доступен только один из параметров – или **Только полным попаданием**, или **Полным попаданием или касанием**;



– одиночный выбор, позволяет выбрать объект точечным указанием курсора. Если в область курсора попадает несколько объектов, пользователю предлагается диалоговое окно со списком объектов.

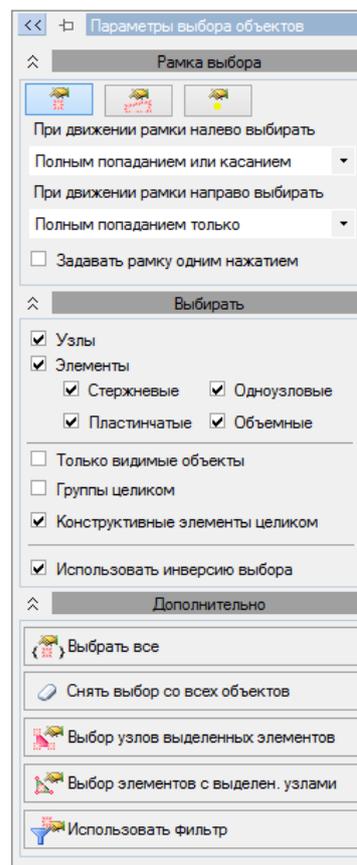


Рисунок 2.135 Параметры выбора объектов

## Выбирать

В данном блоке (рисунок 2.136) пользователь может управлять (ограничить) выбором объектов. Установка или снятие флажка, связанного с объектом, приводит к включению или выключению объекта, который будет выделяться.

Установка флажка **Только видимые объекты** приводит к выделению только видимых узлов и элементов.

Рисунок 2.136 Блок **Выбирать**

 *Объект считается невидимым, если он полностью скрывается на видовом экране по отношению к зрителю за другими объектами.*

Установка флажка **Группы целиком** или **Конструктивные элементы целиком** приводит к выделению всех элементов группы. Выделяются элементы, попавшие в область выделения, и все элементы группы, если один из элементов группы попал в эту область.

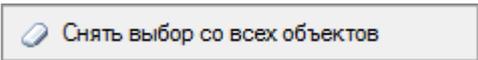
 *Для выделения группы достаточно выделить один элемент, входящий в эту группу.*

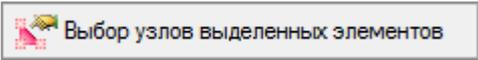
Установка флажка **Использовать инверсию выбора** приводит к снятию выделения с ранее отмеченных узлов и элементов и выделение не отмеченных ранее узлов и элементов.

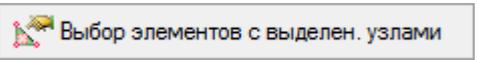
### Дополнительно

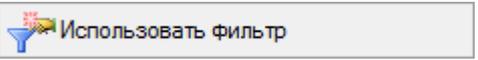
В указанном блоке содержатся дополнительные возможности для ускорения выбора:

 – выбирает все объекты с учетом предустановленных параметров выбора в блоке **Выбирать**;

 – снимает выделение с ранее отмеченных объектов;

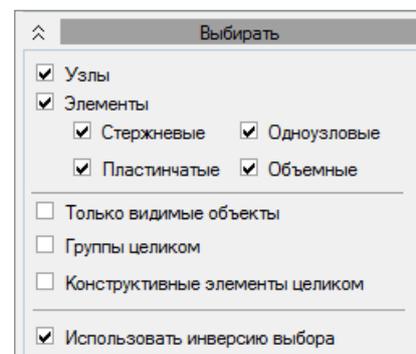
 – выделение узлов, принадлежащих выделенным элементам;

 – выделение элементов, принадлежащих выделенным узлам;

 – переход в режим **Фильтр выбора**.

 *Действие кнопки **Выбрать все**, размещенной на панели инструментов **Выбор***

 *, отличается по своему действию тем, что выбирает все не скрытые узлы и элементы независимо от действия установленных параметров в панели диалогового окна **Параметры выбора объектов**.*



### Пример 2.5.1 Выбор объектов прямоугольной областью

1. Создайте фрагмент плоской плиты  $1 \times 1$  м с шагом сетки  $0.5$  м.
2. Вызовите диалоговое окно **Параметры выбора объектов** .
3. В блоке **Рамка выбора** активируйте кнопку **Прямоугольная рамка** :
  - при движении рамки налево установите параметр **Полным попаданием или касанием**;
  - при движении рамки направо установите параметр – **Полным попаданием**.
4. В блоке **Выбирать** установите флажки напротив **Узлы** и **Элементы**, как показано на рисунке 2.136, если они не установлены.
5. Укажите курсором мыши две точки движением слева направо для определения прямоугольной области, как показано на рисунке 2.137.

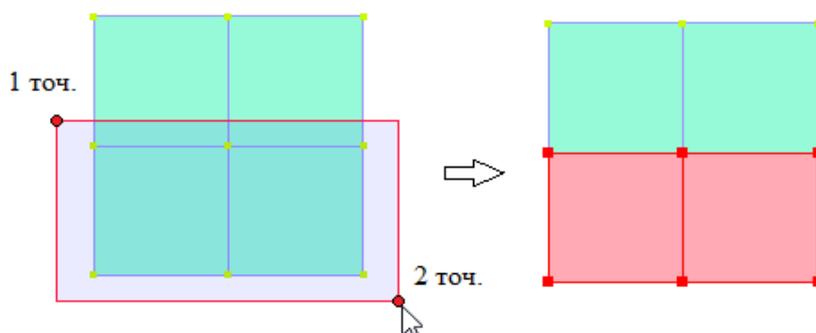


Рисунок 2.137 Прямоугольная область выделения **Полным попаданием**

Направление, в котором перемещается курсор из начальной точки в конечную, определяет свойства выбора объектов, в данном случае – **Полным попаданием**. Узлы и элементы, полностью заключенные в прямоугольную область, выделяются.

6. В блоке **Дополнительно** нажмите на кнопку **Снять выбор со всех объектов**.
7. Укажите курсором мыши две точки движением справа налево, как показано на рисунке 2.138. В этом случае определяются свойства – **Полным попаданием или касанием**. Узлы и элементы, полностью заключенные в прямоугольную область, а также пересекающие ее, выделяются.

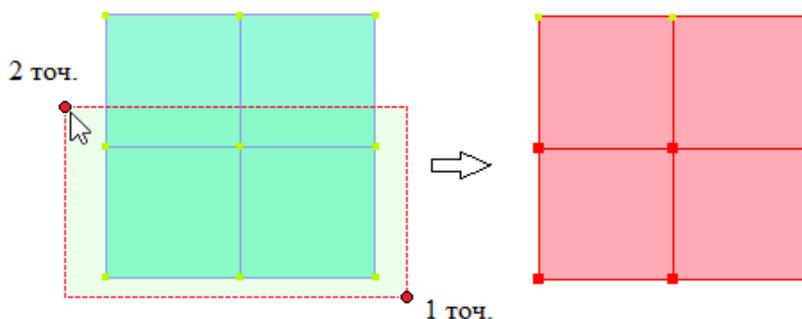
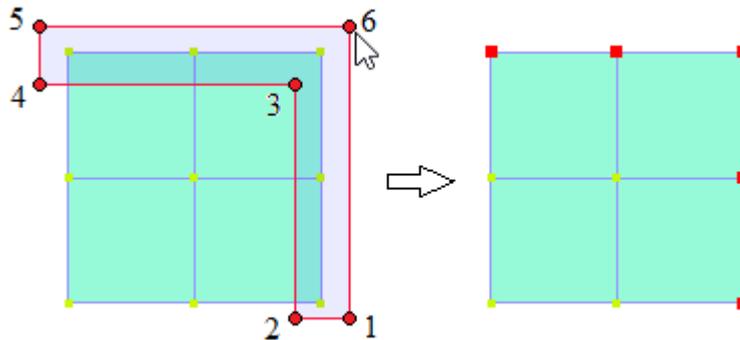


Рисунок 2.138 Прямоугольная область выделения **Полным попаданием или касанием**

### Пример 2.5.2 Выбор объектов полигональной областью

1. Повторите действия, указанные в пунктах 1,2 примера 2.5.1.
2. В блоке **Рамка выбора** активируйте кнопку **Полигональная рамка** :
  - в поле **При движении рамки налево** установите параметр – **Полным попаданием**.
3. Укажите курсором мыши множество точек, как показано на рисунке 2.139, для подтверждения ввода полигональной области, последнюю точку полигона укажите двойным кликом.

Рисунок 2.139 Полигональная область выделения **Полным попаданием**

### Пример 2.5.3 Выбор объекта одиночным указанием курсора

1. Повторите действия, указанные в пунктах 1,2 примера 2.5.1.
2. В блоке **Рамка выбора** активируйте кнопку **Одиночный выбор** .
3. Точечным указанием курсора мыши выберите узел (рисунок 2.140).

В область курсора попадает несколько объектов. В предложенном диалоговом окне выберите объект. Выбранный объект подсвечивается как в самом списке, так и на схеме (рисунок 2.140 а). Для выделения объекта на схеме выберите двойным кликом объект из списка (рисунок 2.140 б).

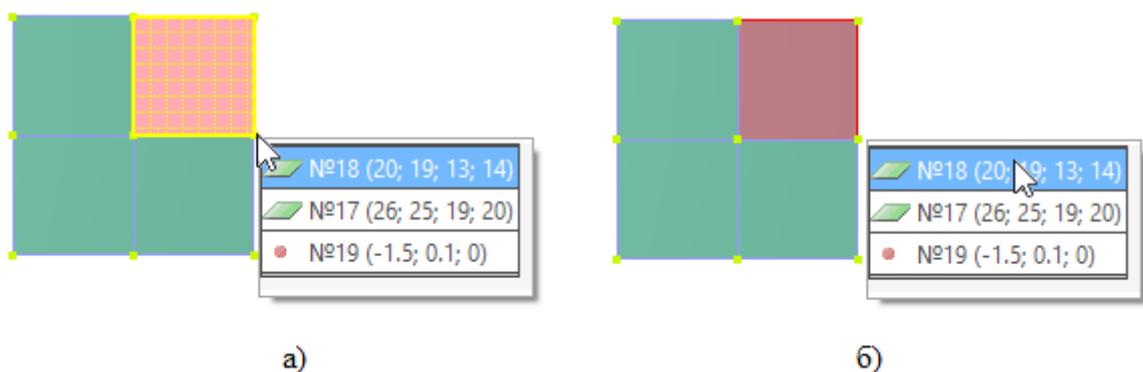


Рисунок 2.140 Одиночный выбор

### 2.5.2 ФИЛЬТР ВЫБОРА

Работа с большим количеством объектов вызывает определенные трудности, так как каждому объекту, созданному в ПК ЛИРА, присуще множество свойств, характеризующих его. Поэтому в ПК ЛИРА имеется возможность ограничить поиск доступных объектов в схеме по различным критериям и свойствам, что позволяет выбрать именно те, которые нужны для работы в данный момент. Таким инструментом является **Фильтр выбора**.

Для выбора определенных объектов по их критериям и свойствам/параметрам воспользуйтесь пунктом меню **Выбор ⇒ Фильтр выбора** (кнопка  на панели инструментов) и вызовите панель режима **Параметры фильтра** (рисунок 2.141).

Панель **Параметры фильтра** включает в себя два раскрывающихся блока: **Рамка выбора** и **Ограничения выбора**.

Блок **Рамка выбора** аналогичен по функционалу блока панели **Параметры выбора объектов**, за исключением отсутствия кнопки **Одиночный выбор** и наличия дополнительной кнопки **Взять свойства с объекта** .

В Блоке **Ограничения выбора** содержатся восемь вкладок фильтров по критериям и свойствам. Для каждой из вкладок диалоговое окно принимает вид, соответствующий его назначению. В каждом окне присутствуют критерии выбора, отметка которых открывает доступ к соответствующим полям ввода.

Первая вкладка **Фильтр по узлам** позволяет пользователю ограничить выбор узлов по следующим критериям:

- **по номеру** – выбор узлов по их номеру;

 *В активизирующемся поле номера узлов вводятся в любой последовательности и комбинации, при этом нужно соблюдать определенные правила: номера друг от друга отделяются пробелом или запятой, а диапазоны указываются через дефис (пример: 1, 10, 11-19, 23).*

- **по координатам** – выбор узлов по заданным координатам;
- **по закреплениям** – выбор узлов по заданным граничным условиям;

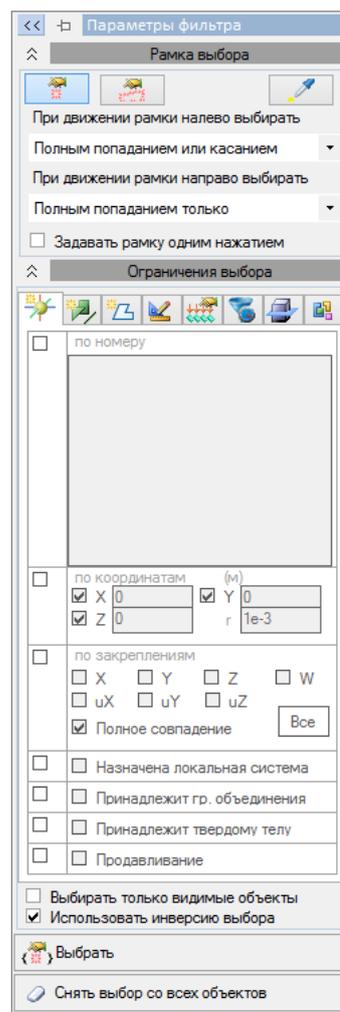


Рисунок 2.141 Параметры фильтра

- **назначена локальная система** – выбор узлов с назначенной локальной системой координат;
- **принадлежат группе объединения перемещения** – выбор узлов, принадлежащих группе объединения перемещения;
- **принадлежат твердому телу** – выбор узлов, принадлежащих к твердым телам;
- **продавливание** – выбор узлов, принадлежащих к группе продавливания.

 При одновременном выборе нескольких критериев реализуется более строгое ограничение. Выделяются только те объекты, которые полностью соответствуют активным критериям и их свойствам (параметрам).

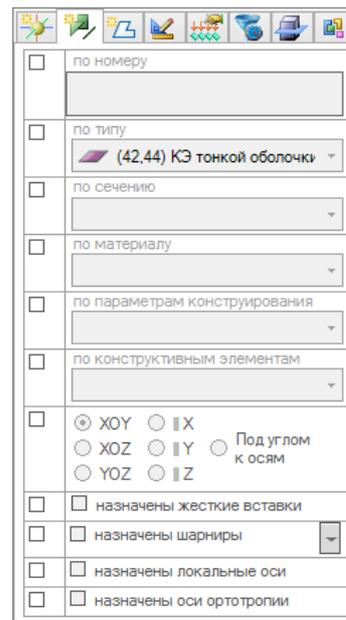


Рисунок 2.142 **Фильтр по элементам**

Вторая вкладка **Фильтр по элементам** позволяет пользователю ограничить выбор элементов по следующим критериям (рисунок 2.142):

- **по номеру** – выбор элементов по их номеру;
- **по типу** – выбор элементов по типу КЭ;
- **по сечению** – выбор элементов по назначенному сечению;
- **по материалу** – выбор элементов по назначенному материалу;
- **по параметрам конструирования** – выбор элементов по назначенному параметру конструирования;
- **по конструктивным элементам** – выбор элементов, входящих в группу конструктивных элементов;
- **по ориентации** – выбор элементов по ориентации в пространстве, радиокнопки устанавливаются в одно из положений:
  - **XOY, XOZ, YOZ** – выбор элементов, параллельных плоскости активной радиокнопки;
  - **|| X, || Y, || Z** – выбор элементов, параллельных глобальным осям активной радиокнопки;
  - **Под углом к осям** – выбор элементов, находящихся под углом к глобальным осям;
- **назначены жесткие вставки** – выбор элементов с жесткими вставками;
- **назначены шарниры** – выбор элементов с назначенными шарнирами;
- **назначены локальные оси** – выбор стержневых элементов с назначенными локальными осями или пластинчатых и объемных КЭ с заданными осями согласования;
- **назначены оси ортотропии** – выбор элементов с назначенным осям ортотропии.

Третья вкладка **Фильтр по архитектурным элементам** позволяет ограничить выбор архитектурных элементов по следующим критериям (рисунок 2.143):

- **по номеру** – выбор архитектурных элементов по их номеру;
- **по типу** – выбор архитектурных элементов по назначенному типу КЭ;
- **по сечению** – выбор архитектурных элементов по назначенному сечению;
- **по материалу** – выбор архитектурных элементов по назначенному материалу;
- **по параметрам конструирования** – выбор архитектурных элементов по назначенному параметру конструирования;
- **по ориентации** – выбор архитектурных элементов по ориентации в пространстве;
- **назначены локальные оси** – выделяются архитектурные стержневые элементы с назначенными локальным осям или пластинчатые элементы с заданными осями согласования;
- **Назначены оси ортотропии** – выбор архитектурных элементов с назначенным осям ортотропии.

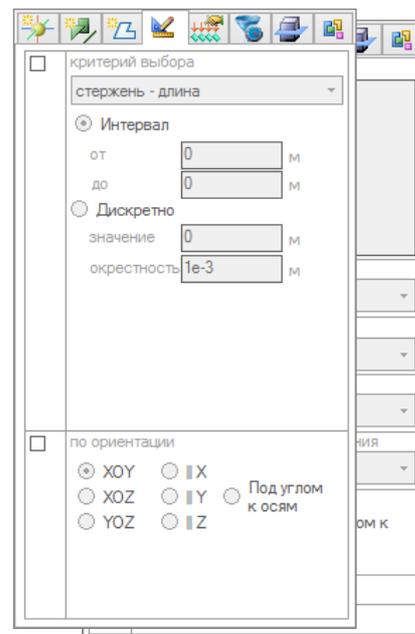


Рисунок 2.143 **Фильтр по архитектурным элементам**

Четвертая вкладка **Фильтр по геометрии КЭ** позволяет ограничить выбор КЭ по их геометрическим параметрам (рисунок 2.144). При установке флажка **Критерий выбора** пользователь получает доступ к следующим критериям:

- **стержень-длина** – выбор стержневых элементов по их длине;
- **пластина-площадь** – выбор пластинчатых элементов по их площади;
- **пластина-длина ребра** – выбор пластинчатых элементов по длине ребер;
- **пластина-угол** – выбор пластинчатых элементов по углам между ребрами;
- **объемник-объем** – выбор объемных элементов по их объему;
- **объемник-площадь грани** – выбор объемных элементов по площадям граней;
- **объемник-длина ребра** – выбор объемных элементов по длинам ребер;
- **узел-удален от точки** – выбор узлов, равноудаленных от указанной пользователем точки.

Рисунок 2.144 **Фильтр по геометрии КЭ**

После выбора необходимого критерия из выпадающего списка необходимо активировать одну из радиокнопок:

- радиокнопка **Интервал** открывает доступ к полям ввода интервала значений **от** и **до**, которые по умолчанию заполнены минимальным и максимальным значениями;

- радиокнопка **Дискретно** откроет доступ к полю ввода **Значения**, для которого необходимо также в соответствующем поле задать величину отклонения (**Окрестность**);
- **по ориентации** – выбор элементов по ориентации в пространстве.

Пятая вкладка **Фильтр по нагрузкам** позволяет пользователю ограничить выбор узлов и элементов по назначенным нагрузкам (рисунок 2.145).

В диалоговом окне формируется список однотипных нагрузок с равными значениями, принадлежащих к различным элементам и узлам.

Шестая вкладка **Фильтр по значениям** позволяет пользователю ограничить выбор узлов и элементов по значениям (рисунок 2.146).

Для отметки узлов или элементов по их значениям необходимо вначале визуализировать сами значения соответствующих факторов (усилия, напряжения, перемещения, и так далее).

Выбрав нужный фактор для визуализации, выведите на экран доступные значения (мозаика, изополя или эпюры). Не закрывая режим визуализации значений, вызовите **Фильтр выбора** и перейдите на вкладку **Фильтр по значениям**.

В открывшемся диалоговом окне необходимо активировать одну из радиокнопок:

- радиокнопка **Элементы с ошибкой** – выбор элементов с ошибками;
- радиокнопка **Интервал** открывает доступ к полям ввода интервала значений **от** и **до**, которые по умолчанию заполнены минимальным и максимальным значениями;
- радиокнопка **Дискретно** откроет доступ к полю ввода значения, для которого необходимо также в соответствующем поле задать величину отклонения (окрестность).

 *В интервал диапазона значения входят включительно.*

Седьмая вкладка **Фильтр сечение и отсечение** позволяет ограничить выбор узлов и элементов секущей или отсекающей плоскостью (рисунок 2.147). В диалоговом окне установите радиокнопку в одно из положений:

**Сечение плоскостью** – выбор узлов и элементов, принадлежащих секущей плоскости;

**Отсечение плоскостью** – выбор узлов и элементов, принадлежащих самой плоскости или отсекаемому плоскостью полупространству;

Рисунок 2.145 **Фильтр по нагрузкам**

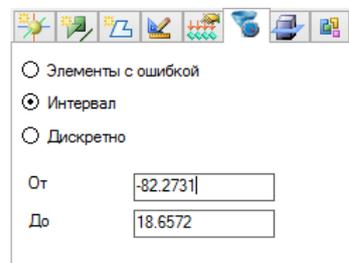
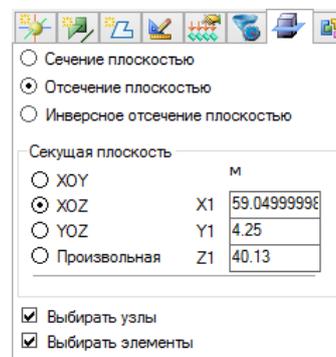
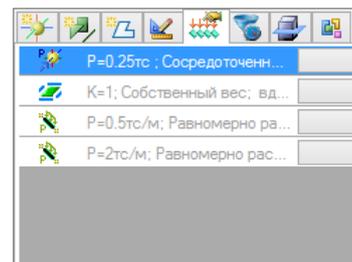


Рисунок 2.146 **Фильтр по значениям**



**Инверсное отсечение плоскостью** – выбор узлов и элементов, принадлежащих самой плоскости или противоположному отсекаемому плоскостью полупространству;

В блоке **Секущая плоскость** соответствующими радиокнопками задается вид и положение секущей/отсекающей плоскости:

- **XOY, XOZ, YOZ** – секущая плоскость параллельна плоскости активной радиокнопки. Положение плоскости определяется одной точкой, для этого в левой части панели в соответствующих полях ввода необходимо указать координаты точки, принадлежащей этой плоскости. Также положение выбранной плоскости можно указать курсором мыши. Подведите курсор к узлу или к пересечению вспомогательной сети построения, вызовите контекстное меню, нажав на правую клавишу мыши, в контекстном меню выберите **Установить в качестве вспомогательного узла**;

- **Произвольная** – произвольная секущая/отсекающая плоскость. Положение плоскости определяется тремя точками. Активация данной радиокнопки открывает дополнительные поля ввода координат точек, принадлежащих этой плоскости. В соответствующих полях ввода необходимо указать координаты этих точек. Также положение выбранной плоскости можно указать курсором мыши. Повторите аналогичные действия как для параллельных плоскостей, только в этом случае необходимо поочередно указать три точки.

Установка или снятие флажка **Выбирать узлы** и **Выбрать элементы** приводит к включению или выключению объектов, которые будут выделяться секущей или отсекающей плоскостью.

Восьмая вкладка **Фильтр групп и свойств** предназначена для выбора объектов по назначенным группам или свойствам, принадлежащим к одному классу параметров (рисунок 2.148):

- для **Элементов** доступны следующие классы параметров:
  - **Группы элементов** – выбор элементов, входящих в группы элементов;
  - **Группы унификации РСУ** – выбор элементов, входящих в группы унификаций РСУ;
  - **Конструктивные элементы** – выбор элементов, входящих в конструктивные элементы;
  - **Конденсация масс** – выбор элементов, входящих в группы конденсации масс;
  - **Сечения** – выбор элементов по назначенным сечениям;
  - **Материалы** – выбор элементов по назначенным материалам;
  - **Параметры конструирования** – выбор элементов по назначенным параметрам конструирования;
- для **Узлов** доступны следующие классы параметров:
  - **Объединение перемещений** – выбор узлов по назначенным группам объединения перемещений;
  - **Абсолютно твердые тела** – выбор узлов, входящих в состав твердых тел;
  - **Конденсация масс** – выбор узлов по назначенным группам конденсации масс.

Рисунок 2.147 Фильтр

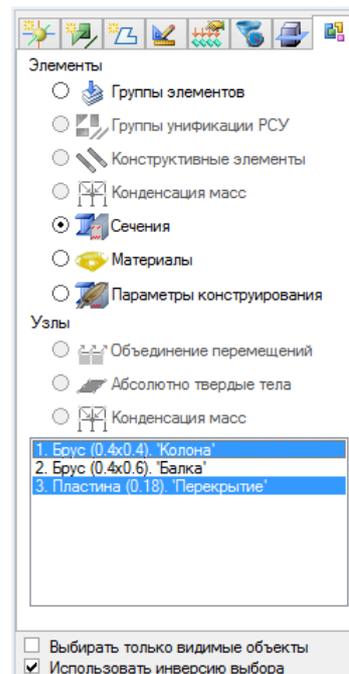


Рисунок 2.148 Фильтр групп и свойств

Установка одной из радиокнопок для вышеперечисленных классов параметров формирует в нижней части блока доступный список назначенных групп или свойств в соответствии с выбранным классом. Выбранная из списка группа или свойство выделяется. Также при удержании клавиши «Ctrl» из списка можно выбрать несколько групп или свойств.

### 2.5.3 ФРАГМЕНТАЦИЯ

В ПК ЛИРА имеется возможность ограничить отображение объектов на видовом экране, скрывая ненужные элементы и узлы. Таким инструментарием является **Фрагментация**.

Для того чтобы скрыть те или иные объекты, перейдите в пункт меню **Вид** или же вызовите контекстное меню, кликнув в пространстве видового окна правой клавишей мыши (рисунок 2.149).



**Скрыть выделенное** – скрывает в текущей проекции выделенные объекты;



**Скрыть невыделенное** – скрывает в текущей проекции невыделенные объекты;



**Показать скрытое** – восстанавливает в текущей проекции ранее скрытые объекты;



**Спрятать пластинчатые КЭ** – скрывает в текущей проекции пластинчатые элементы;



**Спрятать стержневые КЭ** – скрывает в текущей проекции стержневые элементы;



**Спрятать свободные узлы** – скрывает в текущей проекции узлы скрытых элементов;



**Спрятать объемные КЭ** – скрывает в текущей проекции объемные элементы;



**Спрятать одноузловые КЭ** – скрывает в текущей проекции одноузловые конечные элементы.

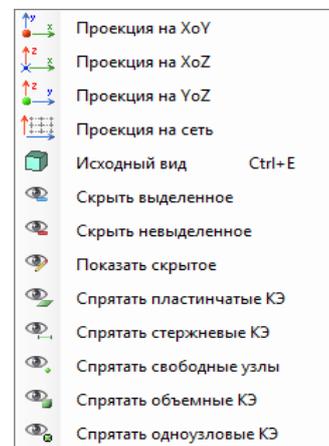


Рисунок 2.149 Контекстное меню

## 2.6 КОПИРОВАНИЕ И ПЕРЕНОС ФРАГМЕНТОВ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

Для копирования и переноса фрагментов расчетной схемы необходимо воспользоваться меню **Правка** ⇒ **Копировать/Переместить** или панелью **Копировать/Переместить** (рисунок 2.150).



Рисунок 2.150

Панель состоит из кнопок:

- копировать выбранный фрагмент;
- переместить выбранный фрагмент;
- повернуть выбранный фрагмент;
- симметрично копировать выбранный фрагмент;

- масштабировать выбранный фрагмент.

### Копировать выбранный фрагмент

Этот режим представлен тремя вкладками.

Раскрывающаяся вкладка **Использовать смещение (dX, dY, dZ)** (рисунок 2.151) необходима для ввода координат, в направлении которых будет копироваться выделенный фрагмент, а также задания количества копируемых элементов.

dX	dY	dZ
0	0	0
n	Копировать =>>	
1		

Рисунок 2.151

При работе со вкладкой **Использовать направление + расстояние** (рисунок 2.152) необходимо задать:

- вектор, указав координаты его начальной и конечной точки;
- **L** – длину шага копирования в текущих единицах измерения;
- **n** – количество шагов копирования.

Начальная точка вектора направления		
Xo	Yo	Zo
12	2	4
Конечная точка вектора направления		
Xn	Yn	Zn
1	5	7
L	n	Копировать =>>
3	2	

Рисунок 2.152

При указании курсом мыши на сеть координат или на узел копируемого объекта на экране появится пиктограмма (рисунок 2.153), которая предварительно указывает место расположения копируемого объекта.

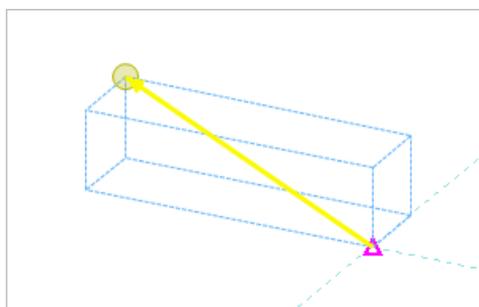


Рисунок 2.153

В выпадающей вкладке **Использовать точку вставки** необходимо выбрать одну из типов привязок (рисунок 2.154).

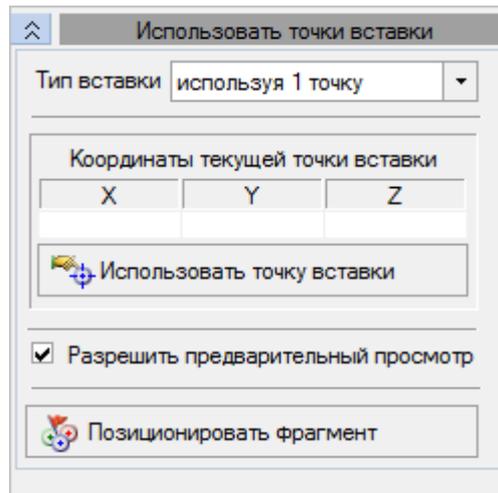


Рисунок 2.154

Изменить расположение 1 (текущей) точки, 2 и 3 точек возможно, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 1 точку**, то можно задать текущую точку двумя способами:

- указать координаты текущей точки с подтверждением **Использовать точку вставки**;
- указать ее на схеме, нажав на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Если выбрана строка **используя 2(3) точки**, то далее необходимо нажать на кнопку **Позиционировать фрагмент**.

Позиционирование фрагмента осуществляется в новом экранном окне. После назначения точек вставки его необходимо закрыть.

Назначение точек может быть осуществлено двумя способами:

- указанием координат (рисунок 2.155);
- графически: наведя курсором на нужные узлы и щелкнув правой кнопкой мыши (рисунок 2.156).

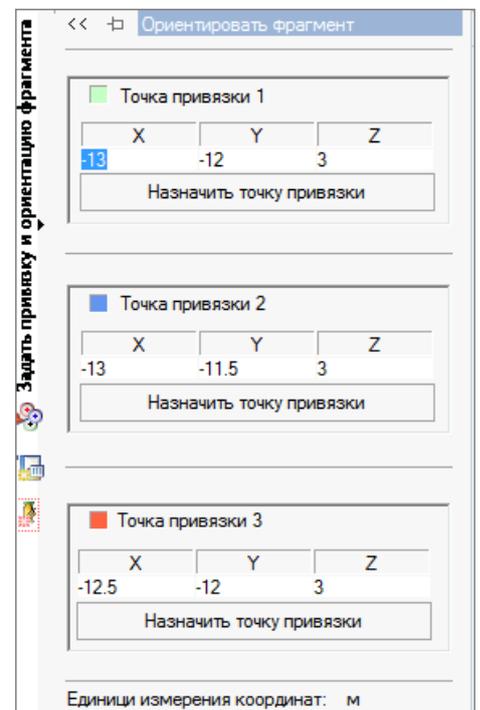


Рисунок 2.155

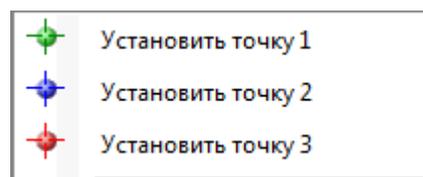


Рисунок 2.156

Установка флажка **Разрешить предварительный просмотр** поможет сориентироваться с месторасположением объекта.

Для выполнения автоматического пересечение добавляемых элементов с уже существующими нужно установить флажок.

### Переместить выбранный фрагмент

Этот режим состоит из вкладок, которые позволяют выполнять различные операции по перемещению объектов.

Раскрывающаяся панель **Использовать смещения (dX, dY, dZ)** (рисунок 2.157) необходима для ввода координат, в направлении которых будет перемещаться выделенный фрагмент.

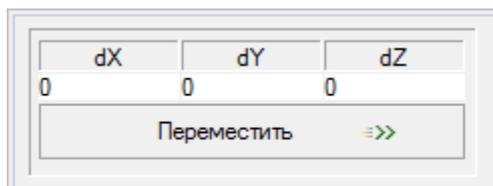


Рисунок 2.157

При работе со вкладкой **Использовать направление + расстояние** (рисунок 2.158) необходимо задать вектор, указав его начальную и конечную точку. Также нужно назначить **L** – длину шага перемещения в текущих единицах измерения.

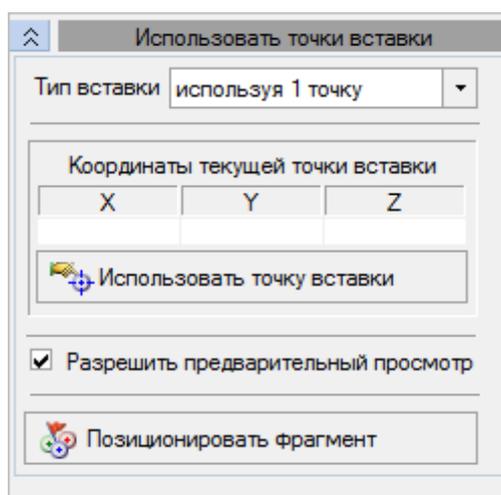


Рисунок 2.158

При указании курсором мыши на сеть координат или на узел смещаемого объекта на экране появится пиктограмма (рисунок 2.159), которая предварительно указывает место расположения смещаемого объекта.

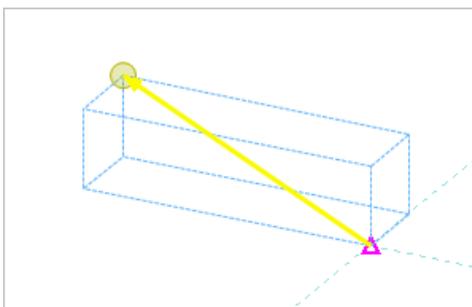


Рисунок 2.159

Работа вкладки **Использовать точку вставки** аналогична предыдущему пункту.

Вкладка **Притянуть узлы к плоскости** (рисунок 2.160) позволяет перемещать узлы к заданной плоскости. При помощи радиокнопки нужно указать плоскость, затем ввести координаты вспомогательного узла или установить его кликом правой клавишей мыши на рабочую область. Перемещение происходит ортогонально плоскости. Если необходимо выполнить перемещение параллельно прямой, активируйте соответствующую радиокнопку и задайте координаты прямой. Также задать прямую можно правой клавишей мыши, устанавливая первую и вторую точку прямой на рабочей области.

Плоскость		м	
<input checked="" type="radio"/>	ХОУ		
<input type="radio"/>	ХОZ	X1	0
<input type="radio"/>	УOZ	Y1	0
<input type="radio"/>	Произвольная	Z1	0

<input checked="" type="radio"/>	Ортогонально плоскости
<input type="radio"/>	Параллельно прямой

Притянуть ⇒⇒

Рисунок 2.160

Вкладка **Притянуть узлы к прямой** (рисунок 2.161) позволяет перемещать выбранные узлы к заданной прямой. Для этого вам необходимо задать ее координаты или установить вспомогательный узел при помощи клика правой клавишей мыши на рабочей области.

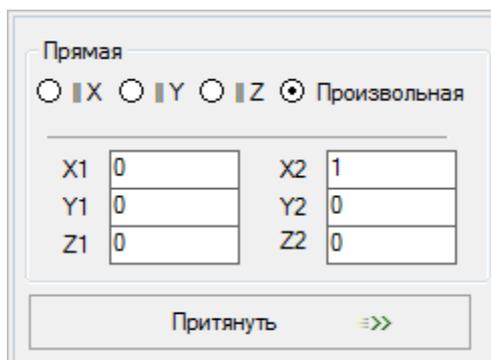


Рисунок 2.161

### Повернуть выбранный фрагмент

Панель позволяет выполнять операции по вращению объектов.

Если необходимо выполнять поворот фрагментов с их копирование, то нужно установить галочку в окне (рисунок 2.162).

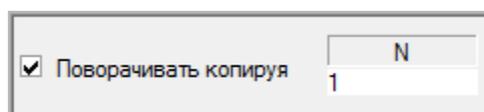


Рисунок 2.162

В раскрывающейся панели **Относительно глобальных осей** (рисунок 2.163) нужно задать положение полюса вращения, относительно которого будет повернут выделенный фрагмент, а также на какой угол необходимо повернуть фрагмент.

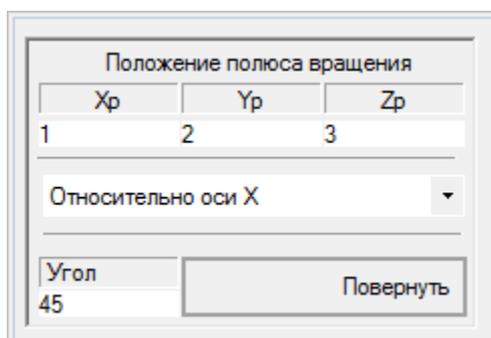


Рисунок 2.163

При работе со вкладкой **Относительно произвольной оси** (рисунок 2.164) необходимо задать вектор, указав его начальную и конечную точку, а также угол поворота в текущих единицах измерения.

Начальная точка вектора направления		
X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	Z <sub>0</sub>
0	0	0
Конечная точка вектора направления		
X <sub>n</sub>	Y <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>
1	0	0

Угол	Повернуть =>>
45	

Рисунок 2.164

При указании курсором мыши на сеть координат или на узел поворачиваемого объекта на экране появится пиктограмма, которая предварительно указывает место расположения поворачиваемого объекта.

### Симметрично копировать выбранный фрагмент

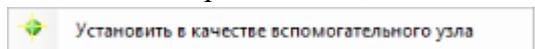
Этот режим служит для симметричного копирования всей схемы или ее фрагмента относительно плоскости, проходящей через вспомогательную точку. Симметричное копирование выполняется в двух плоскостях отображения: ортогональной и произвольной.

- Ортогональная

Ортогональная	Произвольная
Вспомогательная плоскость параллельна:	
<input type="radio"/> плоскости XOY	
<input type="radio"/> плоскости XOZ	
<input checked="" type="radio"/> плоскости YOZ	
Единица измерения координат	м
X1	<input type="text" value="0"/>
Y1	<input type="text" value="5"/>
Z1	<input type="text" value="0"/>

Рисунок 2.165

Необходимо при помощи включения радиокнопки (рисунок 2.165) задать область, относительно которой будет произведено копирование (XOY, XOZ или YOZ). Далее нужно ввести координаты вспомогательной точки в соответствующих полях ввода или установить эту точку на схеме при помощи нажатия правой клавиши мыши на рабочую область



• Произвольная

Ортогональная		Произвольная	
Единица измерения координат: м			
X1	0	X2	1
Y1	0	Y2	0
Z1	0	Z2	0
-----			
X3	0		
Y3	0		
Z3	1		

Рисунок 2.166

Необходимо задать координаты вспомогательных точек плоскости в соответствующих полях ввода (рисунок 2.166) или установить эти точки на схеме при помощи нажатия правой клавиши мыши на рабочую область (рисунок 2.167).

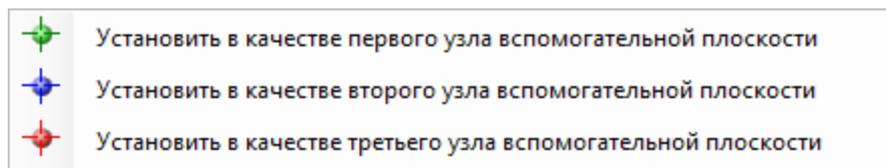


Рисунок 2.167

Точки окрасятся соответственно очередности , , .

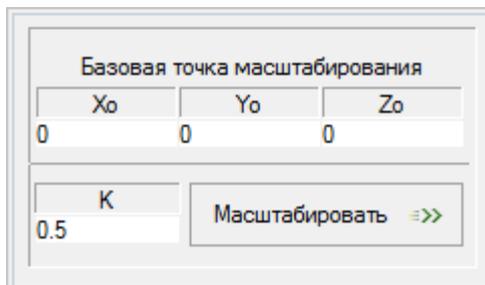
 При наведении курсора мыши на узел элемента схемы появляется направляющая стрелка, указывающая, в какую точку произойдет копирование .

Для завершения операции симметричного копирования нажмите на кнопку **Копировать фрагмент**.

Если вы хотите выполнить автоматическое пересечение добавляемых элементов с уже существующими, установите флажок **Выполнять пересечения добавляемых элементов с существующими**.

## Масштабировать выбранный фрагмент

- **Использовать один коэффициент**



The dialog box is titled "Базовая точка масштабирования" (Basic scaling point). It contains a table for the base point coordinates:

$X_0$	$Y_0$	$Z_0$
0	0	0

Below the table is a field for the scaling coefficient  $K$  with the value 0.5. To the right is a button labeled "Масштабировать =>>" (Scale =>>).

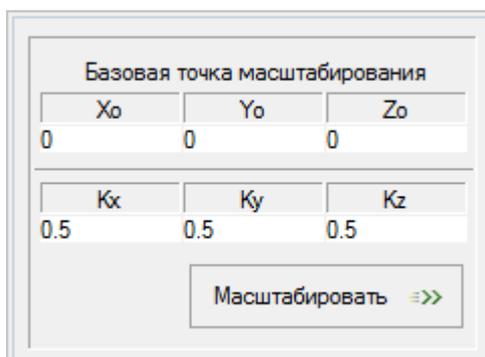
Рисунок 2.168

Этот режим (рисунок 2.168) служит для изменения размеров расчетной схемы или ее фрагментов в указанном направлении.

При помощи **Базовой точки масштабирования** задается направление перемещения копируемого фрагмента.

Далее необходимо указать **Коэффициент масштабирования** (положительное число).

- **Использовать три коэффициента**



The dialog box is titled "Базовая точка масштабирования" (Basic scaling point). It contains a table for the base point coordinates:

$X_0$	$Y_0$	$Z_0$
0	0	0

Below the table is a table for the scaling coefficients:

$K_x$	$K_y$	$K_z$
0.5	0.5	0.5

To the right is a button labeled "Масштабировать =>>" (Scale =>>).

Рисунок 2.169

Этот вариант позволяет задать на каждую ось свой коэффициент масштабирования (рисунок 2.169).

По завершении операции масштабирования необходимо нажать на кнопку **Масштабировать**.

## 2.7 СГУЩЕНИЕ, ОБЪЕДИНЕНИЕ И ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Данные команды используются для построения и редактирования расчетной схемы в ПК ЛИРА.

Для сгущения сети элементов и для дробления стержней необходимо воспользоваться пунктом меню **Правка** ⇒ **Дробление элементов** (кнопка  на панели инструментов). Панель режима **Дробление элементов** состоит из двух вкладок: **Сгущение элементов** и **Дробление стержней**.

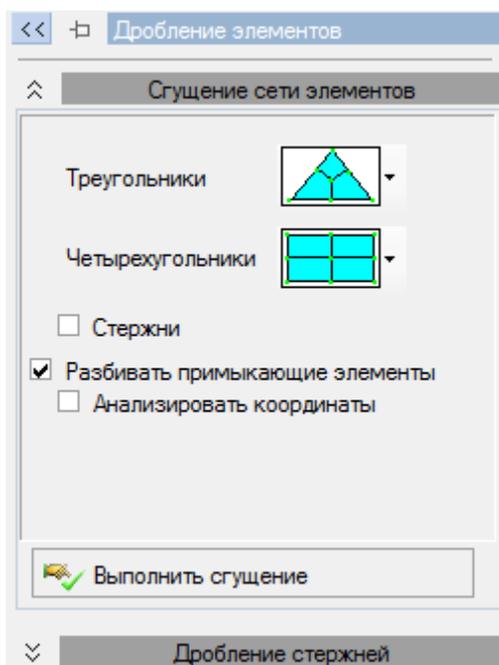


Рисунок 2.170 Сгущение сети элементов

Вкладка **Сгущение сети элементов** (рисунок 2.170) предназначена для дробления пластинчатых КЭ. В выпадающих списках **Треугольники** и **Четырехугольники** нужно выбрать тип сгущения сети:

- три типа дробления для 3-узловых КЭ (рисунок 2.171):
  - на 3 треугольника;
  - на 3 четырехугольника;
  - на 4 треугольника;
- четыре типа дробления для 4-узловых КЭ (рисунок 2.171):
  - на 4 треугольника;
  - на 2 треугольника;
  - на 1 четырехугольник и 4 треугольника;
  - на 4 четырехугольника.



Рисунок 2.171 Типы дробления 3-узловых и 4-узловых КЭ

Дополнительные параметры:

- **Стержни.** Этот флажок используется, когда к сгущаемому элементу примыкает стержень/стержни, которые также нужно дробить. В этом случае стержень/стержни нужно выделить;

- **Разбивать примыкающие элементы.** Этот флажок используется, когда к сгущаемому элементу примыкают другие элементы (в том числе и стержни), которые также нужно дробить. При выключенном флажке сгущаться будут только выделенные элементы. На рисунке 2.172 показано сгущение центрального элемента пластины в двух вариантах: 1 – без разбивки примыкающих элементов, 2 – с разбивкой примыкающих элементов;

- **Анализировать координаты.** Этот параметр доступен только при включенном флажке **Разбивать примыкающие элементы**. В этом случае разбивка будет происходить с учетом координат примыкающих элементов.

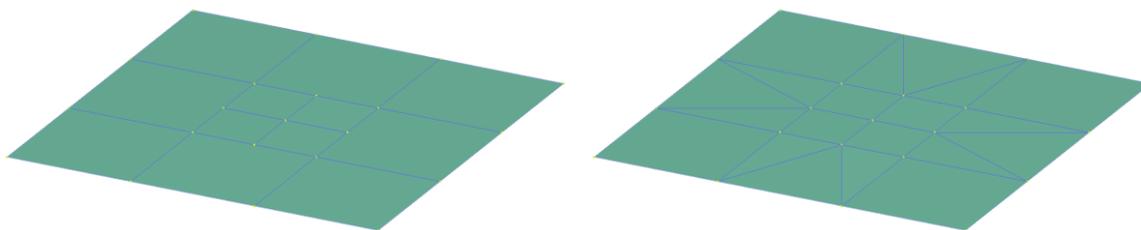


Рисунок 2.172 Сгущение сети элементов: 1 – без разбивки примыкающих элементов; 2 – с разбивкой примыкающих элементов

После задания всех параметров сгущения нужно нажать кнопку **Выполнить сгущение**.

Вкладка **Дробление стержней** (рисунок 2.173) предназначена для дробления стержней. Тут существует два типа деления:

- **На равные части.** Это значит, что стержень будет поделен на  $n$  равных частей, их количество задается в строке **Количество частей**;

- **Цепочкой привязок.** Заданная цепочка привязок будет использоваться как расстояния между точками в текущих единицах измерения. Если отметить флажком пункт **Использовать привязки как относительные соотношения при разбивке между заданными точками**, то привязки будут использоваться как коэффициенты к реальному расстоянию между точками.

Флажок **Индикация дробления** позволяет предварительно увидеть точки дробления стержня.

После задания параметров дробления нужно нажать кнопку **Дробить**.

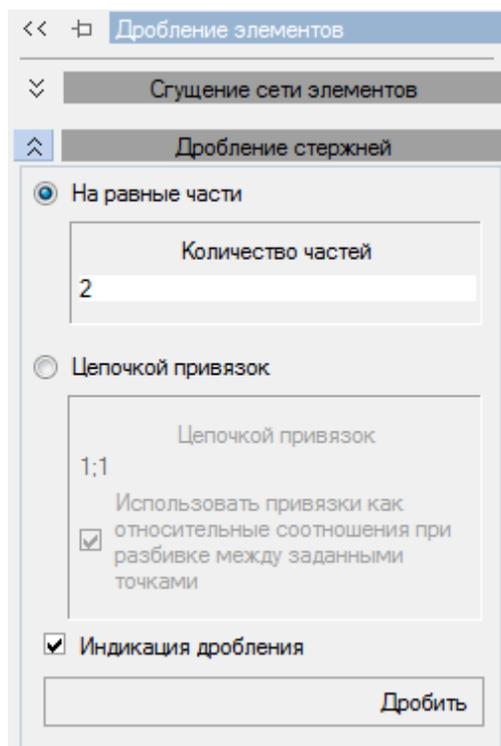


Рисунок 2.173 Дробление стержней

Для объединения элементов необходимо воспользоваться пунктом меню **Правка** ⇨ **Объединение КЭ** (кнопка  на панели инструментов). Панель режима **Объединение КЭ** состоит из трех вкладок: **Объединение треугольников**, **Объединение стержней** и **Преобразование сети КЭ**.

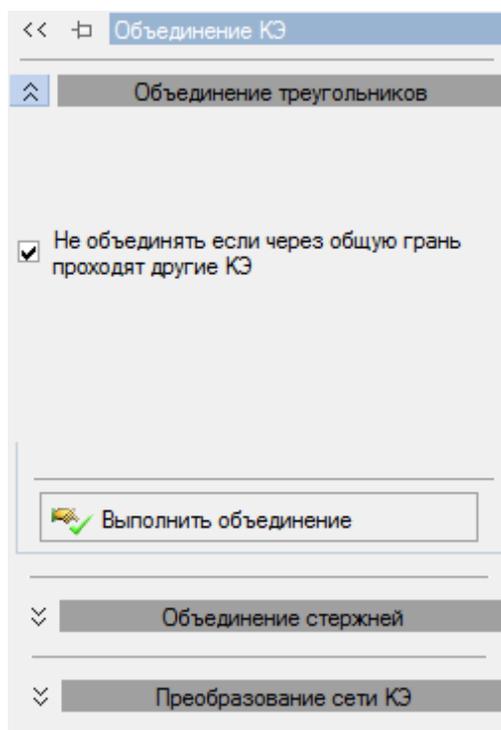


Рисунок 2.174 Объединение треугольников

Вкладка **Объединение треугольников** (рисунок 2.174) предназначена для объединения 3-узловых пластинчатых элементов в 4-узловые (рисунок 2.175). В этой вкладке доступна функция **Не объединять если через общую грань проходят другие КЭ**. Если отметить ее флажком, 3-узловые элементы, через общую грань которых проходят другие КЭ (стержни, пластины), объединяться не будут.

После выделения элементов, которые требуется объединить, нужно нажать кнопку **Выполнить объединение**.

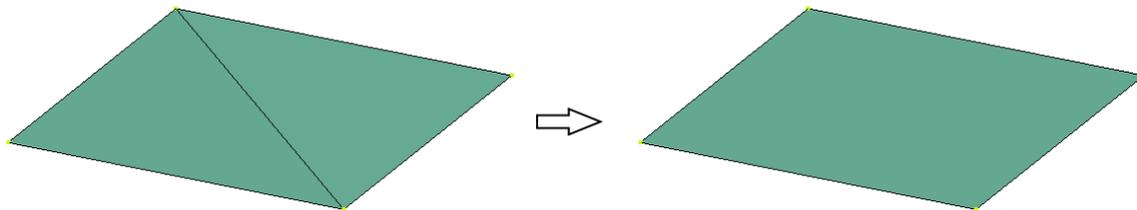


Рисунок 2.175 Объединение 3-узловых пластин в одну 4-узловую

Для объединения стержней воспользуйтесь вкладкой **Объединение стержней** (рисунок 2.176). Доступные параметры:

- **Удалять освободившийся узел.** При отметке этого параметра флажком узлы, которые находились между объединяемыми стержнями, будут удалены.

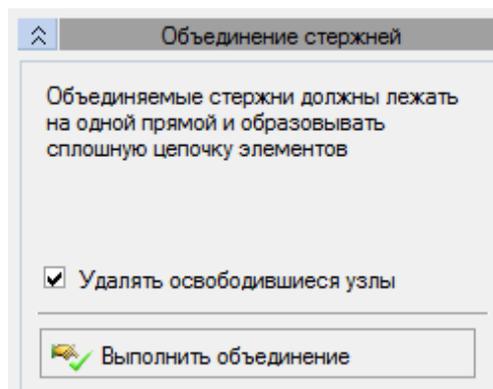


Рисунок 2.176 Объединение стержней

После выделения стержней, которые требуется объединить, нужно нажать кнопку **Выполнить объединение**.

 *Объединяемые стержни должны лежать на одной прямой и образовывать сплошную цепочку элементов.*

При переходе на вкладку **Преобразование сети КЭ** (рисунок 2.177) появляется возможность перемещать существующие узлы. Для перемещения необходимо указать узел расчетной схемы и точку, в которую нужно его переместить. Точкой перемещения может быть существующий узел схемы либо точка пересечения сети построения.

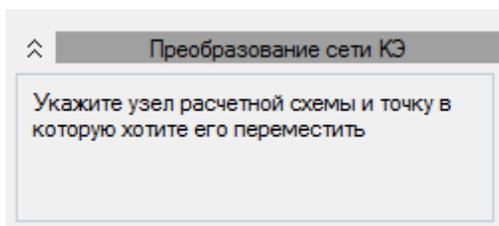


Рисунок 2.177 Преобразование сети КЭ

Для пересечения элементов или групп элементов воспользуйтесь пунктом меню **Правка** ⇒ **Пересечение сети КЭ** (кнопка  на панели инструментов). Панель режима **Пересечение групп КЭ** состоит из трех вкладок: **Пересечение групп КЭ**, **Пересечение всех КЭ** и **Пересечение плоскостью**.

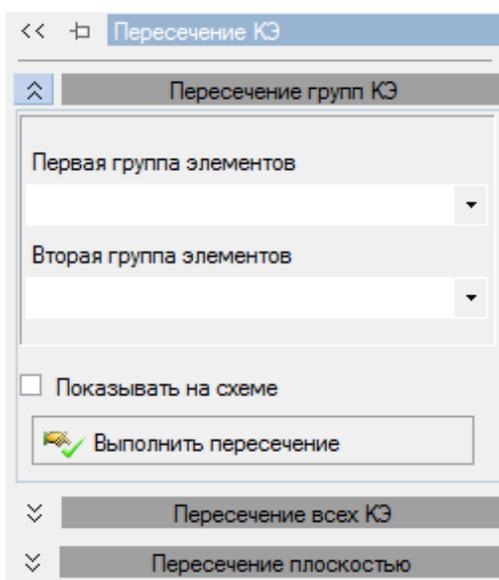


Рисунок 2.178 Пересечение групп КЭ

В раскрывающейся панели **Пересечение групп КЭ** (рисунок 2.178) есть две строки:

- **Первая группа элементов;**
- **Вторая группа элементов.**

В каждой из строк отображается список групп в порядке их создания. Группы создаются автоматически при использовании шаблонов построения. При создании отдельных КЭ группы не создаются, но их можно создать вручную в режиме  (**Редактирование групп элементов**).

Для пересечения отдельных групп КЭ нужно в первой строке выбрать первую группу, а во второй – вторую.

При отметке флажком **Показать на схеме** произойдет индикация выбранных групп на схеме. Так можно проверить, выбрали ли вы именно те группы для пересечения, которые вам нужны.

Для того чтобы выполнить пересечение групп нужно нажать кнопку **Выполнить пересечение**.

Во вкладке **Пересечение всех КЭ** (рисунок 2.179) присутствует ряд параметров, которые можно отметить флажком:

- **Анализировать узлы** – обозначает, что в пересечении участвуют все узлы, в том числе отдельно стоящие;
- **Анализировать стержневые КЭ** – в пересечении участвуют все стержневые КЭ;
- **Анализировать пластинчатые КЭ** – в пересечении участвуют все пластинчатые КЭ.

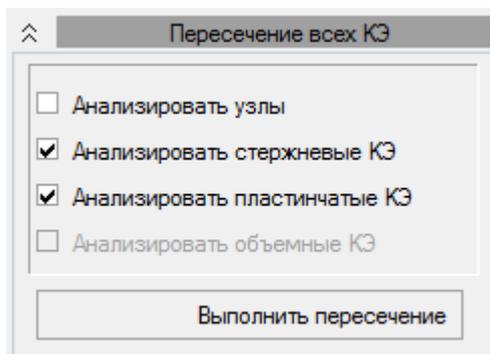


Рисунок 2.179 Пересечение стержневых КЭ

Если какой-то из параметров не отмечен флажком, то эти элементы не будут участвовать в пересечении.

КЭ или группа КЭ предварительно должна быть выделена для того, чтобы программа определила, для каких именно элементов нужно выполнить пересечение.

После выбора нужных параметров необходимо нажать кнопку **Выполнить пересечение**.

Вкладка **Пересечение плоскостью** (рисунок 2.180) используется для пересечения плоскостью элементов или групп элементов. Здесь при помощи радиокнопок нужно отметить плоскость пересечения (**ХОУ**, **ХОZ**, **YOZ** или **Произвольная**) и задать требуемые координаты.

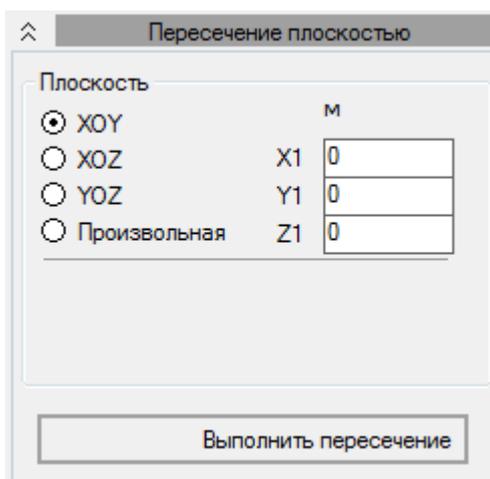
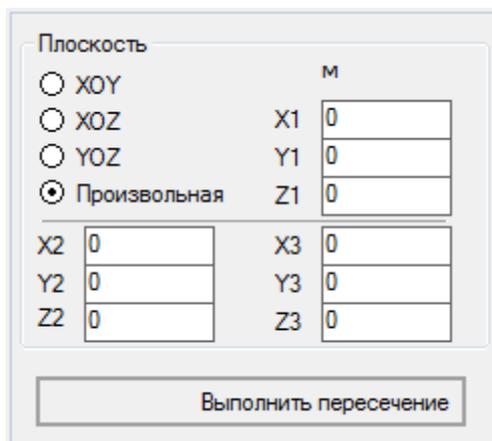


Рисунок 2.180 Пересечение плоскостью

При выборе **Произвольной** плоскости появляются поля для заполнения координат второго и третьего узла произвольной плоскости (рисунок 2.181). Эти координаты можно задать вручную или воспользовавшись контекстным меню. В случае использования контекстного

меню откроется список (рисунок 2.182), в котором нужно выбрать в качестве какого узла будет установлен выбранный.

 Чтобы выбрать узлы с помощью контекстного меню, нужно навести курсор на нужный существующий узел (вокруг узла образуется розовый квадрат) либо на точку пересечения сети построения (появится розовый треугольник) и кликнуть правой кнопкой мыши.



Плоскость		м	
<input type="radio"/>	XOY		
<input type="radio"/>	XOZ	X1	0
<input type="radio"/>	YOZ	Y1	0
<input checked="" type="radio"/>	Произвольная	Z1	0
X2	0	X3	0
Y2	0	Y3	0
Z2	0	Z3	0

Выполнить пересечение

Рисунок 2.181 Поля задания координат узлов для **Произвольной** плоскости

-  Установить в качестве первого узла вспомогательной плоскости
-  Установить в качестве второго узла вспомогательной плоскости
-  Установить в качестве третьего узла вспомогательной плоскости

Рисунок 2.182 Список для задания узлов произвольной плоскости в контекстном меню

После задания нужных параметров нужно нажать кнопку **Выполнить пересечение**.

## 2.8 УПАКОВКА И ПЕРЕНУМЕРАЦИЯ

Для управления параметрами упаковки созданной схемы после выполнения различных операций с геометрией (копирование, удаление, и т.п.) необходимо воспользоваться пунктом меню **Правка** ⇒ **Упаковать модель** (кнопка  на панели инструментов). Панель режима **Упаковка модели** (рисунок 2.183) состоит из трех вкладок:

- **Упаковка;**
- **Расшивка;**
- **Приведение координат к модулю.**

В параметрах **Упаковки** нужно активировать одну из радиокнопок:

- **Упаковать всю схему** – это означает, что упаковка будет проводиться по всей схеме и ничего предварительно выделять не нужно;

- **Упаковать выделенные фрагменты** – упаковка будет проводиться по определенным элементам, которые изначально нужно выделить.

Далее с помощью флажков можно выбрать:

- **Упаковать узлы.** При отмеченном флажке упаковка будет распространяться на узлы текущей схемы. Соответственно, если флажок убрать – упаковываться будут только элементы. Также при отметке флажком этого пункта активируется строка **Погрешность**, которая определяет точность упаковки.

 Если расстояние между узлами меньше числа, заданного в поле **погрешность**, то эти узлы объединяются в один узел, при этом у соответствующих элементов производится корректировка нумерации узлов.

- **Упаковывать элементы** – при отметке этого пункта будут упаковываться элементы текущей схемы.

На вкладке **Упаковка модели** (рисунок 2.183) есть еще три подвкладки:

- **Пропускать;**
- **Дополнительные операции;**
- **Политика упаковки.**

В подвкладке **Пропускать** установите, при необходимости, флажок для соответствующих параметров:

- **Узлы (элементы), содержащие нагрузку** – установленный флажок позволяет не выполнять упаковку для узлов (элементов) схемы, содержащих нагрузку (включая собственный вес);
- **Элементы с разными сечениями/материалами** – позволяет не выполнять упаковку для элементов с разными сечениями/материалами, содержащих узлы с одинаковыми координатами;
- **Элементы разных типов** – установленный флажок позволяет избежать объединения элементов в один элемент (например, несколько одноузловых конечных элементов, входящих в один и тот же узел);
- **Узлы с объединением перемещений** – помогает избежать сшивки узлов с объединением перемещений в один узел;
- **Узлы из абсолютно твердых тел** – при упаковке сохраняются узлы, которые формируют АТТ.

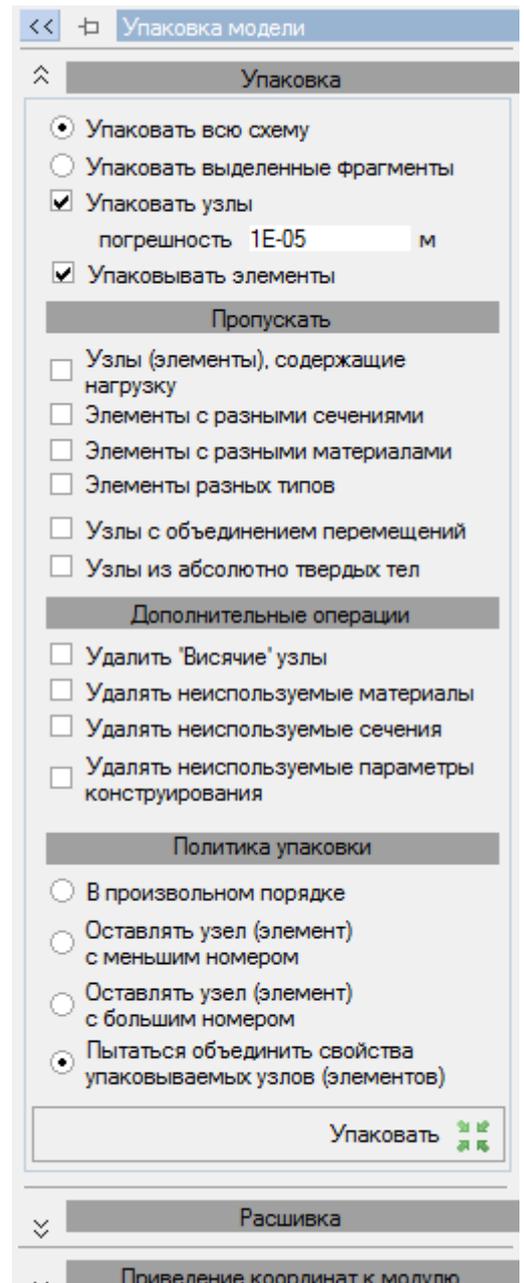


Рисунок 2.183 Панель режима **Упаковка модели**

В подвкладке **Дополнительные операции** установите, при необходимости, флажок для следующих параметров:

- **Удалить “Висячие” узлы.** После выполнения процедуры упаковки все узлы, к которым не присоединен ни один элемент, будут безвозвратно удалены из схемы, а оставшиеся узлы получают новую последовательную нумерацию;
- **Удалять неиспользуемые материалы/сечения.** После выполнения процедуры упаковки все неиспользуемые материалы/сечения будут безвозвратно исключены из задачи (из Редактора материалов/из Редактора сечений), а оставшиеся материалы/сечения получают новую последовательную нумерацию;
- **Удалять неиспользуемые параметры конструирования.** После выполнения процедуры упаковки все неиспользуемые параметры конструирования будут исключены из задачи (из Редактора параметров конструирования), оставшиеся параметры конструирования получают новую последовательную нумерацию.

 При расчете неупакованной схемы удаленные узлы и элементы рассматриваются как несуществующие, но их номера сохраняются до тех пор, пока не выполнена упаковка.

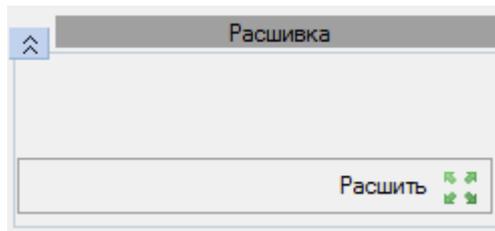
В подвкладке **Политика установки** отметьте радиокнопкой один из следующих параметров:

- **В произвольном порядке.** Это означает, что элементы будут упаковываться в произвольном порядке, то есть без каких либо приоритетов;
- **Оставлять узел (элемент) с меньшим номером** – при упаковке удаляется узел (элемент) с большим номером, оставшиеся узлы (элементы) получают новую последовательную нумерацию;
- **Оставлять узел (элемент) с большим номером** – при упаковке удаляется узел (элемент) с меньшим номером, оставшиеся узлы (элементы) получают новую последовательную нумерацию;
- **Пытаться объединить свойства упаковываемых узлов (элементов).**

 К свойствам узлов (элементов) относятся: группа элементов, тип КЭ, сечение, материал, нагрузки, шарниры, жесткие вставки, угол вращения, коэффициенты постели  $C1$ ,  $C2$ .

После выбора всех необходимых параметров нужно нажать кнопку **Упаковать**.

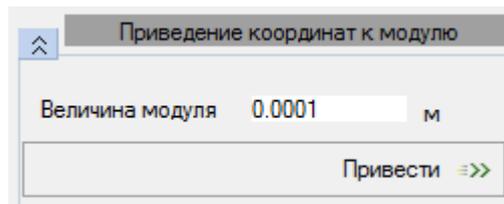
Вкладка **Расшивка** (рисунок 2.184) предназначена для расшивки схемы, то есть для нарушения совместности перемещений каких-либо элементов схемы по линии их стыка. Такая необходимость может возникнуть, в частности, при моделировании шарниров в пластинах и т.п.

Рисунок 2.184 Вкладка **Расшивка**

Для выполнения этой команды необходимо отметить узлы стыка отсоединяемого фрагмента, в которых должна быть нарушена совместность перемещений. Необходимо также отметить и элементы, которые должны принадлежать отсоединяемому фрагменту.

В результате выполнения команды произойдет раздвоение узлов на линии стыка, то есть в одних и тех же координатах появится по два узла. При этом образовавшиеся узлы получают большие номера, чем ранее заданные, и будут принадлежать элементам отсоединяемого фрагмента.

Вкладка **Приведение координат к модулю** (рисунок 2.185) открывает доступ к полю ввода **Величина модуля**, в котором задается точность округления координат.

Рисунок 2.185 Вкладка **Приведение координат к модулю**

Для упорядочивания нумерации узлов и/или элементов нужно воспользоваться пунктом меню **Правка ⇌ Перенумерация** (кнопка  на панели инструментов). Как правило, эта операция выполняется после завершения работы над созданием расчетной схемы.

В панели режима **Перенумерация** (рисунок 2.186) нужно сделать выбор объектов при помощи **Параметров перенумерации**. Здесь предлагается на выбор активировать одну из радиокнопок:

- **Всю схему** – перенумерация будет выполнена по всей схеме;
- **Выделенные фрагменты** – перенумерация будет выполнена только по выделенным элементам.

Далее требуется отметить флажками **Перенумеровать узлы** и/или **Перенумеровать элементы**.

Ниже необходимо указать критерии, в соответствии с которыми будет произведено упорядочивание нумерации.

Для Узлов:

- По возрастанию координат – перенумерация в порядке роста координат;
- Узлы со связями в конец – узлы, в которых наложены связи, будут перенумерованы в последнюю очередь;
- Узлы с объединением в конец – узлы, в которых есть объединение перемещений, будут перенумеровываться в последнюю очередь.

Для Элементов:

- По возрастанию координат – перенумерация будет происходить в порядке возрастания координат центра тяжести;
- По возрастанию номера сечения – перенумерация в соответствии с номером сечения в Редакторе сечений/жесткостей;
- По возрастанию номера материала – перенумерация в соответствии с номером материала в Редакторе материалов;
- По типу КЭ – перенумерация в соответствии с номером типа конечного элемента.

В списке Последовательность учета координат содержатся следующие комбинации: X-Y-Z, X-Z-Y, Y-X-Z, Y-Z-X, Z-X-Y, Z-Y-X.

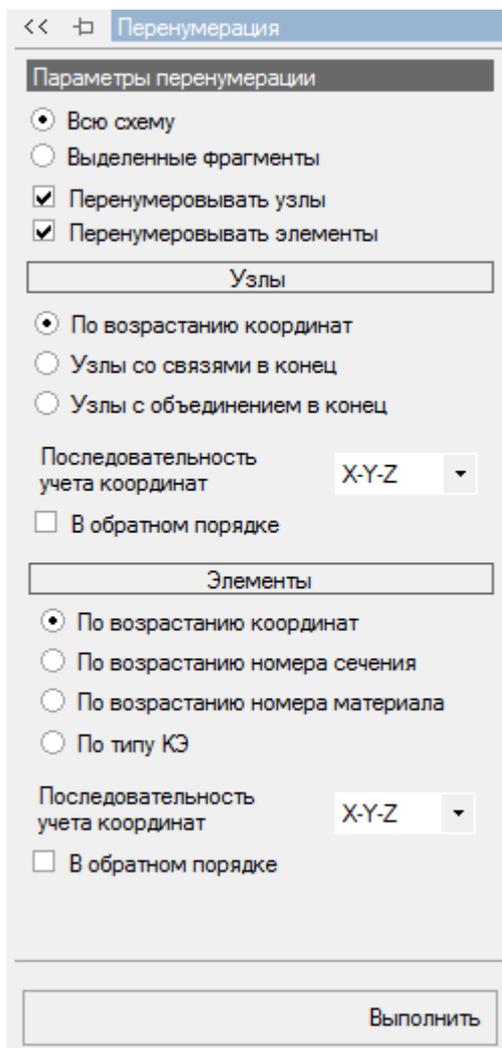


Рисунок 2.186 Панель режима Перенумерация

 Выбор той или иной комбинации координат определяет направление упорядочения. Так, например, при комбинации Y-Z-X упорядочение номеров будет произведено сперва в направлении оси Y, затем, соответственно, в направлениях осей Z и X.

При выборе параметра **В обратном порядке** перенумерация будет происходить в инверсном порядке.

После выбора всех необходимых параметров перенумерации нужно нажать кнопку **Выполнить**.

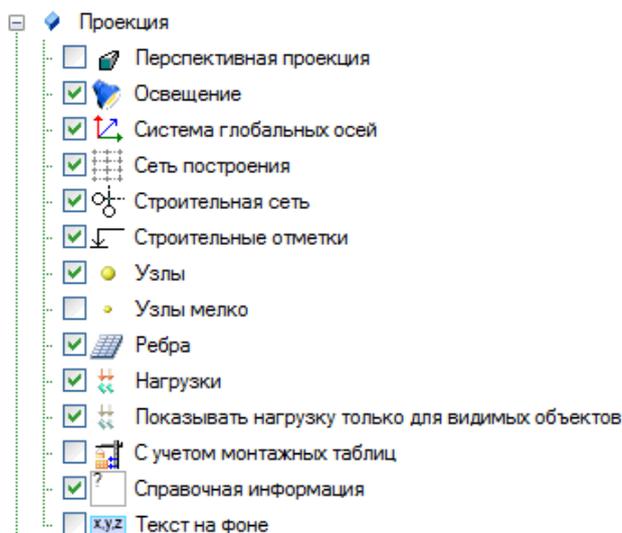


Рисунок 2.187

## 2.9 АТТРИБУТЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Для вызова команды **Атрибуты представления** необходимо воспользоваться меню **Вид** ⇒ **Изменить атрибуты представления модели** или кнопкой  на панели инструментов.

Панель режима **Атрибуты представления** предназначена для редактирования параметров отображения рабочей схемы и результатов расчета.

Диалоговое окно для удобства разделено на три раскрывающихся закладки:

- **Проекция** (рисунок 2.187);
- **Элементы** (рисунок 2.188);
- **Узлы** (рисунок 2.189).

Для отображения необходимого атрибута установите флажок в соответствующем поле ввода.

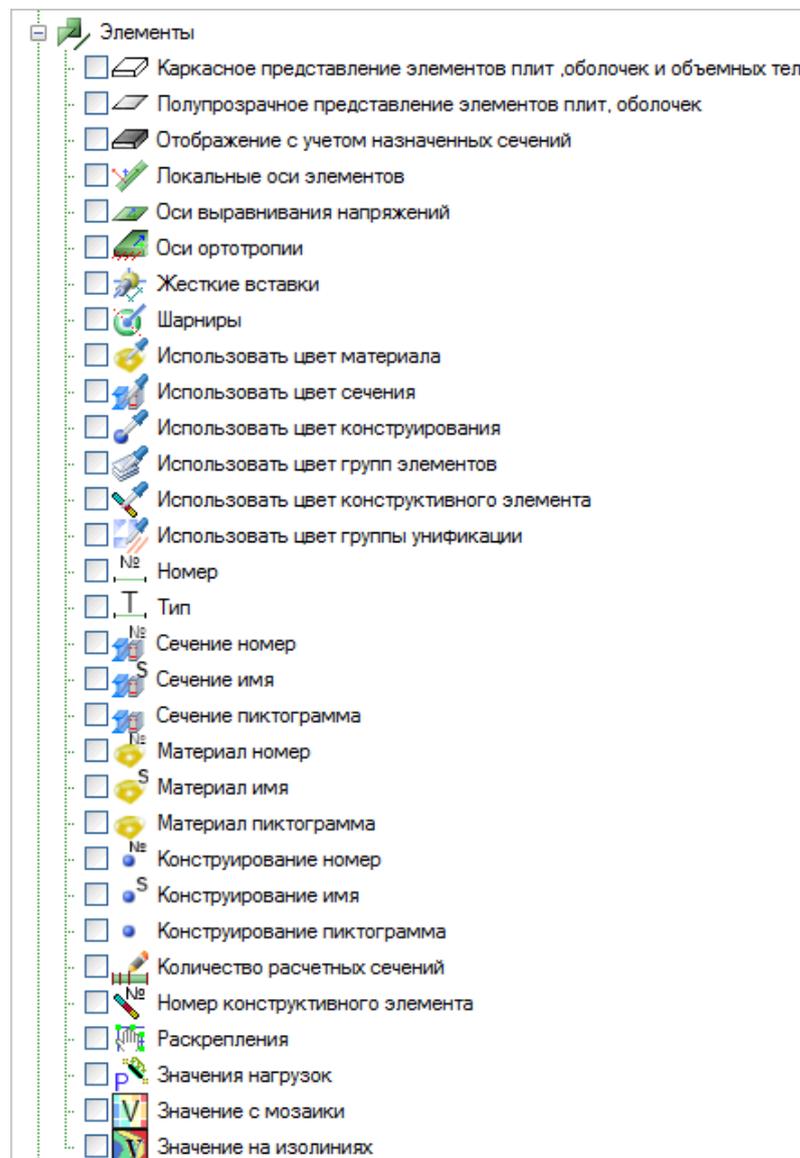


Рисунок 2.188

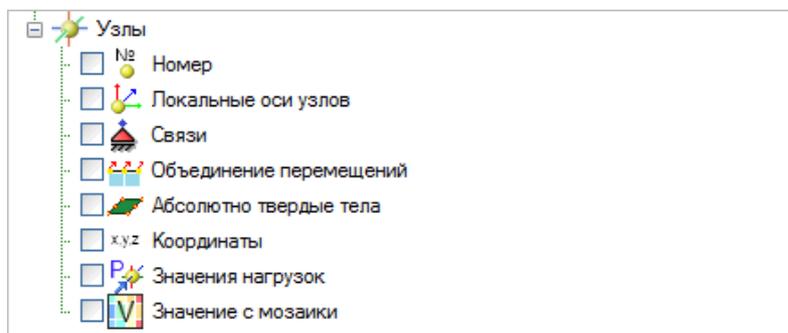


Рисунок 2.189

При установке флажка **Использовать выделенные объекты** атрибуты представления применяются для отмеченных объектов. Это значит, что будет визуализирована информация в соответствии с установленными флажками, а выделение объектов погаснет.

Также при необходимости возможно отображение текста для элементов в две строки и добавление префиксов к значениям (рисунок 2.190).

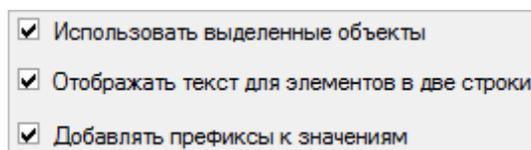


Рисунок 2.190

### Пример 2.9.1

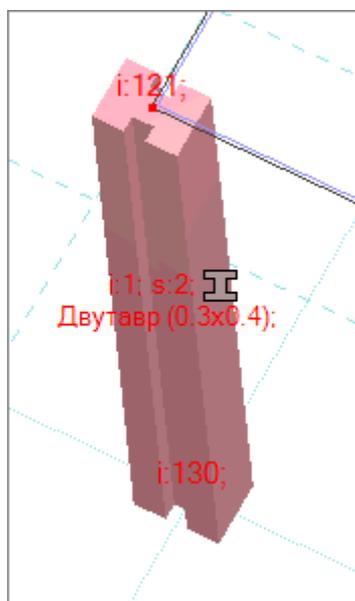


Рисунок 2.191

 Атрибуты представления можно выставить по умолчанию: **Панель инструментов** ⇒ **Сервис** ⇒ **Настройки среды**.

## 2.10 НАГРУЗКИ

Для добавления нагрузок на узлы и элементы необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇒ **Добавить нагрузки** или нажать кнопку на панели инструментов .

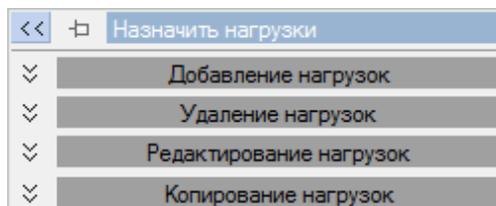


Рисунок 2.192

Панель режима (рисунок 2.192) содержит раскрывающиеся вкладки для задания и редактирования различных нагрузок на узлы и элементы.

Вкладка **Добавление нагрузок** содержит раскрывающийся список **Библиотека нагрузок**, в котором необходимо выбрать тип нагрузки и задать ее параметры.

Библиотека нагрузок подразделяется:

- нагрузки на узел;
- нагрузки на стержень;
- нагрузки на пластину;
- нагрузки на объемные КЭ;
- собственный вес;
- другие типы нагрузок;
- нагрузки на архитектурный стержень;
- нагрузки на архитектурную пластину.

### Нагрузки на узел

- Сосредоточенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.193), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия силы и ее величину. Величина силы отображается в установленных единицах измерения.

Для применения силы нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

- Сосредоточенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.194), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия момента и его величину. Величина момента отображается в установленных единицах измерения.

Для применения момента нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

- Заданное смещение

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.195), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление смещения и его величину. Величина смещения отображается в установленных единицах измерения.

Для применения смещения нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

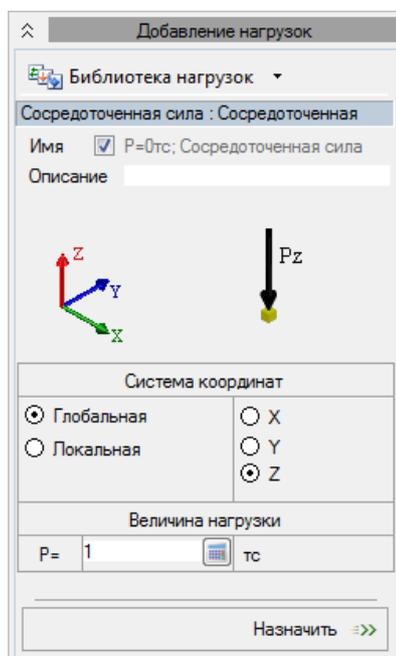


Рисунок 2.193

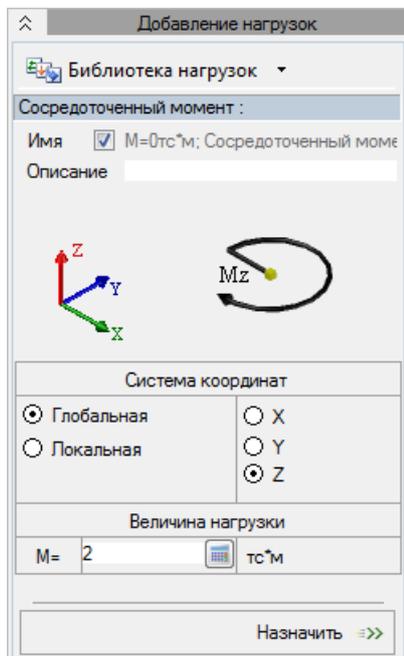


Рисунок 2.194

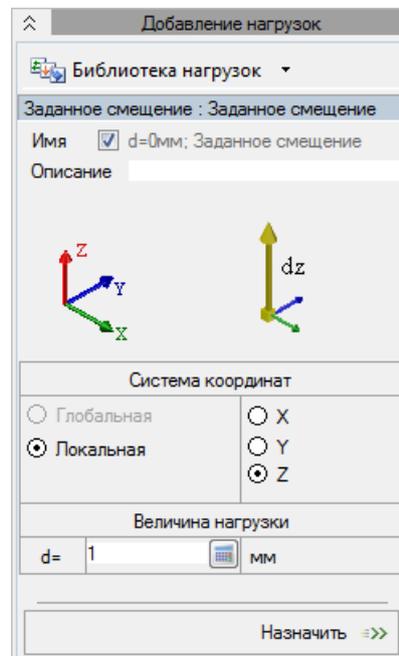


Рисунок 2.195

- Заданный поворот

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.196), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия поворота и его величину. Величина поворота отображается в установленных единицах измерения.

Для применения поворота нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

- Вес узловой массы (загрузка **Динамика во времени**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.197), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия и его величину. Величина силы отображается в установленных единицах измерения.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

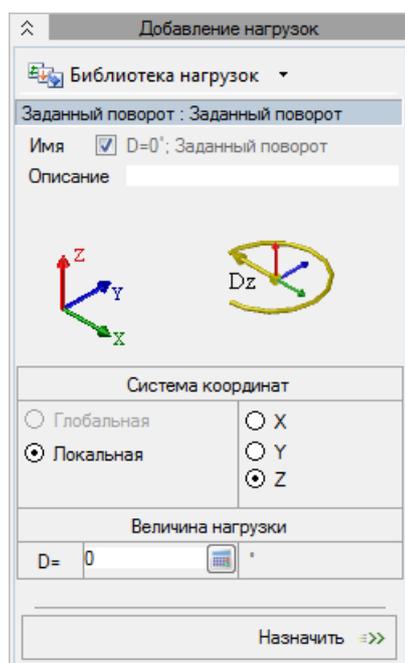


Рисунок 2.196

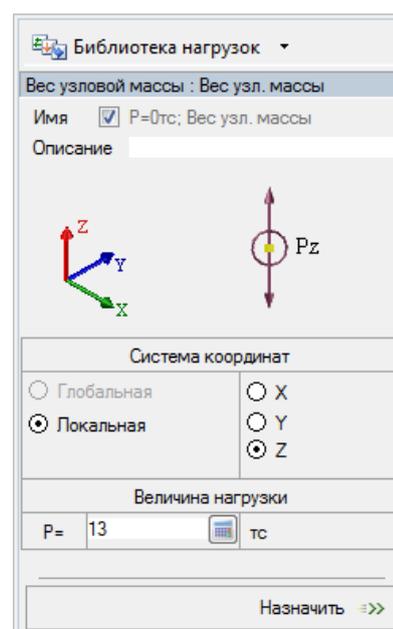


Рисунок 2.197

- Ломаная с произвольным шагом (загрузка **Динамическая нагрузка (узловые силы)**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.198), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия. Для построения графика ломаной нужно указать начальные параметры: **Количество точек**, **Время** и **Величину нагрузки**. После нажатия кнопки **Показать график** в отдельном диалоговом окне построится график (рисунок 2.199).

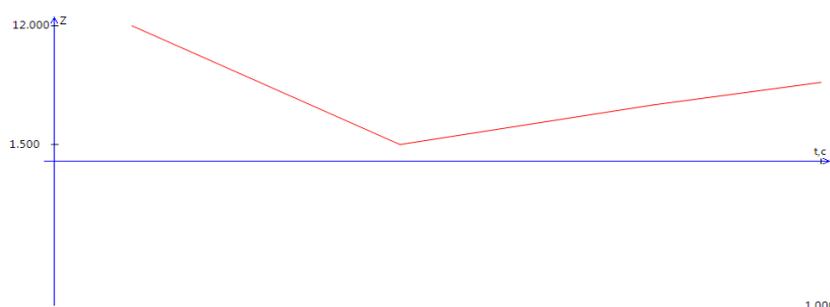


Рисунок 2.199

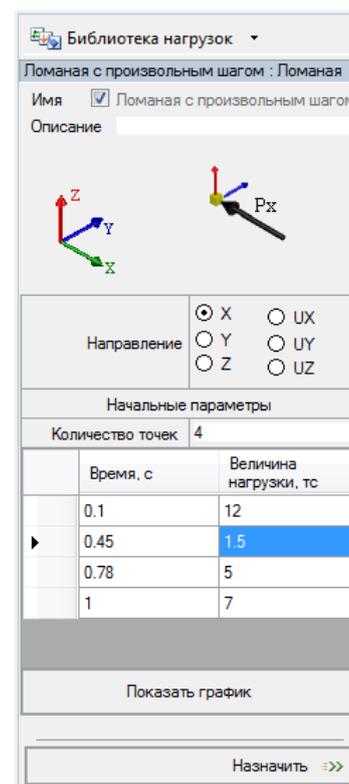


Рисунок 2.198

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

- Синусоидальная (загрузка **Динамическая нагрузка (узловые силы)**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.200), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия. Для построения синусоиды нужно задать параметры: **Амплитуда**, **Частота**, **Сдвиг фаз**, **Время начала**, **Время**.

После нажатия кнопки **Показать график** в отдельном диалоговом окне построится график (рисунок 2.201).

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

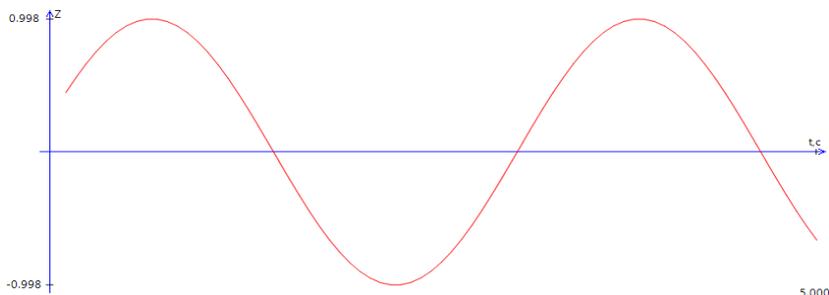


Рисунок 2.201

- Акселерограмма (загружение **Динамическая нагрузка (узловые силы)**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.202), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия.

Для построения акселерограммы нужно задать начальные параметры: **Количество, Время начала, Шаг во времени, Коэффициент перевода, Время и Величину нагрузки.**

После нажатия кнопки **Показать график** в отдельном диалоговом окне построится график (рисунок 2.203).

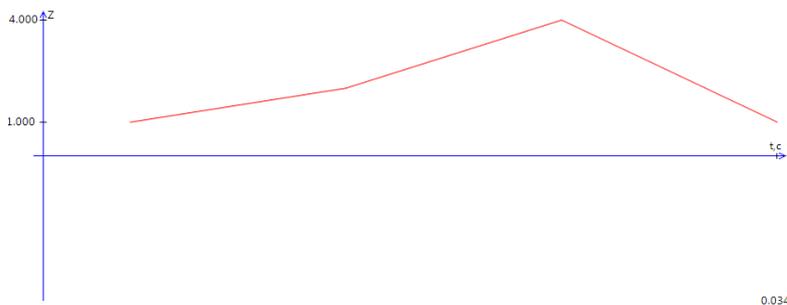


Рисунок 2.203

Также можно прочесть нагрузку из уже существующих файлов.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

- Ломаная с равномерным шагом (загружение **Динамическая нагрузка (узловые силы)**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.204), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия.

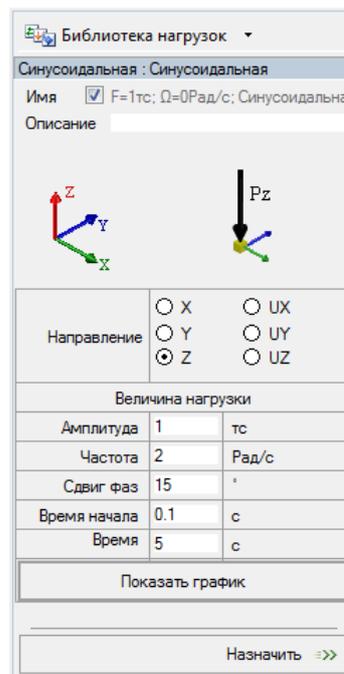


Рисунок 2.200

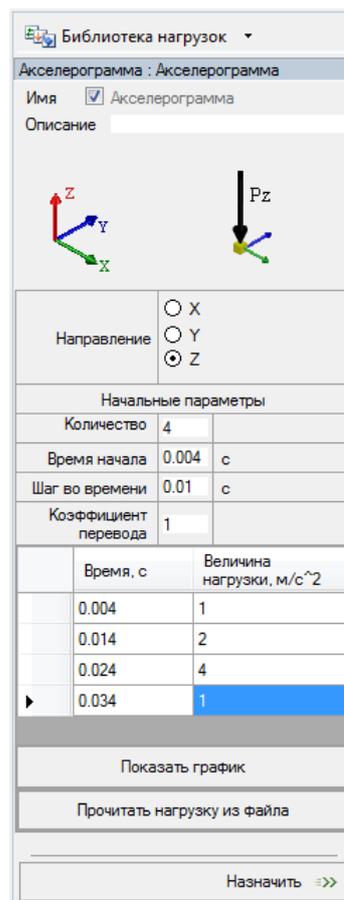


Рисунок 2.202

Для построения графика нужно задать начальные параметры: **Количество**, **Время начала**, **Шаг во времени**, **Коэффициент перевода**, **Время** и **Величину нагрузки**.

После нажатия кнопки **Показать график** в отдельном диалоговом окне построится график (рисунок 2.205).

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

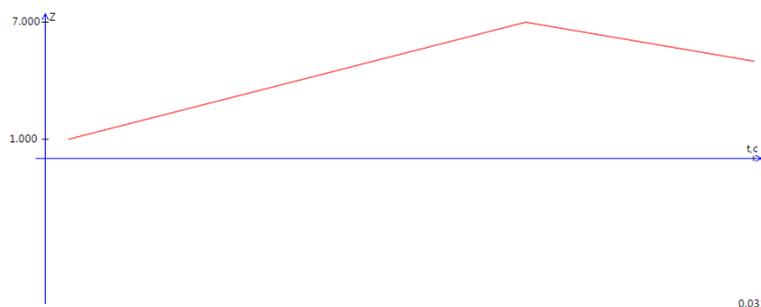


Рисунок 2.205

- Сейсмограмма (загружение **Динамическая нагрузка (узловые силы)**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.206), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия.

Для построения графика нужно задать начальные параметры: **Количество**, **Время начала**, **Шаг во времени**, **Коэффициент перевода**, **Время** и **Величину нагрузки**.

После нажатия кнопки **Показать график** в отдельном диалоговом окне построится график (рисунок 2.207).

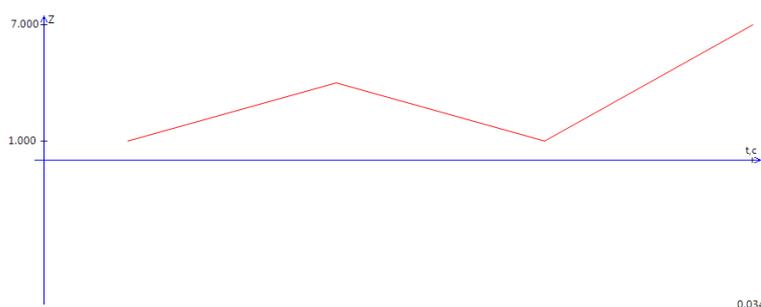


Рисунок 2.207

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий узел и нажать кнопку **Назначить**.

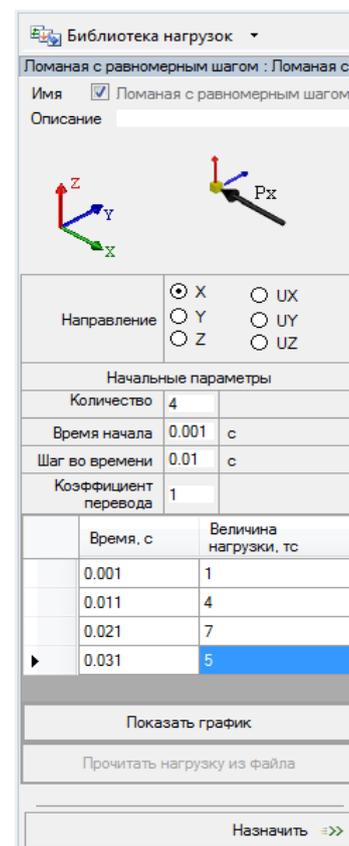


Рисунок 2.204

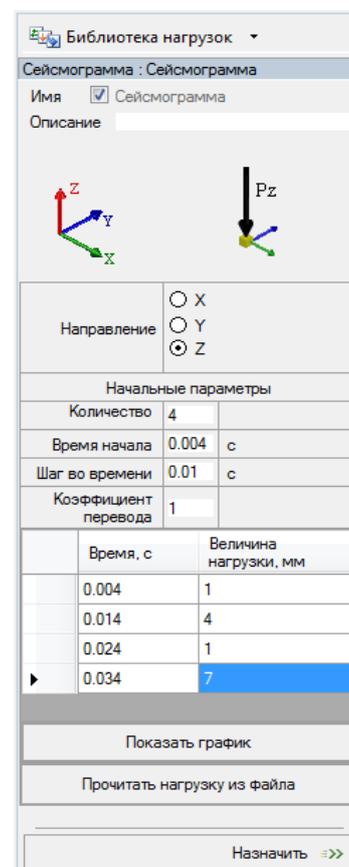


Рисунок 2.206

## Нагрузки на стержень

- Сосредоточенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.208), в котором необходимо указать имя и описание. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прикладываемой в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину силы ( $P$ ) и привязку ее к первому узлу стержня (расстояние  $A$  от первого узла). При наличии жестких вставок расстояние  $A$  измеряется от начала гибкой части. Задание этой нагрузки на жесткие вставки не допускается.

Также при помощи ввода значений в текстовую строку задаются значения эксцентриситетов  $dY$  и  $dZ$ .

Для применения сосредоточенной силы нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

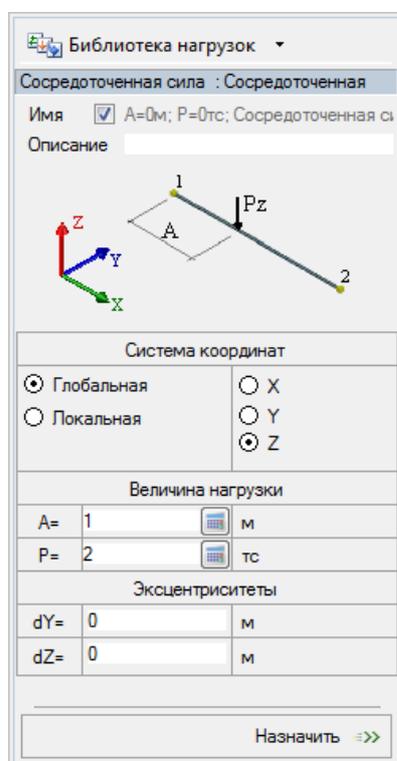


Рисунок 2.208



Рисунок 2.209

- Сосредоточенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.209), в котором необходимо указать имя и описание. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения сосредоточенного момента, прилагаемого в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину момента ( $M$ ) и его привязку к началу стержня (расстояние  $A$  от первого узла).

При наличии жестких вставок расстояние  $A$  измеряется от начала гибкой части. Задание этой нагрузки на жесткие вставки не допускается.

Для применения сосредоточенного момента нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерно распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.210), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня (включая и жесткие вставки), необходимо в диалоговом окне ввести ее интенсивность ( $P$ ).

Для применения силы нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

Рисунок 2.210

Рисунок 2.211

- Равномерно распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.211), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня, необходимо в диалоговом окне задать величину момента ( $M$ ).

Чтобы действие нагрузки распространялось так же и на жесткую вставку (в случае если ее проекция удлиняет гибкую часть), нужно установить флажок в соответствующем поле.

Для применения равномерно распределенного момента нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Трапециевидная распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.212), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения трапециевидной нагрузки необходимо в диалоговом окне задать интенсивности нагрузки в начале и в конце ее приложения (**P1** и **P2**), а также их привязку к первому узлу стержня (расстояния от первого узла **A1** и **A2**).

При наличии жестких вставок расстояния **A1** и **A2** измеряются от начала гибкой части. Эксцентриситеты **dY** и **dZ** задаются путем ввода значений в текстовую строку.

Для применения трапециевидной распределенной силы нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

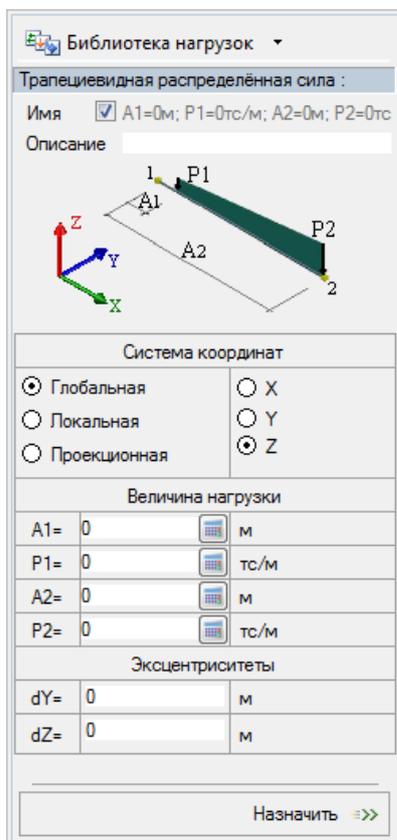


Рисунок 2.212

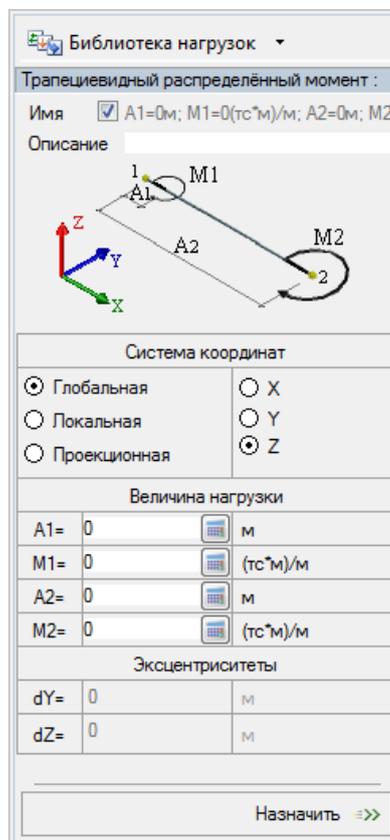


Рисунок 2.213

- Трапециевидный распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.213), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня (включая и жесткие вставки), необходимо в диалоговом окне задать интенсивность момента в начале и в конце приложения (**M1**, **M2**), а также его привязку к первому узлу стержня (расстояния от первого узла **A1** и **A2**).

Эксцентриситеты **dY** и **dZ** задаются путем ввода значений в текстовую строку.

Для применения трапециевидного распределенного момента нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерный нагрев (охлаждение)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.214), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Для задания равномерного нагрева стержня в диалоговом окне назначается температура ( $T$ ).

При наличии жестких вставок эта нагрузка воздействует только на гибкую часть стержня.

Для применения равномерного нагрева нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

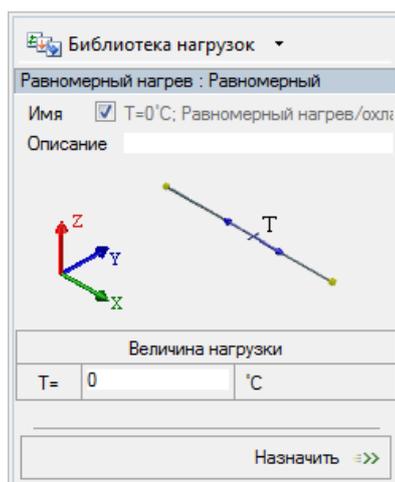


Рисунок 2.214

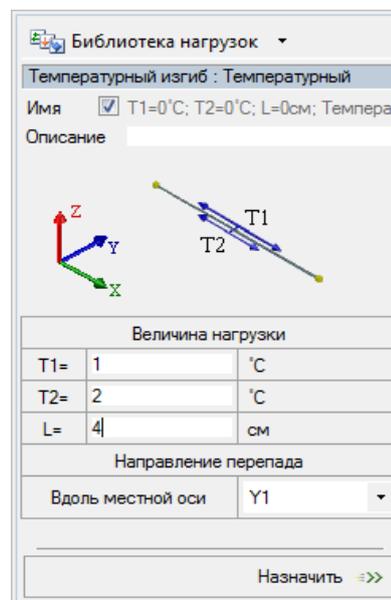


Рисунок 2.215

- Температурный изгиб

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.215), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Для задания температурного изгиба стержня в диалоговом окне назначаются: температура в верхнем волокне ( $T1$ ), температура в нижнем волокне ( $T2$ ), ширина сечения стержня ( $L$ ). Также необходимо задать направление перепада вдоль местной оси: Y1, Z1 (при помощи раскрывающего списка).

При наличии жестких вставок эта нагрузка воздействует только на гибкую часть стержня.

Для применения равномерного нагрева нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Вес динамической массы

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.216), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Для назначения этой нагрузки также и на жесткие вставки (в случае если ее проекция удлиняет гибкую часть) необходимо поставить галочку в соответствующем окне.

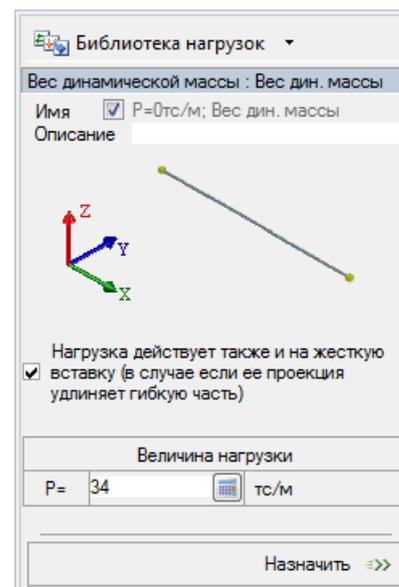


Рисунок 2.216

Для применения динамической массы нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

### Нагрузки на пластину

- Сосредоточенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.217), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прикладываемой в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину силы (**P**), привязку ее к первой стороне пластины (расстояние **A**) и привязку ко второй стороне пластины (расстояние **B**).

Для применения силы нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.



Рисунок 2.217



Рисунок 2.218

- Сосредоточенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.218), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения сосредоточенного момента, прилагаемого в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину момента (**M**), привязку момента к первой стороне пластины (расстояние **A**) и ко второй стороне пластины (расстояние **B**).

Для применения момента нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерно распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.219), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей площади пластины, необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность (**P**).

Для применения силы нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.



Рисунок 2.219

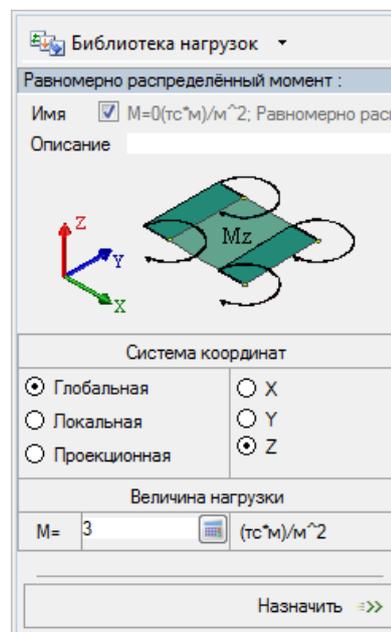


Рисунок 2.220

- Равномерно распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.220), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей площади пластины, необходимо в диалоговом окне задать интенсивность момента (**M**).

Для применения момента нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Трапециевидная распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.221), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения трапециевидной нагрузки необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность во всех узлах элемента (**P1**, **P2**, **P3** и **P4**).

Для применения силы нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

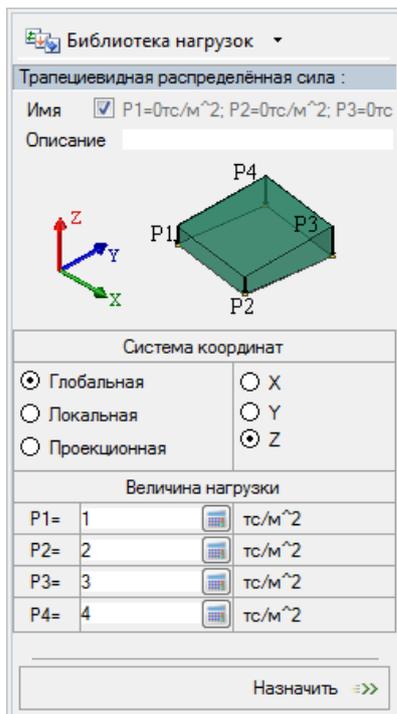


Рисунок 2.221

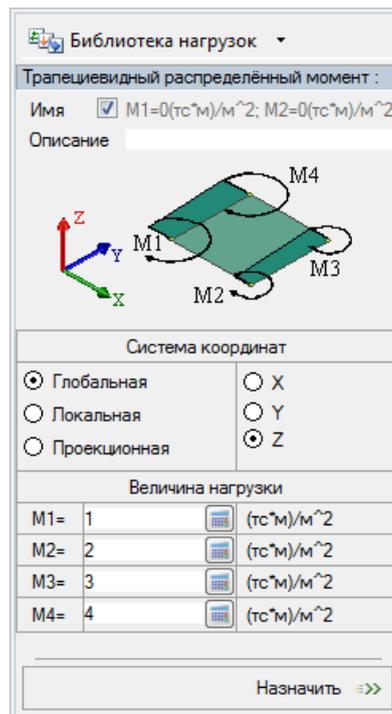


Рисунок 2.222

- Трапециевидный распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.222), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки необходимо в диалоговом окне задать интенсивность момента во всех узлах элемента (**M1**, **M2**, **M3** и **M4**).

Для применения момента нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерный нагрев (охлаждение)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.223), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Нагрузка моделирует действие температуры по полю конечного элемента.

В диалоговом окне необходимо задать величину температуры, а также направление воздействия нагрузки вдоль местной оси: **Во всех**, **X1**, **Y1**.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

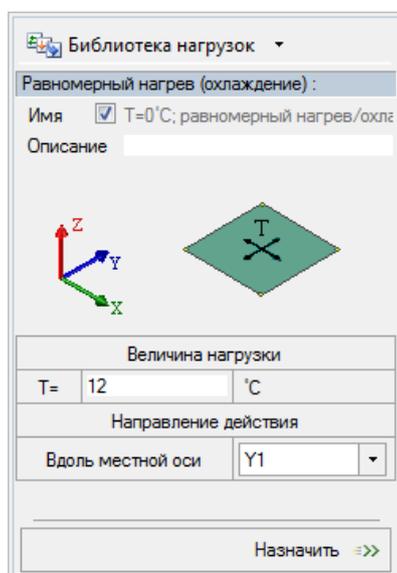


Рисунок 2.223



Рисунок 2.224

- Температурный изгиб

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.224), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Нагрузка моделирует действие температуры по направлению одной из местных осей.

В диалоговом окне задаются следующие величины:

**T1** – равномерный по толщине температурный нагрев (охлаждение);

**T2** – разность температур между верхней (вдоль оси Z1) и нижней (против оси Z1) поверхностями.

Также нужно задать направление воздействия нагрузки вдоль местной оси: **Во всех**, **X1**, **Y1** (при помощи раскрывающего окна).

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерно распределенная сила по линии

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.225), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Допускается нагрузка на сторону и по диагонали.

Чтобы задать нагрузку, необходимо отметить не только требуемый элемент, но и те его узлы, между которыми нужно приложить нагрузку.

Для задания равномерной нагрузки на сторону пластины в диалоговом окне необходимо указать значение нагрузки (**P**), а также при помощи установки флажка указать номера узлов КЭ пластины, между которыми прикладывается равномерно распределенная сила.

Для применения силы нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.



Рисунок 2.225



Рисунок 2.226

- Равномерно распределенный момент по линии

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.226), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Допускается нагрузка на сторону и по диагонали.

Для задания этой нагрузки необходимо отметить не только требуемый элемент, но и те его узлы, между которыми нужно приложить нагрузку.

Для задания равномерно распределенного момента на сторону пластины в диалоговом окне необходимо указать значение момента ( $M$ ). Также нужно указать номера узлов КЭ пластины, между которыми прикладывается равномерно распределенный момент.

Для применения момента нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Трапециевидная распределенная сила по линии

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.227), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Допускается нагрузка на сторону и по диагонали.

Для задания этой нагрузки необходимо отметить не только требуемый элемент, но и те его узлы, между которыми нужно приложить нагрузку.

Для задания трапециевидной распределенной силы на сторону пластины в диалоговом окне необходимо указать значение нагрузок ( $P1$ ,  $P2$ ). Также нужно указать номера узлов КЭ пластины, между которыми прикладывается трапециевидная распределенная сила.

Для применения силы нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.



Рисунок 2.227



Рисунок 2.228

- Трапецевидный распределенный момент по линии

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.228), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Допускается нагрузка на сторону и по диагонали.

Для задания этой нагрузки необходимо отметить не только требуемый элемент, но и те его узлы, между которыми нужно приложить нагрузку.

Для задания трапецевидного распределенного момента на сторону пластины в диалоговом окне необходимо указать значение моментов ( $M_1$ ,  $M_2$ ). Также нужно указать номера узлов КЭ пластины, между которыми прикладывается трапецевидный распределенный момент.

Для применения момента нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Вес динамической массы (загружение **Динамика во времени**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.229), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки.

Для применения динамической массы нужно задать величину силы ( $P$ ), выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

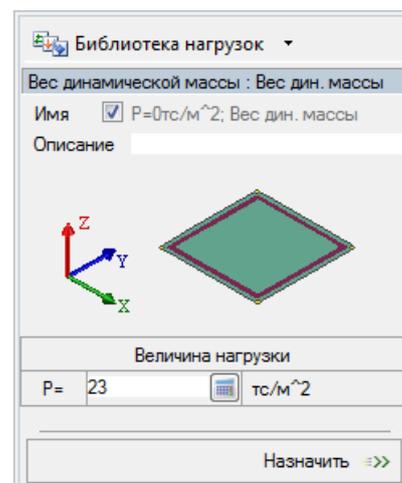


Рисунок 2.229

## Нагрузки на объемные КЭ

- Сосредоточенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.230), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки, прикладываемой в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину силы ( $P$ ), ее привязку к первой стороне объемного КЭ (расстояние  $A$  от первой стороны), ее привязку ко второй стороне объемного КЭ (расстояние  $B$  от второй стороны) и ее привязку к третьей стороне объемного КЭ (расстояние  $C$  от третьей стороны).

Для применения силы нужно выделить соответствующий элемент и нажать кнопку **Назначить**.

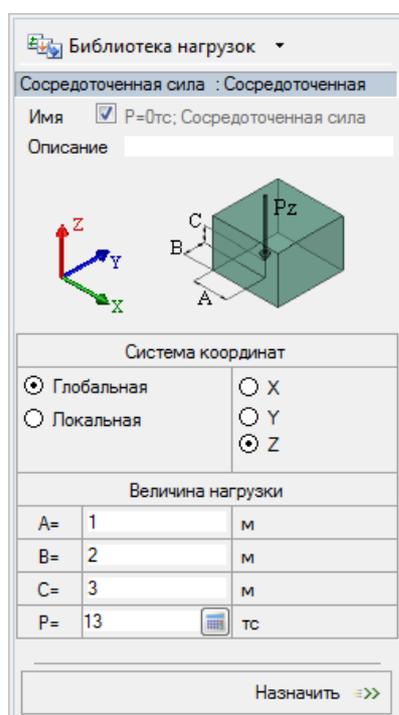


Рисунок 2.230

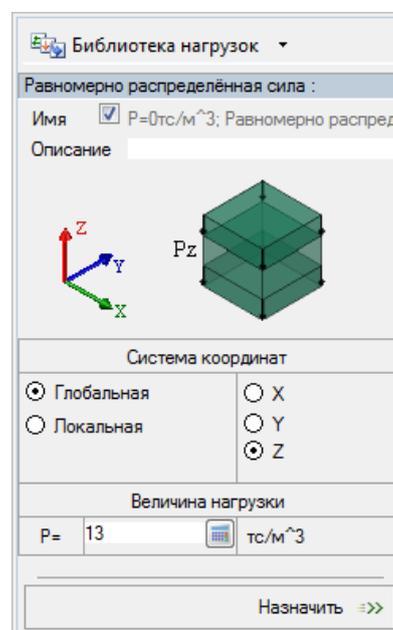


Рисунок 2.231

- Равномерно распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.231), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для назначения этой нагрузки необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность ( $P$ ).

Для применения силы нужно выделить соответствующий элемент и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерно распределенная сила на грань

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.232), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. Для задания нагрузки можно выбрать грань по выделенным узлам (при помощи установки флажка в соответствующем поле) или указать номер соответствующей грани.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по одной из граней объемного КЭ, необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность (**P**).

Порядок нумерации граней обусловлен нумерацией узлов объемного КЭ.

Для применения силы нужно выделить соответствующий элемент и нажать кнопку **Назначить**.

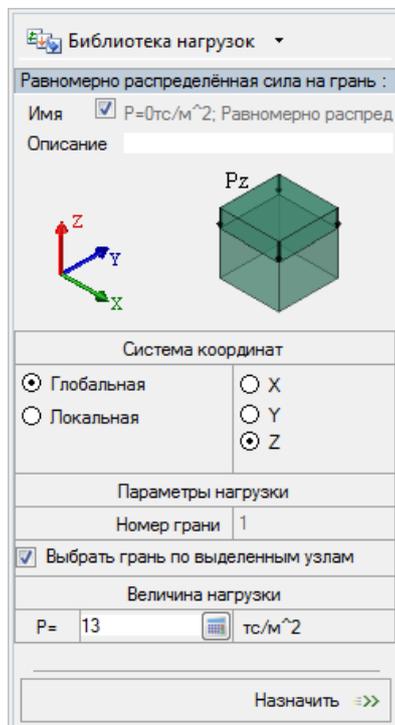


Рисунок 2.232

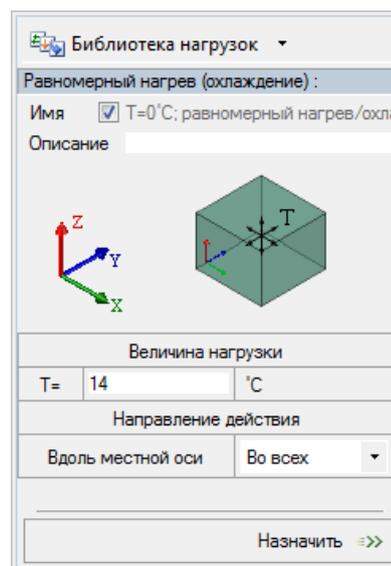


Рисунок 2.233

- Равномерный нагрев (охлаждение)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.233), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. В диалоговом окне задается величина температуры (**T**). Также нужно указать направление действия вдоль местной оси: **Во всех, X1, Y1, Z1** (при помощи раскрывающегося окна).

Для применения силы нужно выделить соответствующий элемент и нажать кнопку **Назначить**.

- Вес динамической массы (загружение **Динамика во времени**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.234), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Для назначения этой нагрузки необходимо в диалоговом окне задать величину силы (**P**), выделить соответствующий элемент и нажать кнопку **Назначить**.

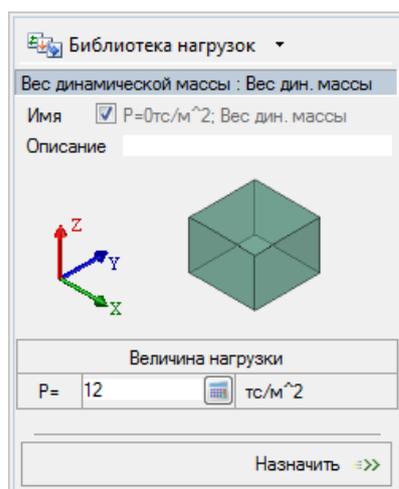


Рисунок 2.234

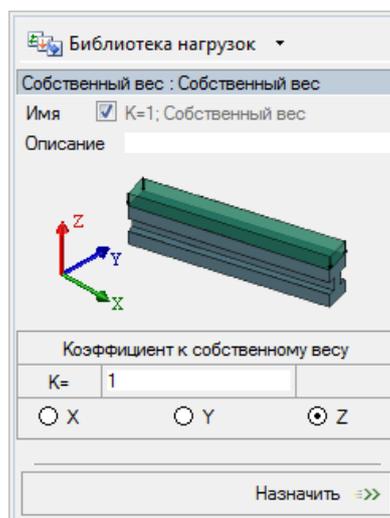


Рисунок 2.235

### Собственный вес

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.235), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. В соответствующем поле ввода нужно задать коэффициент к собственному весу и, после нажатия кнопки **Назначить**, ко всем или выделенным элементам конструкции будет автоматически приложена равномерно распределенная нагрузка, равная погонному весу элементов.

### Другие типы нагрузок

- Трапециевидная распределенная нагрузка на группу элементов

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.236), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат, направление воздействия и группу элементов.

Для назначения трапециевидной распределенной нагрузки на группу элементов в диалоговом окне задается значение нагрузки в начале и в конце ее приложения (**P1** и **P2**) и направление, по которому изменяется величина нагрузки.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующие элементы и нажать кнопку **Назначить**.



Рисунок 2.236

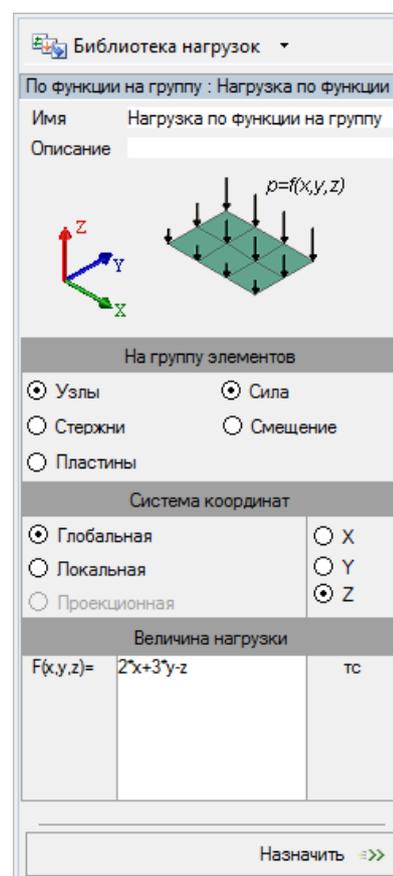


Рисунок 2.237

- Распределенная нагрузка по функции на группу элементов

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.237), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат, направление воздействия и группу элементов.

Для назначения распределенной нагрузки по функции в диалоговом окне задается значение нагрузки (в виде определенной функции). Для применения нагрузки нужно выделить соответствующие элементы и нажать кнопку **Назначить**.

### Нагрузки на архитектурный стержень

- Равномерно распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.238), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок. В случае, если приложенная нагрузка действует также и на жесткие вставки, в соответствующем пункте ставится флажок.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня, необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность (**P**), выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

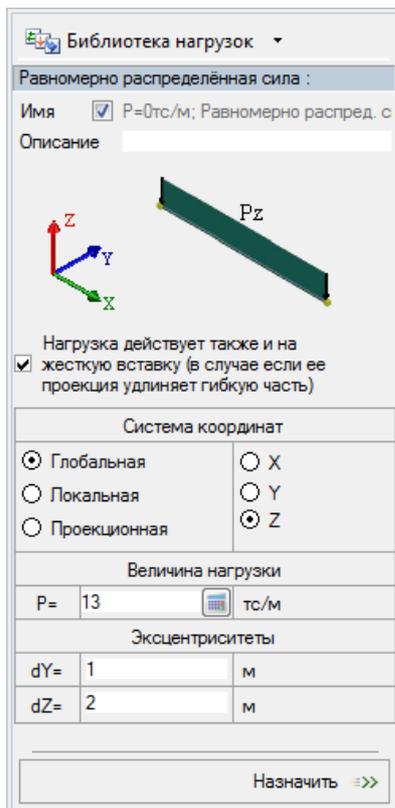


Рисунок 2.238



Рисунок 2.239

- Равномерно распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.239), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Чтобы действие нагрузки распространялось также и на жесткую вставку (в случае, если ее проекция удлиняет гибкую часть), нужно установить флажок в соответствующем поле.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня, необходимо в диалоговом окне задать интенсивность момента (**M**), выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Сосредоточенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.240), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Для назначения этой нагрузки, прикладываемой в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину силы (**P**) и привязку ее к первому узлу стержня (расстояние **A** от первого узла).

При наличии жестких вставок расстояние **A** измеряется от начала гибкой части. Задание этой нагрузки на жесткие вставки не допускается.

Для применения силы нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

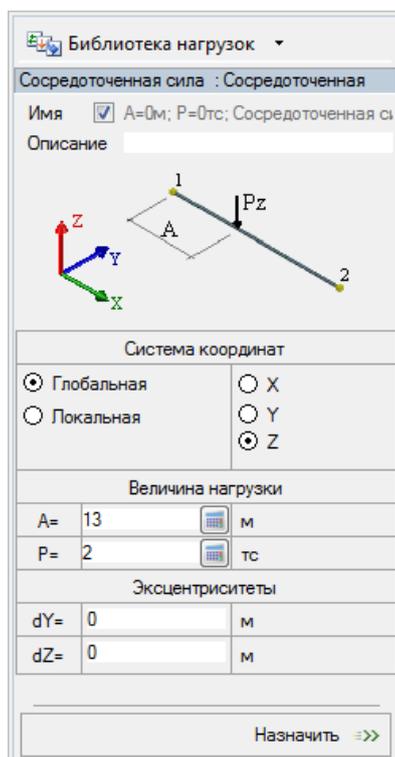


Рисунок 2.240

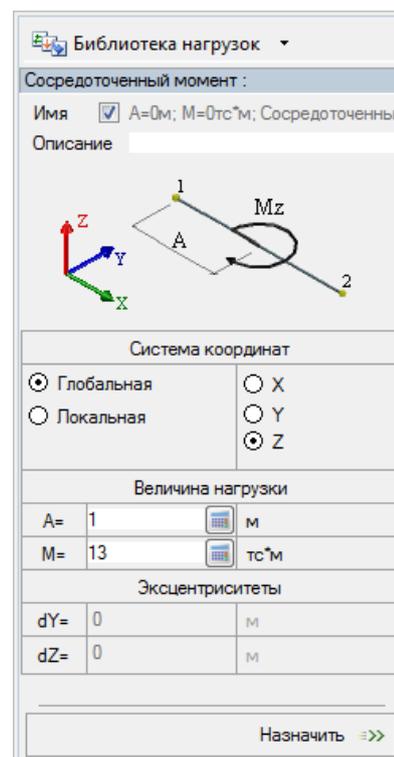


Рисунок 2.241

- Сосредоточенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.241), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Для назначения сосредоточенного момента, прилагаемого в одной точке, необходимо в диалоговом окне задать величину момента ( $M$ ) и его привязку к началу стержня (расстояние  $A$  от первого узла).

При наличии жестких вставок расстояние  $A$  измеряется от начала гибкой части. Задание этой нагрузки на жесткие вставки не допускается.

Для применения момента нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Трапецевидная распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.242), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Для назначения трапецевидной нагрузки необходимо в диалоговом окне задать интенсивность нагрузки в начале и в конце приложения ( $P1$  и  $P2$ ), а также ее привязку к первому узлу стержня (расстояния от первого узла  $A1$  и  $A2$ ).

При наличии жестких вставок расстояния  $A1$  и  $A2$  измеряются от начала гибкой части.

Для применения распределенной силы нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

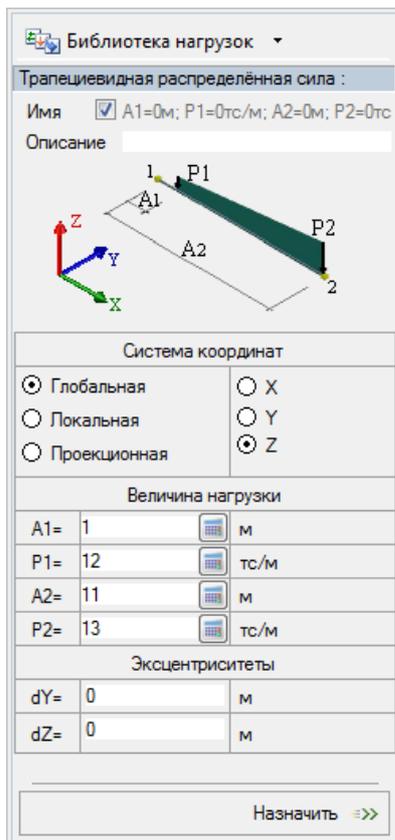


Рисунок 2.242

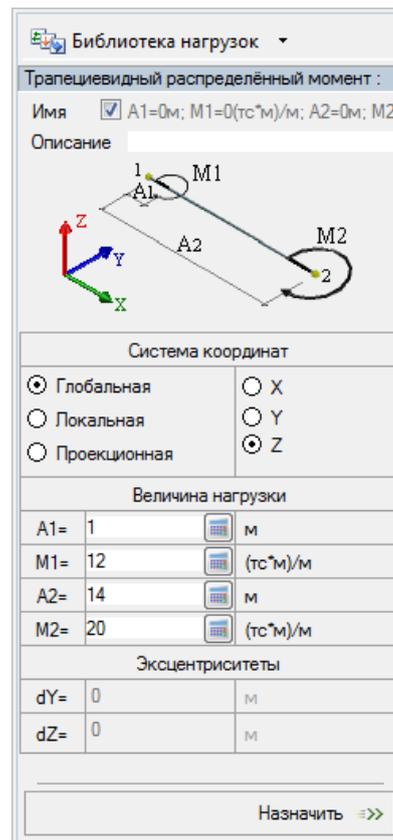


Рисунок 2.243

- Трапециевидный распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.243), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня (включая и жесткие вставки), необходимо в диалоговом окне задать интенсивность момента в начале и в конце приложения (**M1**, **M2**), а также его привязку к первому узлу стержня (расстояния от первого узла **A1** и **A2**).

Для применения распределенного момента нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерный нагрев (охлаждение)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.244), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Для задания равномерного нагрева стержня в диалоговом окне назначается температура (**T**).

При наличии жестких вставок эта нагрузка воздействует только на гибкую часть стержня.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

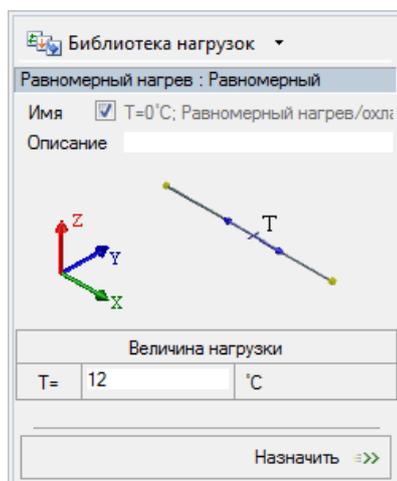


Рисунок 2.244



Рисунок 2.245

- Температурный изгиб

Для задания температурного изгиба стержня в диалоговом окне (рисунок 2.245) назначаются: температура в верхнем волокне (**T1**), температура в нижнем волокне (**T2**), ширина сечения стержня (**L**). Также необходимо задать направление перепада вдоль местной оси: **Y1**, **Z1** (при помощи раскрывающего списка).

При наличии жестких вставок эта нагрузка воздействует только на гибкую часть стержня.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

- Вес динамической массы (загрузка **Динамика во времени**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.246), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки.

В случае, если приложенная нагрузка действует также и на жесткие вставки, в соответствующем пункте ставится галочка.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей длине стержня, необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность (**P**), выделить соответствующий стержень и нажать кнопку **Назначить**.

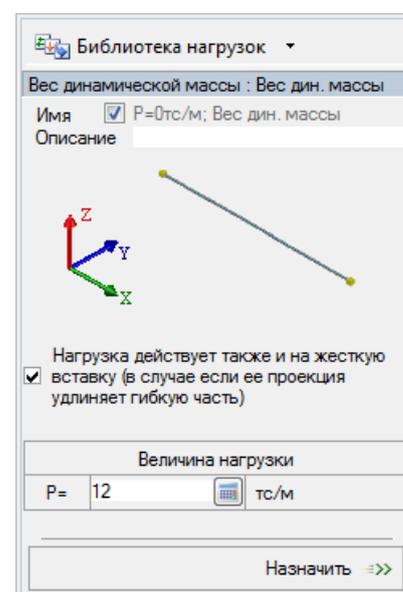


Рисунок 2.246

### Нагрузки на архитектурную пластину

- Равномерно распределенная сила

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.247), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей площади пластины, необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность (**P**).

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

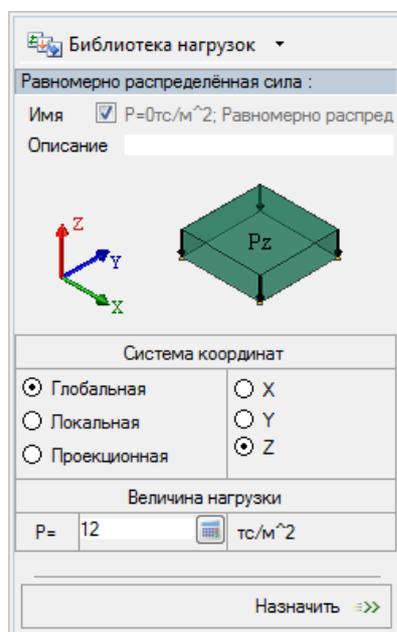


Рисунок 2.247



Рисунок 2.248

- Равномерно распределенный момент

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.248), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. После чего задать систему координат и направление воздействия при помощи радиокнопок.

Для назначения этой нагрузки, прилагаемой по всей площади пластины, необходимо в диалоговом окне задать интенсивность момента (**M**), выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Равномерный нагрев (охлаждение)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.249), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки.

Нагрузка моделирует действие температуры по полю конечного элемента.

В диалоговом окне необходимо задать величину температуры и направление воздействия нагрузки вдоль местной оси: **Во всех, X1, Y1**.

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

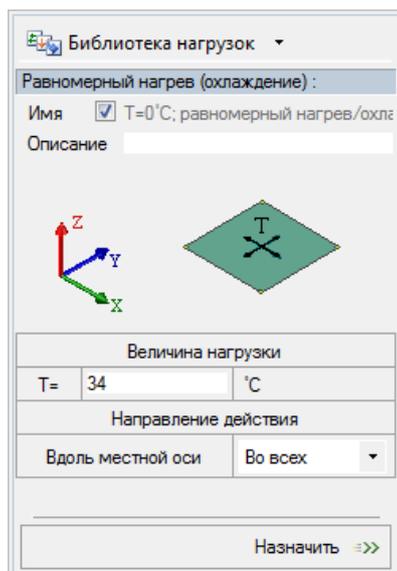


Рисунок 2.249

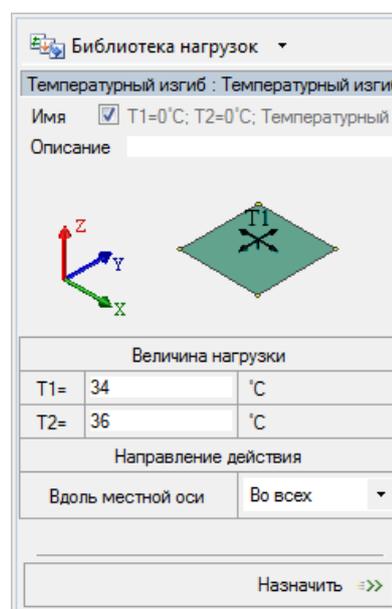


Рисунок 2.250

- Температурный изгиб

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.250), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки.

Эта нагрузка моделирует действие температуры по направлению одной из местных осей.

В диалоговом окне задаются следующие величины:

**T1** – равномерный по толщине температурный нагрев (охлаждение);

**T2** – разность температур между верхней (вдоль оси Z1) и нижней (против оси Z1) поверхностями.

Также указывается направление воздействия нагрузки вдоль местной оси: Во всех, X1, Y1 (при помощи раскрывающегося окна).

Для применения нагрузки нужно выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

- Вес динамической массы (загрузка **Динамика во времени**)

При выборе этого вида нагрузки открывается диалоговое окно (рисунок 2.251), в котором необходимо указать имя и описание нагрузки. Для назначения нагрузки, прилагаемой по всей площади пластины, необходимо в диалоговом окне задать ее интенсивность (**P**), выделить соответствующую пластину и нажать кнопку **Назначить**.

Вкладка **Удаление нагрузок** (рисунок 2.252) содержит **Библиотеку нагрузок**, в которой при помощи раскрывающегося списка необходимо произвести выбор типа нагрузки для удаления его на выделенных элементах.

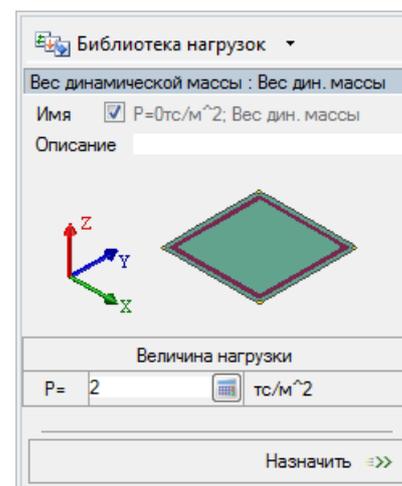


Рисунок 2.251

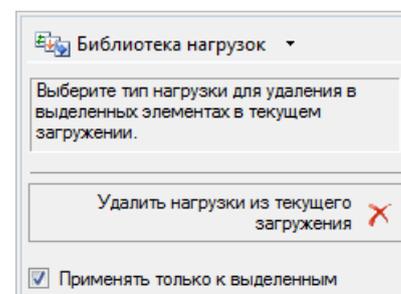


Рисунок 2.252

Если необходимо применить удаление только к выделенным элементам, нужно поставить флажок в соответствующем поле.

Далее нажать кнопку **Удалить нагрузки из текущего загрузки.**

Вкладка **Редактирование нагрузок** (рисунок 2.253) позволяет откорректировать ранее заданные нагрузки. Для этого необходимо выделить соответствующие элементы и в диалоговом окне отобразятся заданные на них нагрузки.

При установке флажка в поле **Отобразить** на созданной схеме отразятся элементы с выбранной нагрузкой.

После внесения изменений в нагрузку необходимо обязательно нажать кнопку **Применить**.

Кнопка **Удалить нагрузку** служит для удаления необходимой нагрузки.

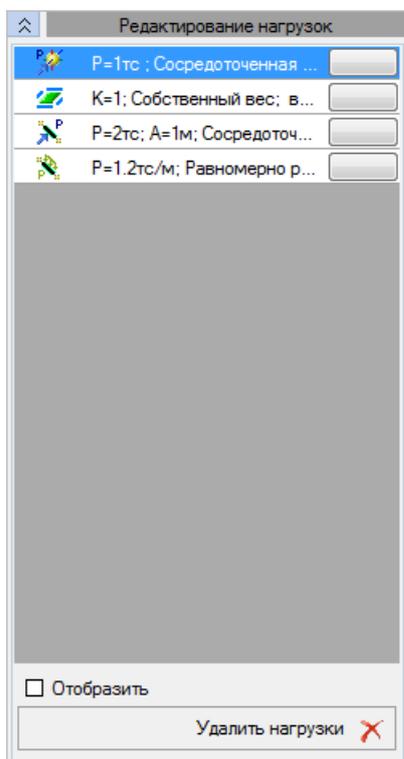


Рисунок 2.253

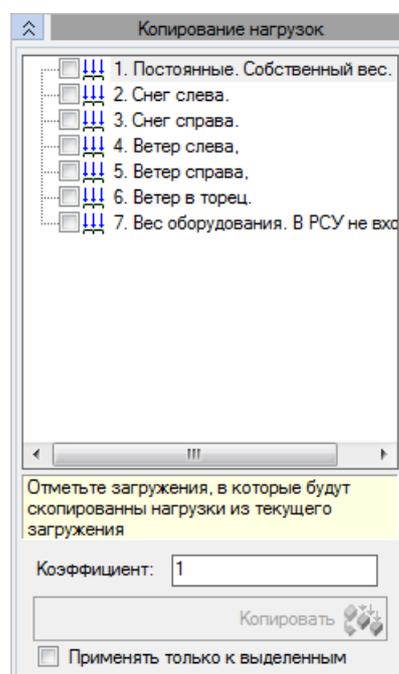


Рисунок 2.254

Вкладка **Копирование нагрузок** (рисунок 2.254) позволяет задавать нагрузки, идентичные ранее созданным.

В диалоговом окне отображается перечень загрузений, где при помощи установки флажка необходимо отметить те, в которые будет выполнено копирование нагрузок из текущего загрузения.

Коэффициент копирования задается в текстовой строке при помощи ввода значения.

Если необходимо применить задачу только к выделенным элементам, то в соответствующем поле нужно установить флажок.

Операция будет окончена при нажатии кнопки **Копировать**.

## 2.11 НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЗЛАМ И ЭЛЕМЕНТАМ

### 2.11.1 Связи

Для закрепления элементов и архитектурных элементов необходимо воспользоваться пунктом меню

**Схема** ⇒ **Назначить связи** (кнопка  на панели инструментов). Панель режима **Назначить связи** (рисунок 2.255) состоит из параметров закрепления и вкладки **Политика назначения**.

Для назначения связей нужно выбрать радиокнопку **Закрепить**, для удаления, соответственно, **Освободить**.

В параметрах закрепления указываются направления связей:

- перемещения вдоль осей **X, Y, Z**;
- повороты относительно осей **X, Y, Z**;
- депланация **W** (активна в 7-ом признаке схемы).

Наличие необходимых связей фиксируется с помощью установки соответствующих флажков. В случае, когда нужно отметить все направления, можно воспользоваться кнопкой **Все**.

Радиокнопка **Индикация назначения** предназначена для предварительного просмотра заданного вами шар-

нира , где три верхних отметки обозначают повороты относительно осей X, Y, Z, три нижних – перемещения относительно осей X, Y, Z, а горизонтальная линия под узлом – депланацию W (цвета отметок соответствуют цветам осей системы координат).

Вкладка **Политика назначения** содержит два параметра на выбор:

- **Заменить закрепление новым; Освободить все направления;**
- **Добавить закрепление по указанным направлениям; Освободить закрепление по указанным направлениям.**

Назначить связи на элемент можно двумя способами:

- предварительно выделив нужные узлы, выбрать все необходимые параметры закрепления, после чего нажать кнопку **Применить**;
- при выбранных параметрах закрепления левой кнопкой мыши нажимать на нужный узел (сразу после клика узел будет закреплен и появится визуальное обозначение назначенных связей).

Назначение связей для архитектурных элементов происходит следующим образом:

- **Для стержней:**

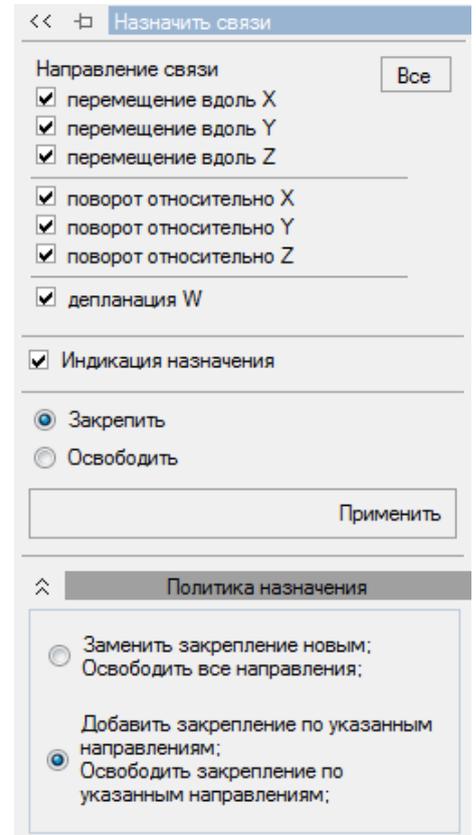


Рисунок 2.255 Панель режима **Назначить связи**

- **Закрепление по всей длине.** Предварительно выделив нужный архитектурный стержень, выбрать все необходимые параметры закрепления, после чего нажать кнопку **Применить**. В этом случае стержень будет закреплен по всей длине, при последующей триангуляции все промежуточные узлы будут иметь такое же закрепление;
- **Закрепление по всей длине.** При выбранных параметрах закрепления левой кнопкой мыши нажать на середину стержня (середина стержня подсветится значком **+**);
- **Закрепление по краям стержня.** При выбранных параметрах закрепления левой кнопкой мыши выбрать крайнюю точку стержня (крайняя точка стержня подсветится значком **+**). В этом случае стержень будет закреплен только по краям, при последующей триангуляции все промежуточные узлы не будут иметь закреплений;
- **Для пластин:**
  - **Закрепление всей пластины.** Предварительно выделив нужную архитектурную пластину, выбрать все необходимые параметры закрепления, после чего нажать кнопку **Применить**. В этом случае пластина будет закреплена по всей площади, при последующей триангуляции все промежуточные элементы пластины будут закреплены аналогично;
  - **Закрепление внешней грани пластины.** При выбранных параметрах закрепления левой кнопкой мыши нажать на середину грани пластины (середина грани пластины подсветится значком **+**). В этом случае пластина будет закреплена по внешней грани, при последующей триангуляции все узлы внешней грани будут иметь такое же закрепление;
  - **Закрепление вершины пластины.** При выбранных параметрах закрепления левой кнопкой мыши выбрать вершину пластины (вершина пластины подсветится значком **+**). В этом случае при последующей триангуляции будет закреплена только вершина архитектурной пластины.

Освобождение связей в архитектурных элементах происходит аналогично закреплению, с той разницей, что при освобождении должна быть выбрана радиокнопка **Освободить**.

### 2.11.2 Абсолютно твердые тела

Панель режима **Абсолютно твердое тело** (рисунок 2.256) предназначена для моделирования работы фрагментов расчетной схемы как абсолютно твердых тел (АТТ). АТТ моделируется группой узлов. Например, при помощи АТТ может быть смоделирована область примыкания тела колонны к телу плиты перекрытия. При этом колонна и плита моделируются конечными элементами стержня и пластины соответственно.

Для создания и редактирования АТТ нужно воспользоваться пунктом меню **Схема** ⇨

**Редактировать абсолютно твердые тела** (кнопка  на панели инструментов).

Создание АТТ выполняется при помощи отметки на схеме соответствующих узлов и присвоения одному из них статуса базового узла.

 Все операции над АТТ: наложение связей, задание локальной системы координат узла, задание вынужденного смещения, объединение перемещений – производятся только с их базовыми узлами

Список существующих АТТ (рисунок 2.257). Ниже отображается список номеров узлов, из которых состоит текущая группа АТТ.

При отметке флажком пункта **Индикация назначения** текущее АТТ будет отображаться на экране.

Добавление АТТ производится двумя способами:

1. Вписыванием в строку номера узла;
2. Выделением узлов на схеме.

После выбора узлов нужно нажать кнопку **Добавить абсолютно твердое тело**.

 Одно и то же АТТ не может существовать в двух группах АТТ одновременно, поэтому, если вы создаете новую группу с уже использованным ранее объектом, он будет удален из предыдущей группы или игнорироваться при выделении.

Пополнить группу АТТ можно двумя способами:

1. Вписать в строку номера узлов;
2. Выделить узлы на схеме.

После выбора узлов нужно нажать кнопку **Пополнить список узлов**.

Также для редактирования групп АТТ есть дополнительные кнопки:

- **Изменить список узлов** – все узлы АТТ заменяются на выделенные. Если ни один узел на схеме не выделен, существующие узлы удаляются;
- **Выделить на схеме** – текущая группа АТТ будет выделена на схеме;
- **Удалить текущее тело**;
- **Упаковать список твердых тел** – «пустые группы», в которых нет узлов, будут удалены из списка;
- **Удалить узлы из твердых тел** – с помощью этой команды можно удалить отдельные узлы из группы АТТ, для этого нужно предварительно выделить узел/узлы.

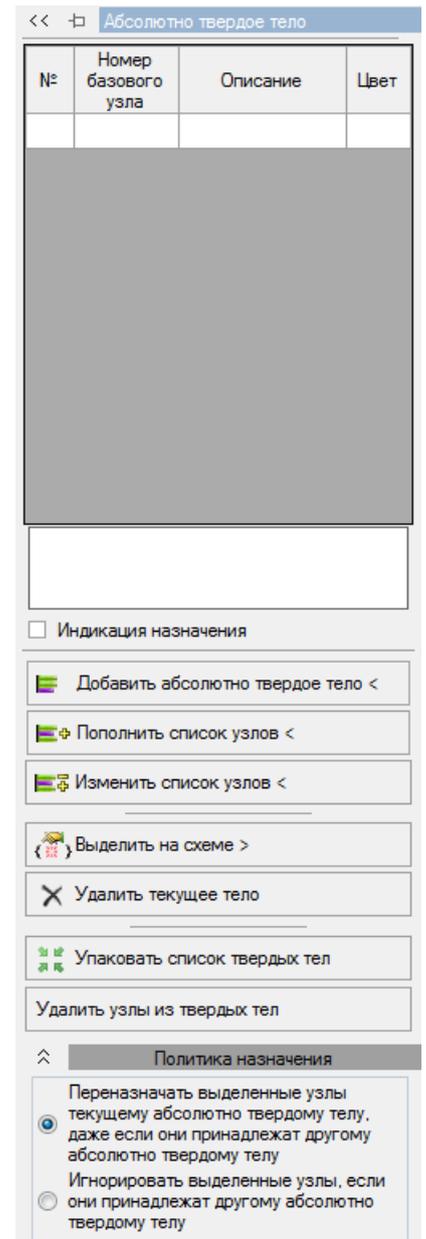


Рисунок 2.256 Панель режима **Абсолютно твердое тело**

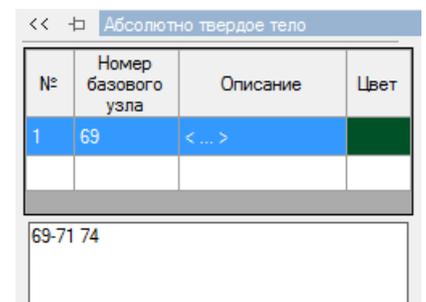


Рисунок 2.257 Список существующих АТТ

В раскрывающейся вкладке **Политика назначения** нужно выбрать необходимое:

- **Переназначать выделенные узлы текущему абсолютно твердому телу, даже если они принадлежат другому абсолютно твердому телу;**
- **Игнорировать выделенные узлы, если они принадлежат другому абсолютно твердому телу.**

### 2.11.3 Сечения, материалы и параметры конструирования

Для назначения элементам сечений, материалов и параметров конструирования воспользуйтесь пунктом меню **Конструирование** ⇒ **Назначить сечение, материал и параметры конструирования** (кнопка  на панели инструментов).

Панель режима **Назначить жесткость** показана на рисунке 2.258.

В параметрах назначения нужно отметить требуемую радиокнопку:

- **Использовать все** (то есть сечение, материал и конструирование);
- **Использовать сечение и материал;**
- **Использовать сечение;**
- **Использовать материал;**
- **Использовать конструирование.**

Для назначения параметров требуется предварительно выбрать нужные элементы.

Далее в выпадающих списках **Доступные сечения/Доступные материалы/Доступное конструирование** выбираются нужные параметры.

Список доступных сечений, материалов и параметров конструирования формируется на основе параметров, заданных ранее в редакторах сечений/ жесткостей, материалов и конструирования.

В зависимости от выбранных параметров назначения становится активным раздел **Политика назначения** (рисунок 2.259), где радиокнопкой производится выбор одного из пунктов:

- **При несоответствии назначаемого элементу сечения уже назначенному материалу оставлять материал.** Это значит, что в случае конфликта с уже назначенными параметрами, останутся ранее назначенные;

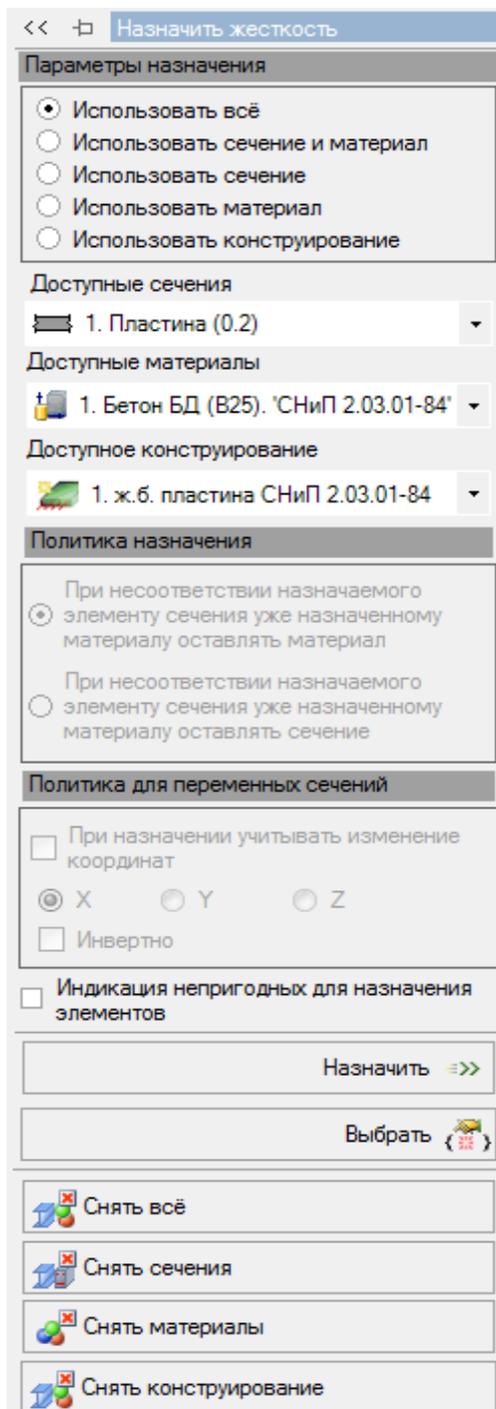


Рисунок 2.258 Панель режима **Назначить жесткость**

• **При несоответствии назначаемого элементу сечения уже назначенному материалу оставлять сечение.** В случае конфликта с ранее назначенными параметрами, назначать новые (старые параметры деактивируются).

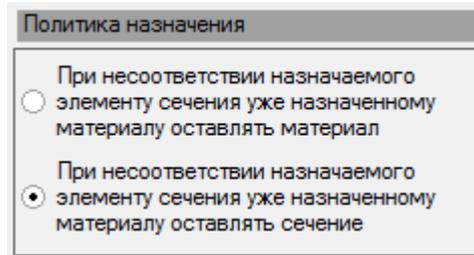


Рисунок 2.259 Политика назначения

При назначении переменного сечения активируется раздел **Политика для переменных сечений** (рисунок 2.260).

При активации флажка **При назначении учитывать изменение координат** активируются радиокнопки по направлениям **X**, **Y**, **Z**. Они используются в том случае, если, к примеру, стержень разбит на несколько частей, а нужно, чтобы переменное сечение было назначено равномерно на всю длину стержня, а не на его отдельные части. В таком случае нужно выбрать направление, которое параллельно стержню.

Для того, чтобы поменять направление изменения переменного сечения на противоположное, выберите флажок **Инвертно**.

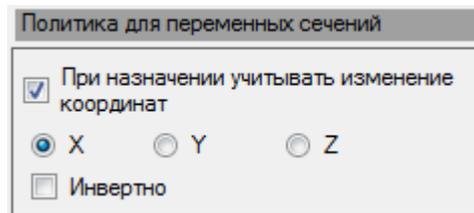


Рисунок 2.260 Политика для переменных сечений

При отметке флажком пункта **Индикация непригодных для назначения элементов** эти элементы подсвечиваются на схеме (например, при выборе для назначения сечения стержня непригодным для назначения будет пластинчатый элемент).

После выбора всех необходимых параметров нужно нажать кнопку **Назначить**.

При нажатии кнопки **Выбрать** на схеме будут выделены элементы, параметры жесткости которых соответствуют выбранным параметрам сечения/материала/конструирования в панели активного режима.

Следующие кнопки используются для удаления всех или отдельных параметров жесткости в элементах (предварительно нужно выделить изменяемый элемент):

- **Снять все;**
- **Снять сечения;**
- **Снять материалы;**
- **Снять конструирование.**

### 2.11.4 Группы объединения перемещений

Для работы с **Группами объединения перемещений** (рисунок 2.261) необходимо перейти в со-

ответствующий режим нажатием кнопки  на панели инструментов. Одним из наиболее распространенных применений данной функции является создание шарниров в пластинах и расшивка схемы.

Данный режим состоит из трех раскрывающихся вкладок: **Простая группа** (рисунок 2.262), **Составная группа** (рисунок 2.263), **Политика назначения**.

В верхней части панели активного режима находится окно для отображения списка созданных групп. Каждая созданная группа имеет номер и заданные направления связей, указанные в квадратных скобках. В окне ниже отображается список всех узлов, входящих в состав группы.

Для создания **Простой группы** объединения перемещений необходимо выделить на схеме узлы, с помощью флажков отметить направления связей и нажать кнопку **Добавить объединение перемещений**. После чего созданная группа появится в списке. При необходимости добавления узлов в ранее созданную группу необходимо отметить их на схеме и нажать кнопку **Пополнить список узлов**. При нажатии кнопки **Изменить список узлов** все узлы, входящие в состав выбранной группы, будут заменены отмеченными на схеме.

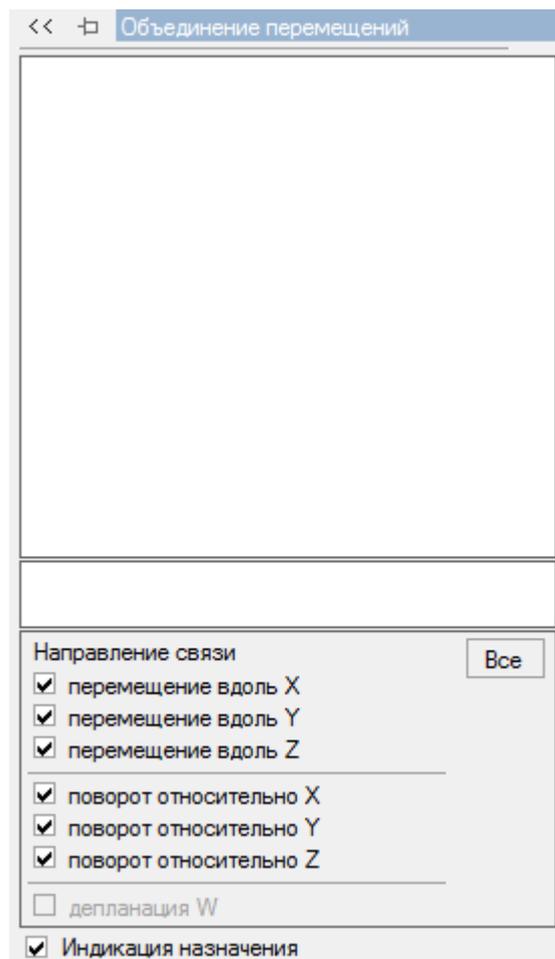


Рисунок 2.261 Группы объединения перемещений

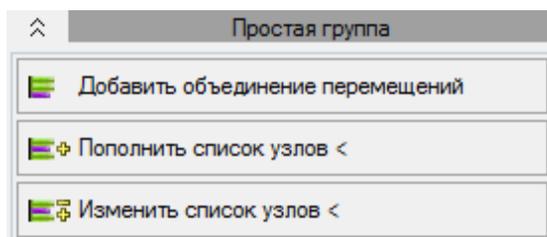


Рисунок 2.262 Простая группа

После создания простой группы все отмеченные узлы, входящие в ее состав, будут иметь одинаковые перемещения по указанным направлениям.

Установка флажка **Индикация назначения** используется для отображения на схеме узлов, входящих в выделенную группу объединения перемещений.

Алгоритм создания составной группы аналогичен алгоритму создания простой группы, но в этом случае элементы будут расшиты по выбранным узлам, выбранные узлы будут про-

дублированы узлами, имеющими аналогичные координаты, после чего узлы, имеющие одинаковые координаты, будут объединены в подгруппы, которые в свою очередь будут образовывать составную группу.

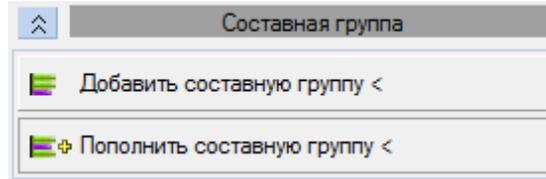


Рисунок 2.263 Составная группа

В раскрывающейся вкладке **Политика назначения** необходимо выбрать один из критериев создания групп:

- переназначать выделенные узлы текущему объединению, даже если они принадлежат другому объединению;
- игнорировать выделенные узлы, если они принадлежат другому объединению;
- не проверять принадлежность узла к другим объединениям.

В нижней области панели активного режима расположены следующие кнопки:

- **Выделить на схеме** – выделение на схеме узлов, входящих в состав выбранной группы;
- **Удалить текущую группу** – выделение выбранной группы;
- **Упаковать объединения перемещений** – удаление пустых групп;
- **Разбить составную группу** – заменить выбранную составную группу множеством простых, входящих в ее состав.

### 2.11.5 Назначение типов конечных элементов

Для назначения типа конечного элемента необходимо воспользоваться меню **Схема ⇨ Изменить типы К.Э.** или кнопкой на панели инструментов .

. Активируется режим **Изменить типы К.Э.** (рисунок 2.264), в панели которого список конечных элементов будет динамично изменяться в зависимости от выбранного ранее типа создаваемой задачи. Все элементы списка пронумерованы в соответствии с библиотекой конечных элементов.

Для назначения типа конечного элемента необходимо выбрать доступный тип К.Э., предварительно выделив элемент схемы, и нажать кнопку **Изменить**. Или же, выделив элемент, выполнить двойной клик курсором мыши по типу К.Э.

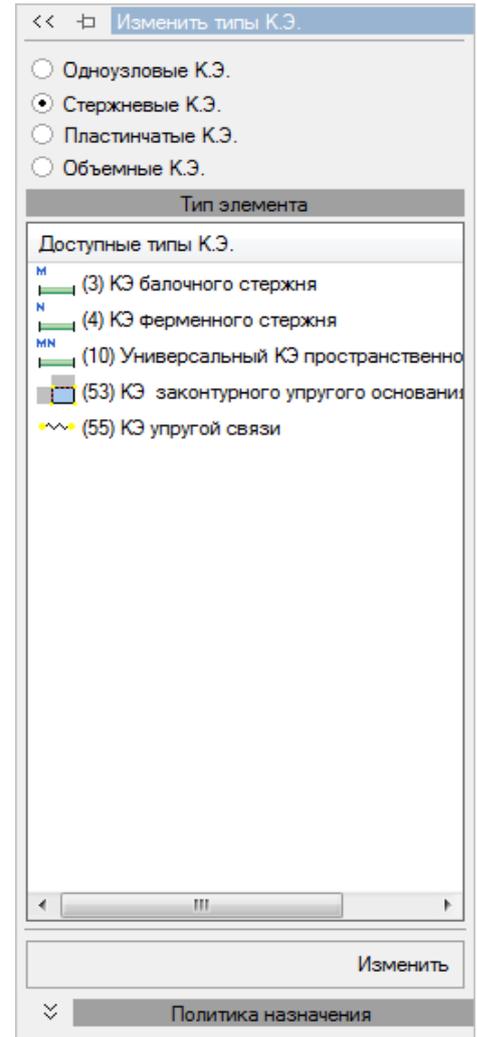


Рисунок 2.264 Панель режима Изменить типы К.Э.

### 2.11.6 Локальные оси, оси выравнивания напряжений и оси ортотропии

Для назначения локальной системы координат узлам необходимо перейти в режим **Назначить узлам локальные оси** (рисунок 2.265) нажатием соответствующей кнопки



на панели инструментов. Локальные оси **X2**, **Y2**, **Z2** задаются для узла при необходимости приложения нагрузки или задания связи по направлению, не совпадающему ни с одной из осей глобальной системы координат, а также при необходимости получить перемещения узлов в системе координат, отличной от глобальной.

В режиме задаются координаты точки **K**, из которой к отмеченному узлу (узлам) пройдет локальная ось **X2**. Остальные оси по умолчанию сформируются в соответствии с правилом правой тройки: ось **Y2** параллельна глобальной горизонтальной плоскости **XOY**, ось **Z2** направлена в верхнее полупространство. Угол **F<sub>i</sub>** задается при необходимости поворота локальных осей **Y2**, **Z2** вокруг оси **X2** относительно положения, принятого по умолчанию. Положительное направление поворота отсчитывается против часовой стрелки, если смотреть с конца оси **X2**.

Координаты точки **K** задаются в глобальной системе координат в тех полях ввода, напротив которых установлены флажки.

Если в окне установлены все флажки, то для точки **K** необходимо задать все три координаты.

Если какой-либо флажок не установлен, то соответствующее поле ввода недоступно, а в качестве координаты будет учитываться соответствующая координата текущего узла.

Координаты точки **K** можно задавать курсором, для этого нужно навести на необходимое местоположение, вызвать контекстное меню нажатием левой кнопки мыши и выбрать **Установить в качестве вспомогательного узла**.

Отмечая флажком:

**Интерпретировать как приращения** – интерпретирует координаты второго узла, как координаты первого плюс значения, введенные в поля **X2**, **Y2**, **Z2**;

**Индикация назначения** – предварительно (перед назначением) отображаются на экране локальные оси узлов.

После ввода всех необходимых данных нужно нажать кнопку **Назначить**.

Если вы хотите удалить назначенные локальные оси, нужно нажать кнопку **Удалить**.

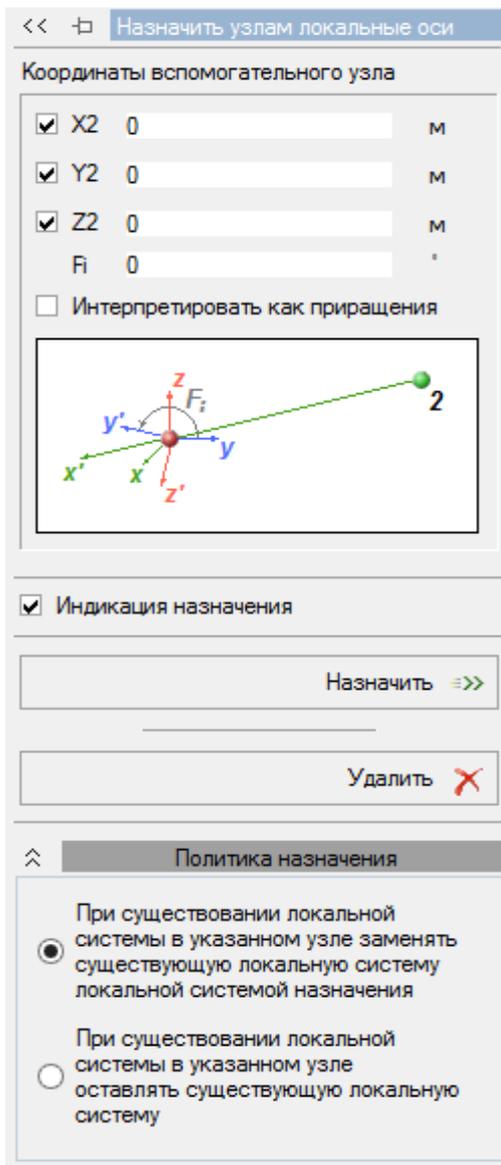


Рисунок 2.265 Назначить узлам локальные оси

В раскрывающейся панели **Политика назначения** необходимо выбрать критерий назначения, нажав соответствующую радиокнопку:

- При существовании локальной системы в указанном узле заменять существующую локальную систему локальной системой назначения;
- При существовании локальной системы в указанном узле оставлять существующую локальную систему.

При необходимости изменения направления локальных осей стрижней нужно перейти в режим **Назначить стрижням локальные оси** (рисунок 2.266) нажа-

тием кнопки  в панели инструментов. Данная функция предназначена для задания угла чистого вращения стрижней. К этой операции прибегают в том случае, когда ориентация главных осей инерции **Y1** и **Z1** сечения стрижня не совпадает с направлением, принятым в ПК ЛИРА по умолчанию.

В появившейся панели активного режима доступны такие вкладки:

- **Задание направления оси X1;**
- **Задание Y1 и Z1 через угол вращения;**
- **Задание Y1 и Z1 через точку;**
- **Политика назначения.**

Во вкладке **Задание направления оси X1** доступны две команды. Команда **Сонаправить** позволяет единообразно направить ось **X1** в отмеченных элементах. Команда **Поменять на противоположное** позволяет изменить направление оси **X1** на противоположное.

Раскрывающаяся панель **Задание Y1 и Z1 через угол вращения** предоставляет возможность ввода угла поворота  $F_i$  оси **Y1** в текущих единицах измерения относительно направления, принятого по умолчанию.

Раскрывающаяся панель **Задание Y1 и Z1 через точку** (рисунок 2.267) представляет собой ввод координат вспомогательного узла, через который будет проходить ось **Y1** (если при этом нажата радиокнопка **ось Y1**) или **Z1** (если при этом нажата радиокнопка **ось Z1**).

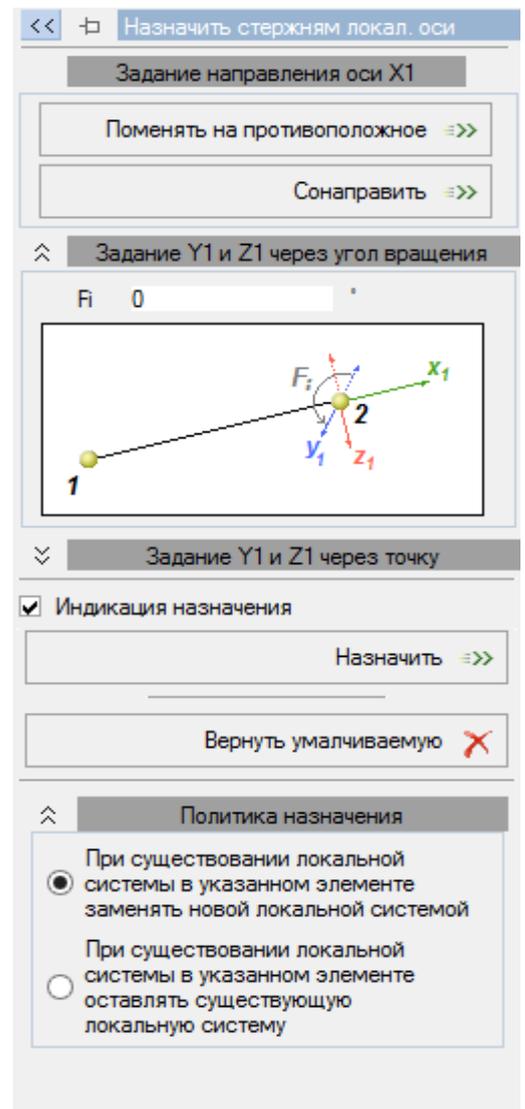


Рисунок 2.266 Назначить стрижням локальные оси

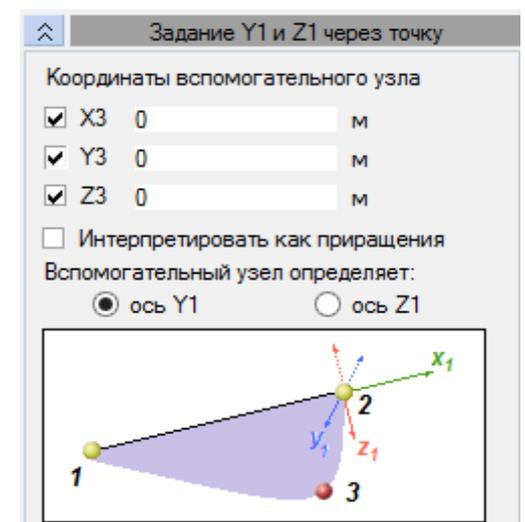


Рисунок 2.267 Задание Y1 и Z1 через точку

Отмечая флажком:

- **Интерпретировать как приращения** – интерпретирует координаты узла №3, как координаты первого плюс координаты X3, Y3, Z3;
- **Индикация назначения** – предварительно (перед назначением) отображаются на экране локальные оси стержней.

В раскрывающейся панели **Политика назначения** необходимо отметить радиокнопкой критерий назначения локальных осей:

- **При существовании локальной системы в указанном элементе заменять новой локальной системой;**
- **При существовании локальной системы в указанном элементе оставлять существующую локальную систему.**

### Назначить пластинам оси выравнивания напряжений и оси ортотропии (рисунок 2.268).

Применение этого режима приводит к единообразной ориентации местных осей в предварительно отмеченных пластинчатых конечных элементах. При этом полученные в результате расчета усилия и напряжения будут ориентированы относительно согласованных местных осей.

Режим содержит пять вкладок:

- **Задание направления оси Z1;**
- **Задание X1 и Y1 через угол вращения;**
- **Задание X1 и Y1 через точку;**
- **Задание X1 и Y1 через плоскость;**
- **Политика назначения.**

Режим содержит команды для **Задания направления оси Z1** в элементах схемы. Команда **Сонаправить** позволяет единообразно направить ось **Z1** в отмеченных элементах. Команда **Поменять на противоположное** позволяет изменить направление оси **Z1** на противоположное.

Раскрывающаяся панель **Задание X1 и Y1 через угол вращения** позволяет задать угол поворота основной местной оси (**X1** или **Y1**) вокруг оси **Z1**; положительный знак угла соответствует повороту выбранной основной оси против часовой стрелки, если смотреть с конца оси **Z1**.

Раскрывающаяся панель **Задание X1 и Y1 через точку** (рисунок 2.269) позволяет ввести координаты вспомогательного узла, через который будет проходить ось **Y1** (если при этом нажата радиокнопка **Y1**) или **X1** (если при этом нажата радиокнопка **X1**).

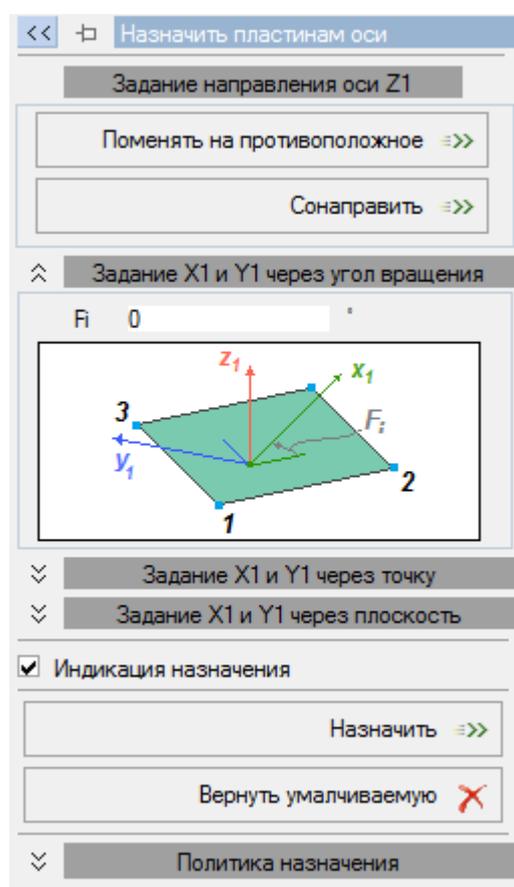


Рисунок 2.268 Назначить пластинам оси выравнивания и оси ортотропии

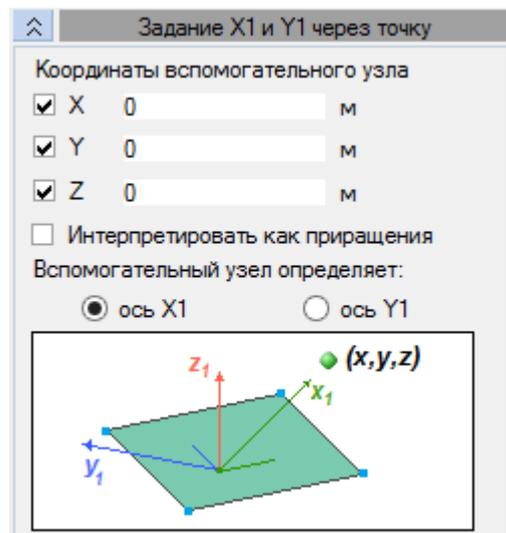


Рисунок 2.269 Задание X1 и Y1 через точку

Раскрывающаяся панель **Задание X1 и Y1 через вспомогательную плоскость** включает в себя две вкладки: **Ортогональная** (рисунок 2.270) и **Произвольная** (рисунок 2.271).

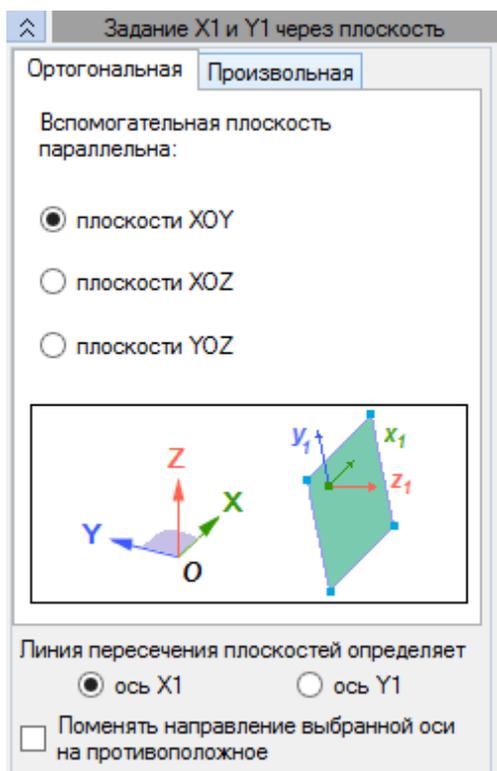


Рисунок 2.270 Ортогональная

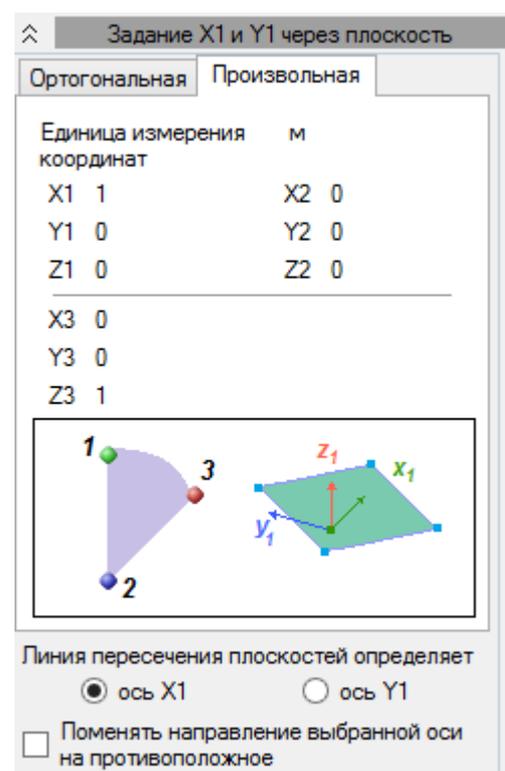


Рисунок 2.271 Произвольная

При работе во вкладке **Ортогональная** вспомогательная плоскость будет параллельна плоскости, выбранной радиокнопкой. Если параллели совпадают с плоскостью выделенного КЭ, то индикации осей не произойдет, так как вспомогательная плоскость не будет пересекать КЭ.

При работе во вкладке **Произвольная** необходимо задать положение вспомогательной плоскости, указав координаты трех точек, принадлежащих ей. Также расположение точек

можно задать курсором, вызвав контекстное меню и нажав **Установить в качестве узла вспомогательной плоскости**.

Далее необходимо указать ось, которая будет определяться линией пересечения плоскости КЭ и вспомогательной, нажатием радиокнопки **ось X1** или **ось Y1**.

Установка флажка **Поменять направление выбранной оси на противоположное** используется для изменения направлений осей назначаемой системы координат на противоположные.

В раскрывающейся вкладке **Политика назначения** необходимо выбрать действия путем нажатия радиокнопки:

- **Заменять существующую систему осей выравнивания и/или осей ортотропии;**
- **Оставлять существующую систему осей выравнивания и/или осей выравнивания.**

Также необходимо указать, какие оси будут назначены элементам:

- **Оси выравнивания напряжений;**
- **Оси ортотропии;**
- **Оси выравнивания напряжений и оси ортотропии.**

#### **Назначить объемным КЭ оси выравнивания напряжений и оси ортотропии.**

Данный режим используется для задания направления главных осей ортотропии объемных КЭ, относительно которых будут ориентированы полученные в результате расчета напряжения. Переход в данный режим осуществляется нажатием кнопки  в панели инструментов.

В раскрывающейся вкладке **Задание углом** (рисунок 2.272) доступно задание путем поворота локальных осей на угол  $\beta_i$  вокруг одной из них. При этом положительный знак угла соответствует повороту вокруг выбранной оси против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

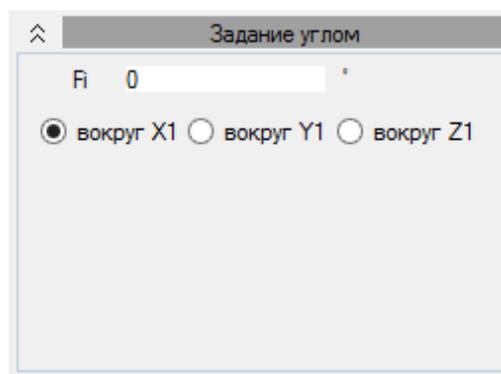


Рисунок 2.272 Задание углом

**Задание плоскостью** осей может выполняться двумя способами в зависимости от ориентации вспомогательной плоскости: **Ортогональной** (рисунок 2.273) или **Произвольной** (рисунок 2.274).

Рисунок 2.273 Ортогональная

Рисунок 2.274 Произвольная

Назначение ориентации осей с помощью вкладки **Ортогональная** происходит следующим образом. Сначала необходимо задать положение вспомогательной плоскости, нажав одну из трех радиокнопок, каждая из которых будет ориентировать вспомогательную плоскость параллельно одной из плоскостей, образуемой глобальными осями. Далее требуется указать, какие из осей ортотропии будут принадлежать вспомогательной плоскости.

Назначение осей во вкладке **Произвольная** предоставляет возможность задания вспомогательной плоскости по трем точкам. Для этого необходимо указать координаты точек, заполнив соответствующие поля.

Установка флажка **Поменять направление на противоположное** приведет к изменению направления назначенных осей на противоположное.

Установка флажка **Индикация назначения** используется для предварительного отображения осей на экране.

В раскрывающейся вкладке **Политика назначения** необходимо выбрать действия путем нажатия радиокнопки:

- **Заменять существующую систему осей выравнивания и/или осей ортотропии;**
- **Оставлять существующую систему осей выравнивания и/или осей выравнивания.**

Также необходимо указать, какие оси будут назначены элементам:

- **Оси выравнивания напряжений;**
- **Оси ортотропии;**
- **Оси выравнивания напряжений и оси ортотропии.**

### 2.11.7 Шарниры

Для назначения шарниров необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇨ **Назначить шарниры** или кнопкой на панели инструментов **Шарниры** . Откроется панель режима **Назначить шарниры** (рисунок 2.275).

Постановка шарнира подразумевает снятие или ограничение жесткости связи одного из концов стержня с узлом схемы. Шарнир возможно установить в начале и/или в конце стержня по какой-либо степени свободы в местной системе координат этого стержня. Перед назначением стержень необходимо выделить.

Для концов стержня с помощью установки соответствующих флажков указываются направления, по которым требуется ввести шарниры. Начало и конец стержня определяются направлением местной оси X. Допускается вводить как угловые (вокруг осей X, Y, Z), так и линейные (вдоль осей X, Y, Z) шарниры.

Отмечая флажком **Индикация назначения**, можно предварительно просмотреть заданный вами шарнир  где три верхних цвета обозначают перемещение вдоль X, Y, Z, а три нижних – поворот относительно X, Y, Z (цвет наложенных связей отвечает цвету осей).

В раскрывающейся вкладке **Параметры назначения** нужно выбрать **Тип шарнира: Идеальный** (если жесткость шарнира равна нулю), **Конечной жесткости** (узел поворачивается с возникновением в нем момента).

В раскрывающейся вкладке **Политика назначений** (рисунок 2.276) нужно задать параметры размещения шарнира выделенного элемента.

После задания всех необходимых параметров нажмите кнопку **Назначить**.

Если вы хотите освободить КЭ от шарниров, необходимо нажать кнопку **Освободить**.

### 2.11.8 Жесткие вставки

Для назначения **Жестких вставок** необходимо воспользоваться меню **Схема** ⇨ **Назначить жесткие вставки** или кнопкой на панели инструментов **Жесткие вставки** .

Жесткие вставки используются, как правило, при нарушении соосности стыковки стержней в узле. Например, при моделировании двухступенчатой колонны (стык подкрановой и надкрановой части колонны), примыкания ригеля к колонне, моделирования ребристых плит и т.п.

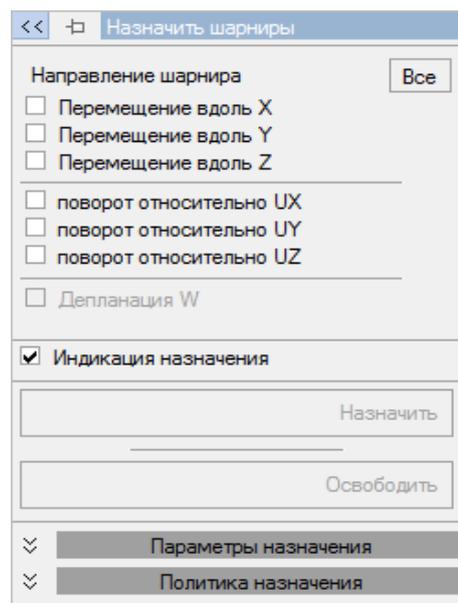


Рисунок 2.275 Панель режима **Назначить шарниры**

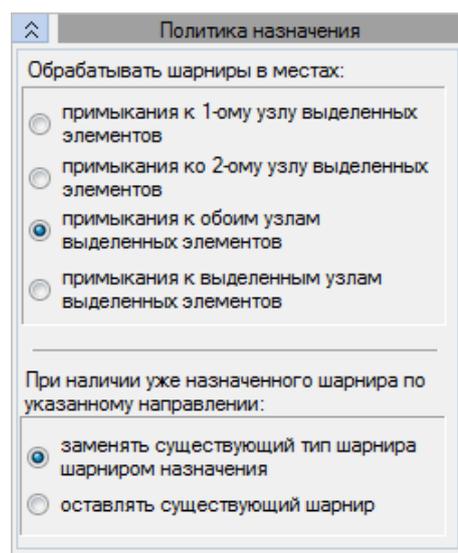


Рисунок 2.276 Политика назначения

Жесткие вставки ориентируются вдоль осей глобальной и местной системы координат по линейным направлениям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . При этом нагрузки, задаваемые на стержень с жесткими вставками, привязываются к началу гибкой части. Заданный шарнир располагается между жесткой вставкой и гибкой частью элемента.

Усилия вычисляются только в гибкой части стержня, поэтому при проверке равновесия в узле, где присутствует такой стержень, следует производить перенос усилий из гибкой части стержня в узел с учетом заданной нагрузки на жесткую вставку.

Режим назначения жестких вставок состоит из двух раскрывающихся закладок:

- **Стержневые элементы;**
- **Пластинчатые элементы.**

### Стержневые элементы

При помощи диалогового окна (рисунок 2.277) возможно задание жестких вставок в начале (1-й узел) и/или в конце (2-ой узел) стержня.

В раскрывающемся списке необходимо выбрать метод задания жестких вставок:

- **Приращение координат** – жесткие вставки задаются по координатам  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  в местных или глобальных осях в текущих единицах измерения и на предварительно выделенный элемент;
- **Вектор и длина** – жесткие вставки задаются как в предыдущем пункте, с указанием необходимой длины;
- **Сечение:  $Z1+$ ,  $Z1-$ ,  $Y1+$ ,  $Y1-$ ,  $Z1+Y1+$ ,  $Z1+Y1-$ ,  $Z1-Y1-$ ,  $Z1-Y1+$**  – жесткие вставки задаются относительно местных осей сечения элемента в указанном направлении.

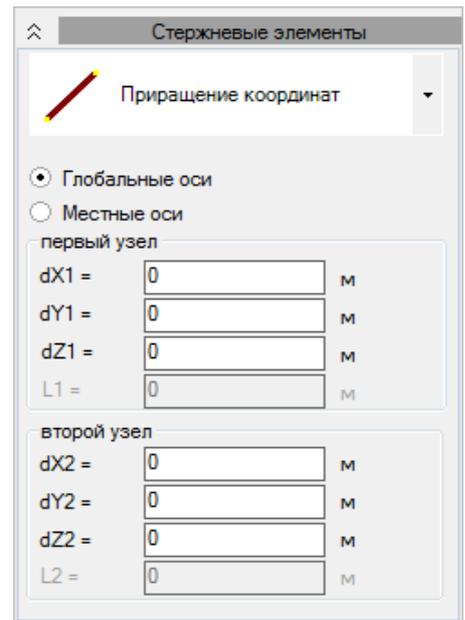


Рисунок 2.277 Стержневые элементы

### Пластинчатые элементы

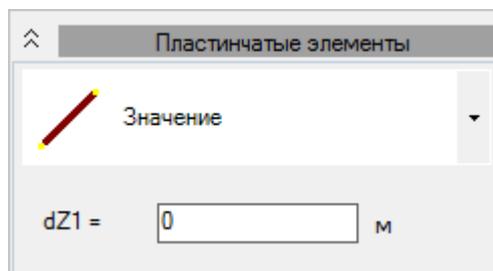


Рисунок 2.278 Пластинчатые элементы

Для задания жестких вставок на пластинчатые элементы необходимо воспользоваться диалоговым окном (рисунок 2.278), где нужно задать размер жестких вставок в КЭ пластины по направлению местной оси  $Z1$  конечного элемента. Жесткая вставка будет введена во все узлы конечного элемента пластины. Положительное направление вставки будет совпадать с направлением оси  $Z1$ .

При установке флажка **Индикация назначения** на экране отобразятся назначаемые жесткие вставки. Флажок **Отображать используя относительный масштаб** оставляет масштаб жесткой вставки одного и того же размера, при этом используется коэффициент масштабирования во время отображения жесткой вставки на экране.

После задания всех необходимых параметров нажмите кнопку **Назначить**.

Если вы хотите освободить КЭ от жесткой вставки, необходимо нажать кнопку **Освободить**.

 Освобождаемый или назначаемый КЭ должен быть выделен.

### 2.11.9 УПРУГОЕ ОСНОВАНИЕ

Для назначения упругого основания путем задания коэффициентов постели **C1** и **C2** необходимо перейти в режим **Упругое основание** нажатием кнопки  на панели инструментов. Панель данного режима состоит из трех раскрывающихся вкладок.

В раскрывающейся вкладке **Назначение** (рисунок 2.279) доступно непосредственное назначение коэффициентов постели выбранным элементам или их освобождение от ранее назначенных коэффициентов.

Для назначения параметров упругого основания конечным элементам необходимо выбрать их тип из выпадающего списка **Параметры основания** (рисунок 2.280).

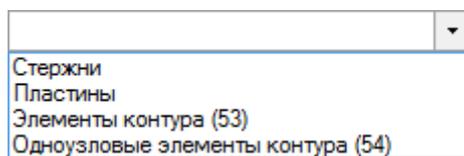


Рисунок 2.280 Параметры основания

Далее необходимо ввести значения коэффициентов **C1** и **C2**, а также значения коэффициентов **C1y** и **C2y** для стержневых элементов. При работе со стержневыми элементами их ширину можно задавать вручную путем ввода значения в соответствующее поле **Ширина** или она будет задана автоматически, основываясь на значении, назначенном в редакторе сечений при активации флажка **Ширина из сечения**.

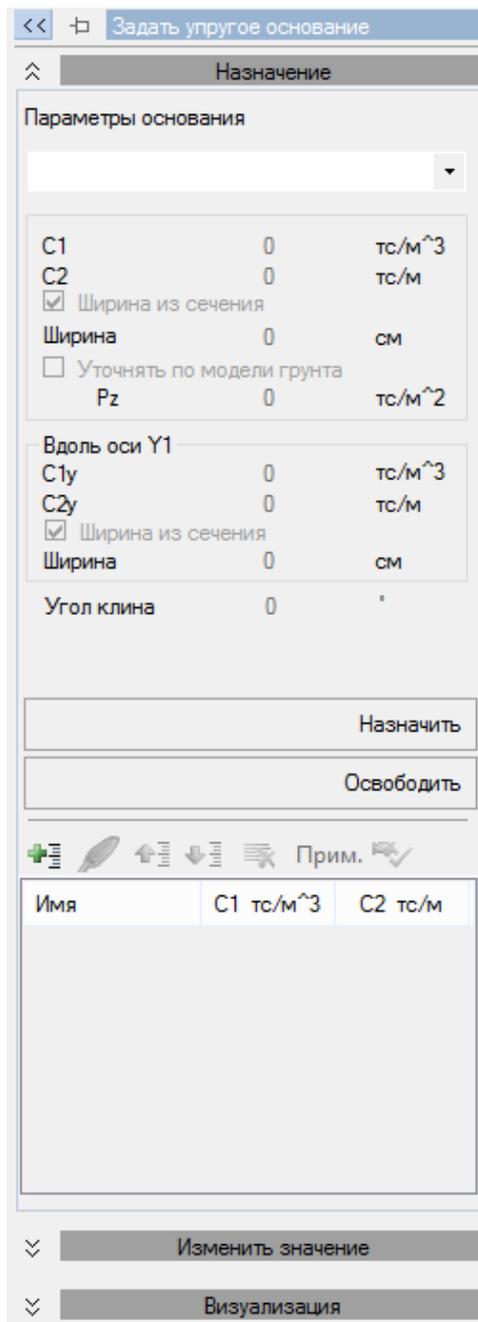


Рисунок 2.279 Задать упругое основание

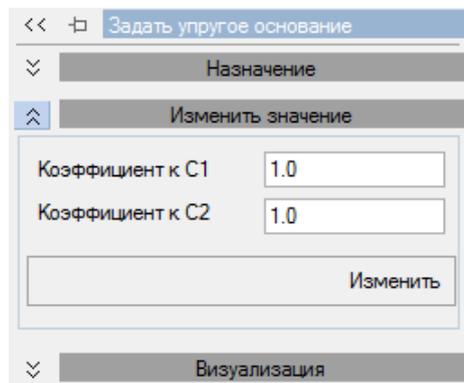


Рисунок 2.281 Изменить значение

Поля **Уточнить по модели грунта** и **Pz** используются для дальнейшей работы с элементами в системе ГРУНТ (смотри Глава 5).

Также в данной вкладке доступен переход к расчету коэффициентов постели для одиноко стоящих фундаментов по геологическим условиям из одной скважины (смотри Глава 5).

**Изменить значение** (рисунок 2.281). Данная вкладка позволяет изменять значения коэффициентов C1 и C2 путем их умножения на заданную величину. Для этого нужно ввести значения коэффициентов, выделить элементы и нажать кнопку **Изменить**.

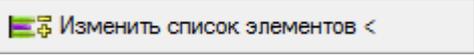
**Визуализация** (рисунок 2.282). Данная вкладка используется при необходимости отображения на экране коэффициентов постели или нагрузки для системы ГРУНТ. Для этого нужно отметить флажком типы КЭ, выбрать необходимый параметр, нажав на кнопку с соответствующим названием.

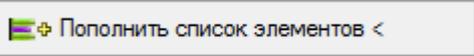
### 2.11.10 Группы элементов

Для упрощения работы с большим количеством элементов является рациональным использование групп элементов. Для работы с группами элементов необходимо перейти в режим **Редактировать группы элементов** (рисунок 2.283) нажатием соответствующей кнопки  на панели инструментов. Данная функция позволяет объединять элементы в группы для получения быстрого доступа к ним.

В появившейся панели доступно редактирование названия и цвета групп элементов в соответствующих полях **Описание** и **Цвет**.

 – добавление группы элементов. После нажатия данной кнопки выделенные элементы будут добавлены в группу. Если на схеме не было выделено ни одного элемента, группа будет создана пустой.

 – после нажатия данной кнопки в состав группы будут включены только выделенные на схеме конечные элементы, все невыделенные КЭ будут исключены из группы элементов.

 – добавление выделенных элементов к выбранной группе.

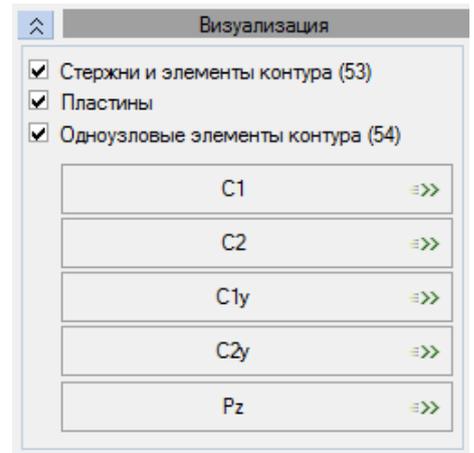


Рисунок 2.282 Визуализация

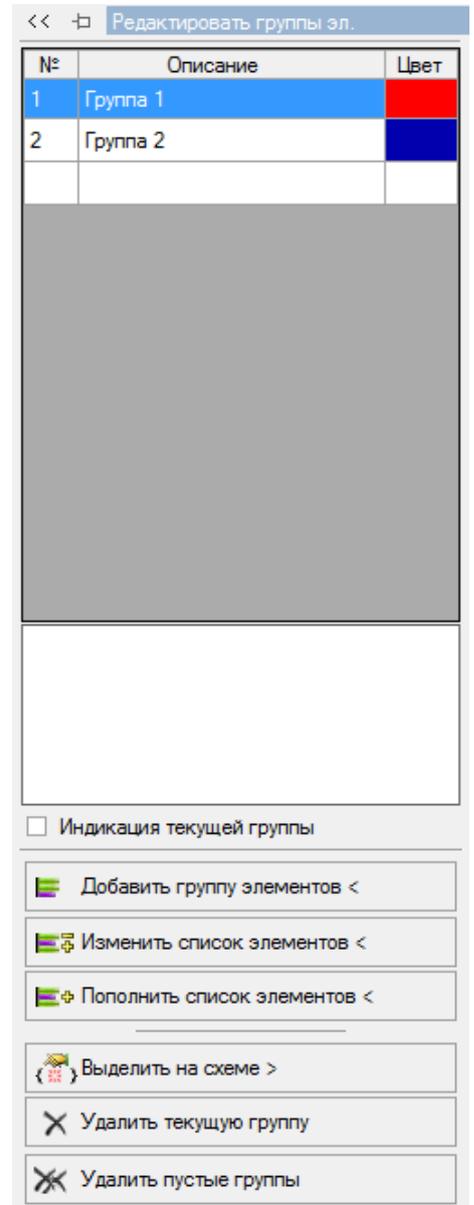


Рисунок 2.283 Вкладка **Редактирование групп элементов**

-  Выделить на схеме > – выделение на схеме всех элементов, принадлежащих выбранной группе.
-  Удалить текущую группу – удаление выбранной группы элементов.
-  Удалить пустые группы – удаление всех пустых групп. Группа является пустой, если ей не присвоено ни одного элемента.
- Индикация текущей группы – подсвечивание группы элементов назначенным ей цветом.

### 2.11.11 Конструктивные элементы

Для работы с конструктивными элементами необходимо перейти в режим **Редактировать конструктивные элементы** (рисунок 2.284) нажатием соответствующей кнопки  на панели инструментов. После появления панели активного режима нужно выделить конечные элементы, которые будут объединены в конструктивный элемент, и нажать кнопку **Добавить конструктивный элемент**. После чего он появится в соответствующем списке. В графах **Описание** и **Цвет** доступно изменение названия и цвета конструктивных элементов. В окне, находящемся ниже, указаны номера КЭ, объединенные в конструктивный элемент.

При создании конструктивных элементов необходимо придерживаться следующих требований:

- стержням должны быть назначены однотипные:
  - материал;
  - сечение;
  - параметры конструирования;
- стержни должны иметь одинаковые направления локальных осей (в противоположном случае необходимо применить команду сонаправить, которая приводит к единообразной ориентации местных осей в предварительно отмеченных стержнях);
  - стержни должны иметь общие узлы;
  - элементы группы не должны входить в другие конструктивные элементы.

Доступны следующие функции редактирования конструктивных элементов:

-  Добавить конструктивный элемент – добавление конструктивного элемента;

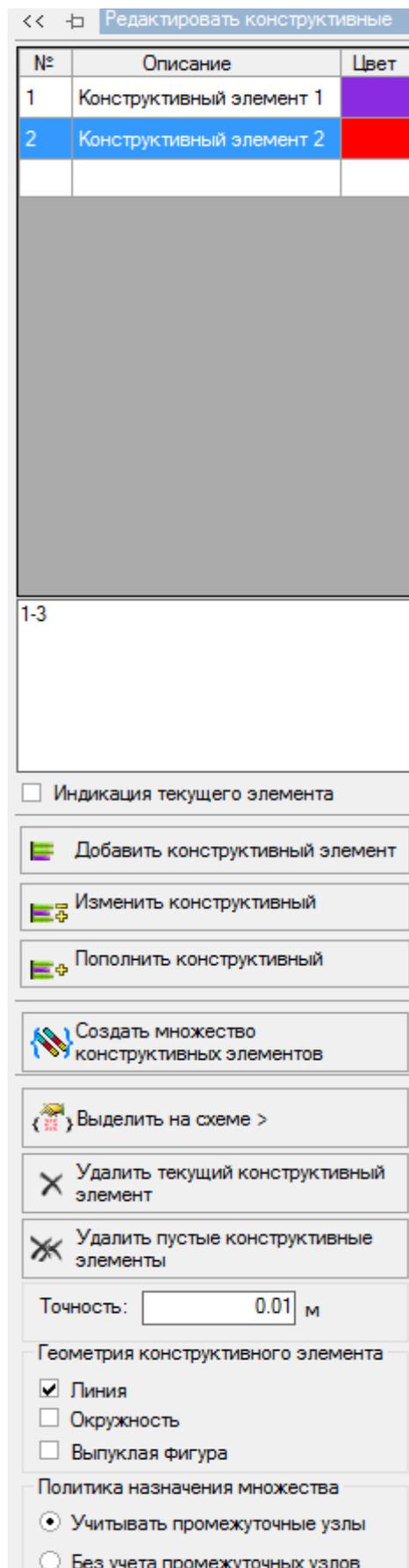


Рисунок 2.284 Редактирование конструктивных элементов

 Изменить конструктивный	– изменение конструктивного элемента. После нажатия данной кнопки в состав конструктивного элемента будут включены только выделенные на схеме конечные элементы, все невыделенные КЭ будут исключены из конструктивного элемента;
 Пополнить конструктивный	– пополнение выбранного конструктивного элемента отмеченными на схеме конечными элементами;
 Создать множество конструктивных элементов	– создание множества конструктивных элементов;
 Выделить на схеме >	– выделение на схеме выбранного конструктивного элемента;
 Удалить текущий конструктивный элемент	– удаление выбранного конструктивного элемента;
 Удалить пустые конструктивные элементы	– удаление всех пустых конструктивных элементов.

При создании множества конструктивных элементов нужно придерживаться требований:

- стержням должны быть назначены однотипные:
  - материал;
  - сечение;
  - параметры конструирования;
- стержни должны иметь одинаковые направления локальных осей (в противоположном случае необходимо применить команду сонаправить, которая приводит к единообразной ориентации местных осей в предварительно отмеченных стержнях);
  - стержни должны иметь общие узлы;
  - элементы группы не должны входить в другие конструктивные элементы;
  - конструктивный элемент должен состоять из 2-х и более стержневых элементов;
  - границей конструктивного элемента является узел:
    - узел, в который входят свыше 2-х стержней;
    - узел, в который входят стержни с разным направлением локальных осей;
    - замыкающий узел конструктивного элемента.

В поле **Точность** (рисунок 2.285) вводится допустимая погрешность попадания узлов на геометрическую ось конструктивного элемента.



Рисунок 2.285 Точность

При создании конструктивного элемента необходимо задать его геометрию, поставив соответствующий флажок в поле **Геометрия конструктивного элемента** (рисунок 2.286).

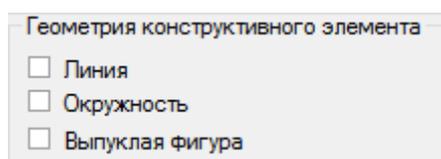


Рисунок 2.286 Геометрия конструктивного элемента

Также пользователь должен выбрать критерий в окне **Политика назначения множества** (рисунок 2.287), на основании которого конструктивный элемент будет создан с учетом или без некоторых базовых условий формирования в промежуточных узлах.

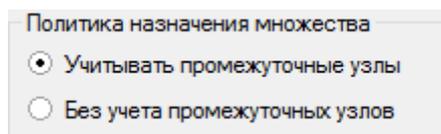


Рисунок 2.287 Политика назначения множества

Также в области под списком конструктивных элементов доступно редактирование конструктивных элементов вручную указанием номеров конечных элементов, входящих в их состав.

### 2.11.12 Работа с архитектурными элементами

Архитектурные элементы в ПК ЛИРА широко применяются для построения расчетных схем, позволяя создавать расчетную схему из архитектурных элементов и/или импортировать уже созданную информационную модель, например, из программ: Autodesk AutoCAD, Autodesk Revit Structure, Graphisoft ArchiCAD, Tekla Structures.

Архитектурные элементы в ПК ЛИРА реализованы как элементы с отложенной триангуляцией, то есть расчетная схема создается либо полностью из архитектурных элементов, либо частично из архитектурных и частично из конечных элементов. Затем архитектурным элементам назначаются необходимые дополнительные характеристики:

- тип конечных элементов, на которые в дальнейшем будет триангулирован архитектурный элемент;
- тип сечения;
- материал;
- параметры конструирования;
- нагрузки;
- оси выравнивания напряжений;
- оси выравнивания напряжений ортотропии;
- метод и шаг триангуляции.

Для добавления архитектурных элементов воспользуйтесь пунктом меню **Схема ⇔ Архитектурные элементы** (кнопка  на панели инструментов).

На экран выводится панель **Архитектурные элементы**, которая отображается в левой части экрана (рисунок 2.288).

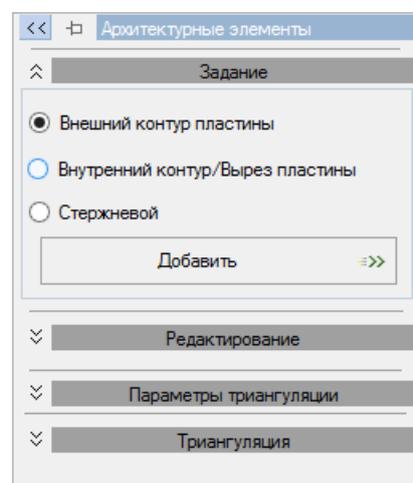


Рисунок 2.288 Архитектурные элементы

Панель **Архитектурные элементы** содержит четыре группы раскрывающихся блоков: **Задание**, **Редактирование**, **Параметры триангуляции** и **Триангуляция**.

### Задание

В данном блоке пользователь указывает необходимый тип архитектурного элемента, активировав одну из радиокнопок:

- **Внешний контур пластины** – активация радиокнопки приводит к созданию пластинчатых архитектурных элементов (контуров) произвольной формы;
- **Внутренний контур/Вырез пластины** – активация радиокнопки позволяет вырезать отверстия произвольной формы в ранее созданном пластинчатом архитектурном контуре;

 *При задании внутреннего или внешнего контура его грани не должны пересекаться, также недопустимо задание двух вершин в одной точке. С помощью внутреннего контура можно производить и обрезку одного элемента за один прием.*

- **Стержневой** – активация радиокнопки приводит к созданию стержневых архитектурных элементов.

Для того чтобы создать архитектурный элемент, в блоке **Создать** активируйте одну из радиокнопок, после на видовом экране укажите курсором мыши множество точек, для подтверждения ввода полигональной области нажмите на кнопку **Добавить** или укажите двойным кликом последнюю точку полигона.

### Редактирование

Данный блок (рисунок 2.289) содержит ряд возможностей для редактирования ранее созданных пластинчатых архитектурных элементов. Для активации нужного режима следует нажать на одну из кнопок:

 – **Объединение** позволяет объединить соприкасающиеся или пересекающиеся архитектурные элементы;

 – **Пересечение** позволяет пересекать созданные элементы. В процессе пересечения остается элемент пересечения;

 – **Разность** позволяет обрезать элементы один относительно другого, выбрав в диалоговом окне **Булева операция** (рисунок 2.290) необходимый результат обрезки. Выбранный вариант выделится красной рамкой. Для завершения операции нужно нажать кнопку **Применить**;

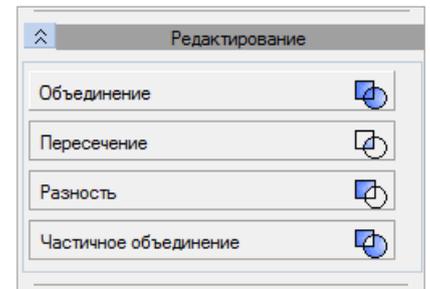


Рисунок 2.289 Редактирование



Рисунок 2.290 Диалоговое окно **Булевая операция**

 – **Частичное объединение** позволяет объединить два элемента с вычитанием области пересечения.

 *Операции блока редактирования выполняются для не более двух выделенных элементов за один прием. Вначале необходимо выделить два элемента и после нажать на одну из предложенных кнопок редактирования.*

В ПК ЛИРА кроме стандартных команд редактирования указанных в блоке **Редактирование** доступно редактирование с помощью курсора мыши. Для этого перейдите в блок **Редактирование**, далее подведите курсор мыши к вершине архитектурного элемента – к курсору мыши добавится маркер в виде крестика – и вызовите контекстное меню правой кнопкой мыши. В контекстном меню будут доступны две команды:

- удалить текущую точку полигона;
- удалить полигон.

Аналогично можно изменять положение вершин. Подведя курсор мыши к вершине, нажмите левую клавишу мыши для захвата указанной вершины и перетащите курсор в нужное место, соблюдая корректность геометрии полигона. При необходимости добавить новые вершины подведите курсор к середине грани полигона – аналогично появится маркер – и нажмите левую кнопку мыши для добавления новой вершины.

### Параметры триангуляции

В данном блоке (рисунок 2.291) содержатся реализованные методы триангуляции архитектурных элементов – это модифицированные методы из предыдущей версии ПК ЛИРА, которые работают гораздо быстрее своих предшественников и позволяют создавать весьма качественные сети конечных элементов. На данный момент реализованы четыре



Рисунок 2.291 **Параметры триангуляции**

метода создания треугольной сети – **Сетка узлов**, **Делоне**, **ReGrid**, **ReGrid2** – и один метод, позволяющий создавать четырехугольную сеть – **ReGridQuad**.

Для последних четырех методов при активации одного из них становится доступным поле **Шаг**, в котором необходимо указать размер шага триангуляции.

Для того чтобы назначить архитектурным элементам доступный метод триангуляции, достаточно выделить необходимые элементы, указать тип триангуляции и нажать на кнопку **Назначить**.

 Для созданных архитектурных элементов изначально назначены параметры триангуляции по умолчанию – **Сетка узлов**.

### Триангуляция

Для выполнения триангуляции ранее выбранным методом необходимо на панели активного режима перейти в блок **Триангуляция** (рисунок 2.292). Данный блок содержит также ряд политик, которые можно учитывать при триангуляции, установив флажок в соответствующих полях:

- **Другие архитектурные элементы;**
- **Сеть конечных элементов.**

В случае непредвиденных обстоятельств, для предотвращения потери данных предусмотрено автосохранение, которое устанавливается флажком в поле **Перед триангуляцией выполнить автосохранение**.

Триангулировать можно как целую схему, так и ее часть. Для триангуляции всей схемы достаточно нажать на кнопку **Триангулировать**. Если выделить несколько элементов, то триангуляция будет произведена только для выделенных элементов.

 *Триангуляция для скрытых архитектурных элементов не производится, но учитывает эти элементы при установленном флажке **Другие архитектурные элементы**.*

#### 2.11.13 Копирование свойств узлов и элементов

Пользователю предоставляется возможность ускорить построение объемных задач, моделей с большим количеством примитивов и заданными параметрами свойств. Для этих целей подойдет режим копирования свойств узлов и элементов (рисунок 2.293).



Рисунок 2.292 Триангуляция

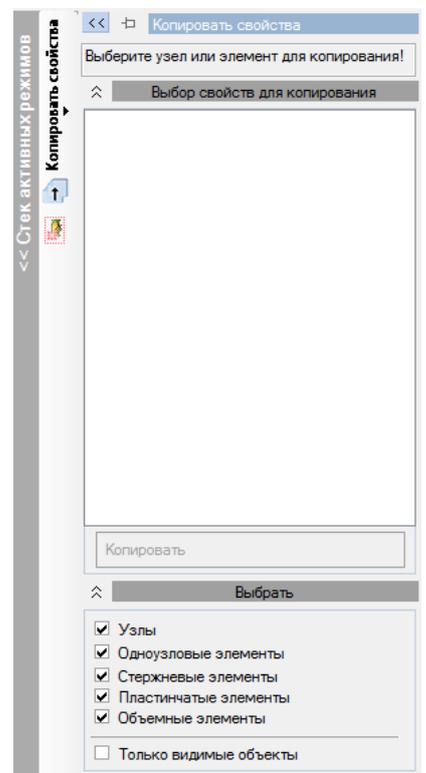


Рисунок 2.293 Режим копирования свойств узлов и элементов

Для того чтобы вызвать режим, выберите пункт меню **Правка ⇨ Копирование свойств узлов и элементов**. Также его можно запустить из панели инструментов (панель **Добавить свойство**), кликнув по пиктограмме , или вызвать комбинацией горячих клавиш (подробней см. в Главе 2 п.2 «Горячие клавиши»).

Базовый функционал режима копирования свойств представлен в области с названием **Выбор свойств для копирования**.

Для удобства приведем небольшой пример. Допустим имеется некая задача (рисунок 2.294).

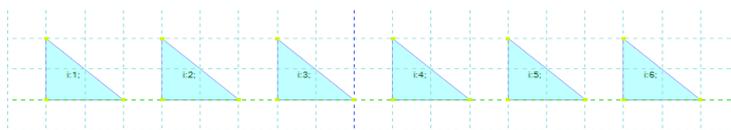


Рисунок 2.294 Пример задачи для копирования свойств

Предположим, нужно скопировать некоторые свойства элемента 1 всем остальным. Для этого нужно перейти в режим копирования свойств. Выбираем элемент, свойства которого будут скопированы, и выделяем элемент/элементы, которые примут новые значения свойств.

 *Режим копирования сохраняет проверку типов по геометрии. Это означает, что можно копировать свойства только однотипных элементов (узел – узел; плита – плита; архитектурный стержень – архитектурный стержень и т.д.).*

*В режиме представлена возможность выбрать один элемент копирования и множество элементов, которые принимают копируемые значения и параметры.*

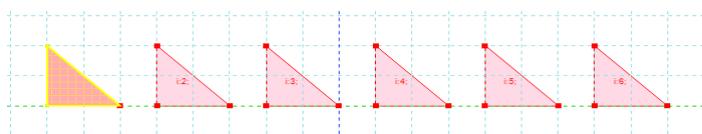


Рисунок 2.295 Выбор элементов на графической схеме

После выполнения операции выбора элементов графическая схема примет вид, как на рисунке 2.295. В окне режима копирования свойств (рисунок 2.296) появится перечень свойств, присущих выбранному примитиву. В верхней части можно узнать геометрический тип элемента и номер на модели.

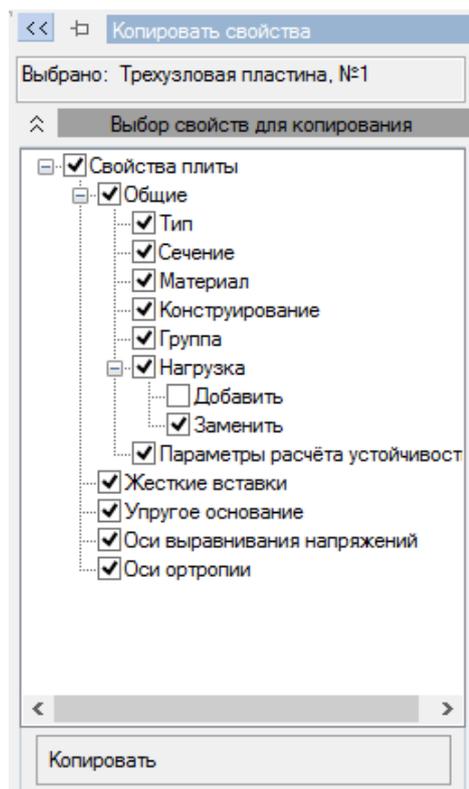


Рисунок 2.296 Перечень копируемых свойств

 *Следует помнить, что списки копируемых свойств различаются в зависимости от типа примитива по геометрии.*

Выберите требуемые свойства и нажмите кнопку **Копировать**. После успешного выполнения операции схема будет перерисована в соответствии с новыми значениями свойств элементов (нагрузки, связи и т.д.).

### 2.11.14 Информация об узле и элементе

Нажмите кнопку  и выберите на схеме элемент для просмотра результата. Слева появится панель **Информация об узле или элементе** (рисунок 2.297). На панели представлены три выпадающие вкладки:

- **Свойства элемента;**
- **Выбирать;**
- **Выбор по номеру.**

На выпадающей вкладке **Свойства элемента** показаны исходные и рассчитанные (если они есть) свойства выбранного элемента. Свойства элемента (узла) разбиты на пронумерованные категории. Названия категорий выделены жирным шрифтом. В каждой категории свойства представлены в виде динамических иерархических деревьев, т.е. некоторые свойства могут состоять из набора других свойств (значений), в свою очередь некоторые из этих свойств состоят из наборов других свойств и т.д. Каждое из свойств имеет свое имя и значение. Чтобы открыть категорию, свойство или подсвойство выбранного свойства, выберите его и нажмите мышкой на значок слева от имени свойства. Значения свойств, которые представлены обычным текстом, можно изменять. Для этого выберите нужное вам свойство. Далее возможны варианты:

- появился курсор в поле значения – просто измените с помощью клавиатуры это значение;
- справа от значения появился значок  – нажмите на него и выберите из списка новое значение;
- справа от значения появился значок  – нажмите на него и появится панель задания значения для выбранного свойства.

После изменений свойств элемента (узла) для их сохранения нажмите кнопку **Применить изменения**.

На выпадающей вкладке **Выбирать** можно установить фильтр для дальнейшего выбора по узлам, по типу элементов или по их видимости.

На выпадающей вкладке **Выбор по номеру** можно непосредственно выбрать объект, указав номер узла, конечного или архитектурного элемента.

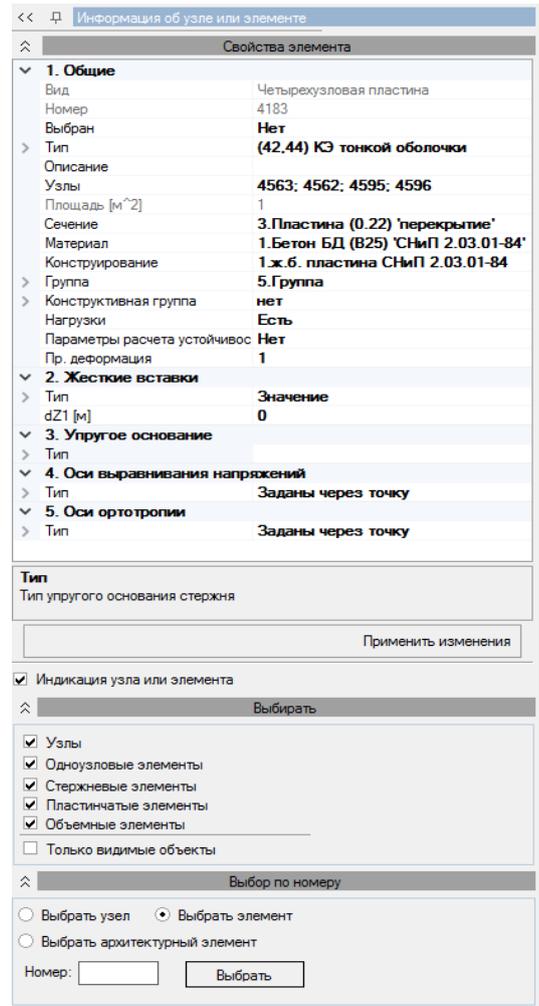


Рисунок 2.297 Информация об узле и элементе

## 2.12 ДВУХМЕРНЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР

Редактор используется для создания, редактирования, копирования, объединения и т.п. двумерных графических объектов и является составной частью **Редактора грунта** и **Редактора пользовательского сечения**.

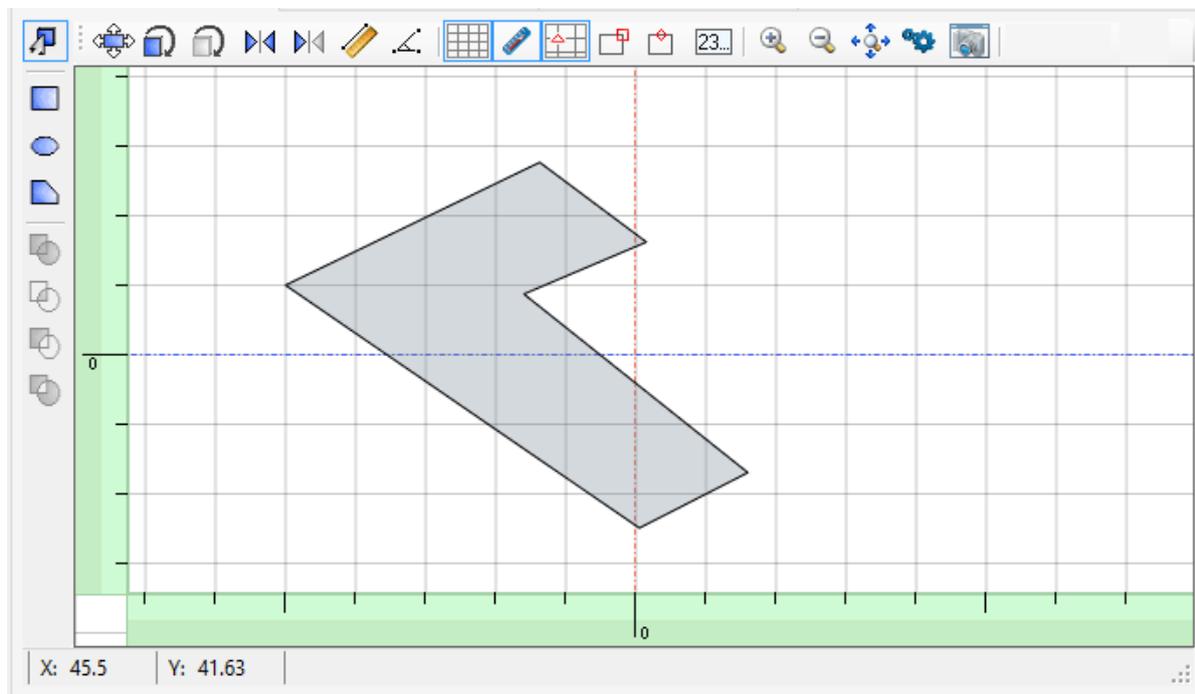


Рисунок 2.298

Редактор (рисунок 2.298) состоит:

- вертикальной и горизонтальной панели кнопок;
- поля для изображения и редактирования графических объектов.

Поле для редактирования может быть оборудовано:

- сетью – кнопка ;
- вспомогательными линейками – кнопка ;
- привязкой курсора мыши к узлам сети – кнопка ;
- привязкой курсора мыши к узлам объекта – кнопка ;
- привязкой курсора мыши к середине стороны объекта – кнопка ;
- возможностью редактирования координат – кнопка .

Все эти кнопки триггерные. Синяя рамка вокруг кнопок означает, что данная возможность для поля редактирования включена. Отсутствие рамки – возможность отключена.

## Настройки графического редактора

Кнопка  открывает окно **Свойства** (рисунок 2.299):

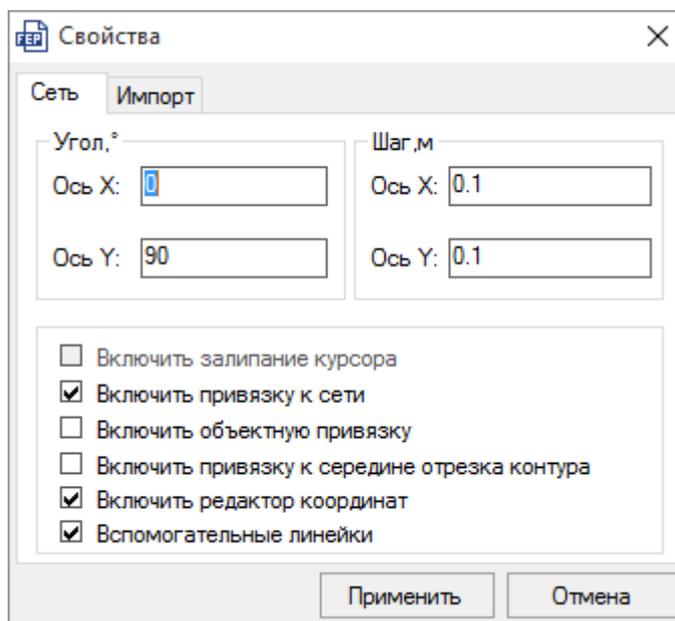


Рисунок 2.299 Свойства

Окно состоит из двух закладок – **Сеть** и **Импорт**. Содержимое закладки **Импорт** определяется контекстом использования редактора и содержит типы файлов, из которых может осуществляться импорт. Панель **Сеть** определяет свойства сети.

### Создание графических примитивов

Примитивы создаются мышью после нажатия соответствующей кнопки:

- кнопка  – создание квадрата, прямоугольника. Первым кликом мыши на поле создается один из узлов прямоугольника. Движение мышью изменяет размер фигуры. Второй клик – завершение создания прямоугольника;
- кнопка  – создание круга, овала. Первым кликом мыши на поле указывается центр круга/овала. Движением мыши изменяется размер фигуры. Второй клик – завершение создания круга/овала;
- кнопка  – создание произвольного замкнутого полигона. Первый и последующие клики мышью на поле создают узлы полигона. Движением мыши образуется сторона полигона, при этом недопустимо пересечение сторон полигона. Создание полигона заканчивается, когда производится клик мыши на начальном узле полигона и при этом все стороны полигона не имеют пересечений.

## Изменение размеров и форм объектов/примитивов

### Способ 1

- дважды кликните на объекте мышью. На контуре объекта появятся черные точки;
- наведите курсор мыши на одну из них;
- нажмите левую кнопку мыши;
- не отпуская левую кнопку мыши, переместите мышь – точка контура переместится вслед за курсором мыши. Последующий клик зафиксирует изменение.

### Способ 2

Стоя курсором мыши на объекте, нажмите правую кнопку мыши. Появится контекстное меню (рисунок 2.300).

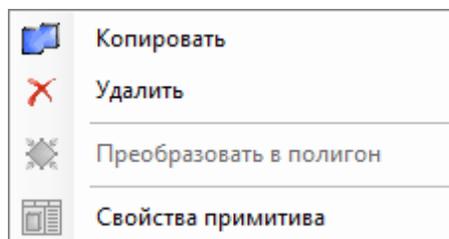


Рисунок 2.300

Выберите пункт **Свойства примитива**, появится окно **Свойства**, где можно изменить свойства выбранного объекта/примитива. Форма и содержание этого окна зависят от типа примитива.

### Преобразование типа примитива

Примитивы прямоугольник/квадрат и овал/круг можно преобразовать в полигон. Для этого нужно, стоя курсором мыши на объекте, нажать правую кнопку мыши. Появится контекстное меню (рисунок 2.300). Выберите пункт меню **Преобразовать в полигон**.

Например, так можно преобразовать овал в полигон, а затем, используя полученные точки полигона, преобразовать овал в более сложную фигуру.

### Выбор объектов

Объекты можно выбирать:

- установив курсор мыши внутри контура объекта, кликнуть левой кнопкой мыши;
- нажать кнопку  и с помощью мыши охватить красной прямоугольной рамкой выбираемые объекты. После охвата кликнуть левой кнопкой мыши.

 *Каждый последующий выбор отменяет предыдущий независимо от того, сколько за один раз было выбрано объектов.*

## Изменение положения объектов

Графические объекты можно перемещать, поворачивать, отражать относительно оси симметрии. Для этого сначала надо выбрать объекты для изменения положения, затем нажать одну из следующих кнопок:

- кнопка  – после нажатия позволяет перемещать объекты, первый клик мыши – перемещение начинается, второй клик – новое положение объектов фиксируется;
- кнопка  – после нажатия позволяет поворачивать объекты вокруг точки, указанной при первом клике мыши. Второй клик фиксирует поворот объектов;
- кнопка  – после нажатия позволяет отражать объекты относительно оси симметрии. Ось симметрии указывается мышью от точки, заданной первым кликом мыши до ее текущего положения. Второй клик фиксирует отражение объектов.

 Если выбраны кнопки  и , то после поворота и, соответственно, отражения объектов, зафиксируются копии объектов, а исходные объекты остаются на первоначальном месте.

Во всех случаях при перемещении мыши нажатие на клавишу *Esc* отменяет текущую операцию.

Если включено редактирование координат (кнопка ) , то рядом с курсором мыши появятся подвижные окна для ввода значений координат/углов по перемещению объектов. Для ввода значений в первое окно нажмите нужную вам цифру или клавишу *Tab*. Для фиксации значения и перехода в следующее окно нажмите *Enter*, для перехода без фиксации нажмите клавишу *Tab*.

## Копирование объектов

- Выберите объект;
- вызовите на нем контекстное меню (рисунок 2.300);
- выберите пункт меню **Копировать**;
- укажите мышью новое место для объекта;
- вызовите снова контекстное меню;
- выберите пункт меню **Вставить**;
- уточните мышью новое положение объекта и кликните.

## Измерение расстояний и углов

Кнопки  и  позволяют измерить расстояние и углы на поле редактирования с помощью мыши.

## Изменение масштаба

Кнопки  и  изменяют масштаб, соответственно, в сторону увеличения или уменьшения. Кроме этих кнопок, масштаб можно изменять колесиком мыши. Нажав на колесико и, не отпуская его, двигая мышью, можно переместить поле редактирования со всеми объектами.

Кнопка  изменяет масштаб так, чтобы все графические объекты поместились в поле редактирования с минимальными свободными полями этого поля.

## Объединение объектов

Два пересекающихся объекта можно объединить в один. Сначала объекты нужно выбрать, затем нажать одну из следующих кнопок:

-  – объединение;
-  – пересечение;
-  – разность;
-  – частичное объединение.

Объекты будут объединяться так, как показано на изображении на соответствующей кнопке.

Кнопка  позволяет скопировать все изображение с поля редактирования в файл для последующего использования его в **Отчетах**.

## 2.13 РЕДАКТОР СЕЧЕНИЙ/ЖЕСТКОСТЕЙ

**Редактор сечений/жесткостей** предназначен для выбора типов (параметров) жесткости из библиотеки жесткостных характеристик и присвоения их конечным элементам схемы.

Для доступа к редактору сечений/жесткостей с помощью меню (рисунок 2.301) **Редакторы** ⇨ **Редактор сечений/жесткостей** (кнопка  на панели инструментов) вызовите вкладку **Сечения** (рисунок 2.302).

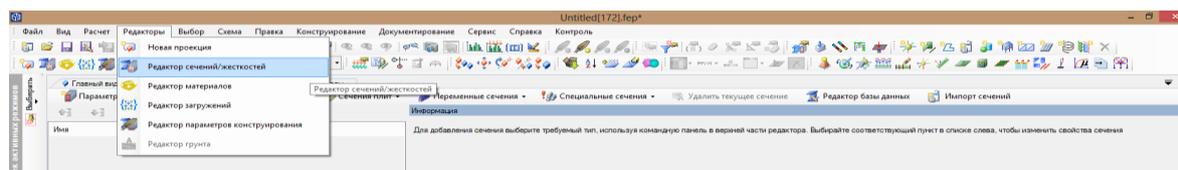


Рисунок 2.301 Меню редакторы

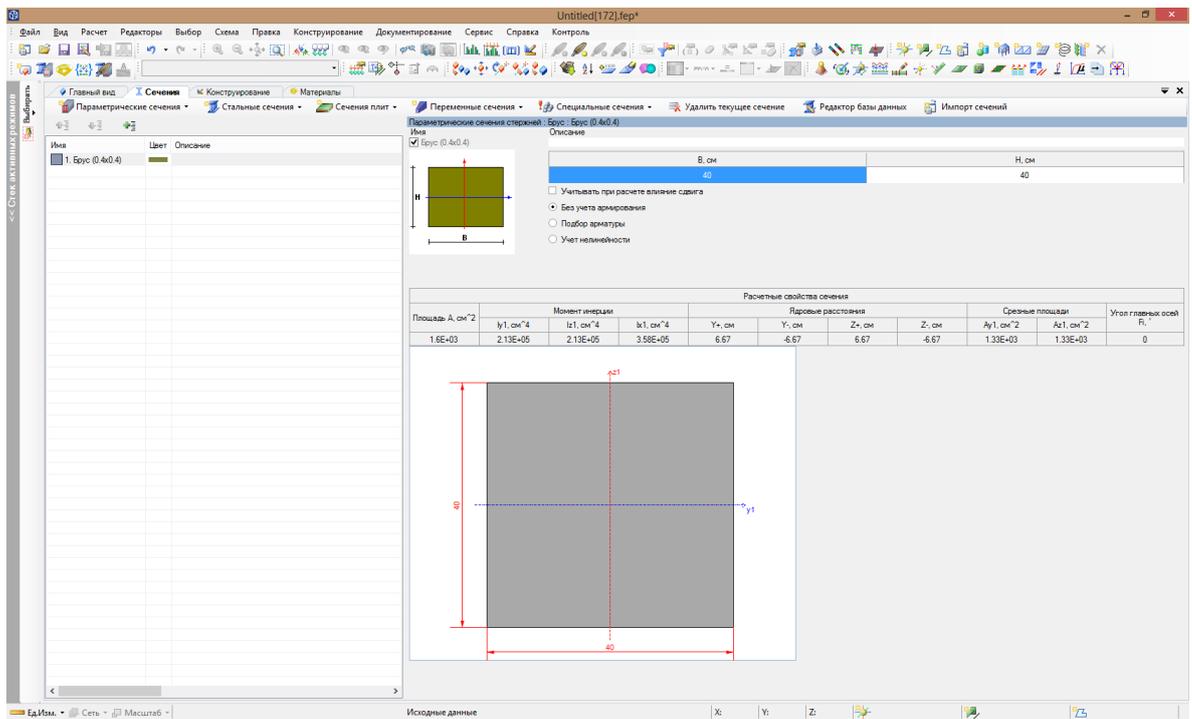


Рисунок 2.302 Редактор сечений/жесткостей

В левой части **Редактора сечений/жесткостей** расположена **Таблица жесткостей элементов**. При однократном щелчке мыши по выбранному типу сечения (рисунок 2.302) в левой части **Редактора сечений/жесткостей** в **Таблице жесткостей элементов** появится новая запись, содержащая схематическое изображение, стандартное наименование, цвет и описание добавленного сечения.

Заполнение таблицы происходит по следующему алгоритму:

1. **Имя** – выводится при выборе стандартного сечения;
2. **Цвет** – выбирается щелчком мыши в поле ввода **Цвет** (рисунок 2.303);
3. **Описание** – заполняется в правой части **Редактора сечений/жесткостей** в окне **Параметров сечения**.

В верхней части **Таблицы жесткостей элементов** расположена **Панель навигации**:

- **Поднять на уровень выше** (кнопка  в редакторе сечений/жесткостей);
- **Опустить на уровень ниже** (кнопка  в редакторе сечений/жесткостей);
- **Копировать** текущее сечение (кнопка  в редакторе сечений/жесткостей).

Для удаления созданных ранее сечений используйте горизонтальную кнопку **Удалить текущее сечение** (кнопка  **Удалить текущее сечение** в редакторе сечений/жесткостей).

В правой части **Редактора сечений/жесткостей** расположено окно **Параметров сечения**, в котором в соответствующих полях ввода можно задавать и корректировать требуемый профиль и его ориентацию в расчетной схеме, скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

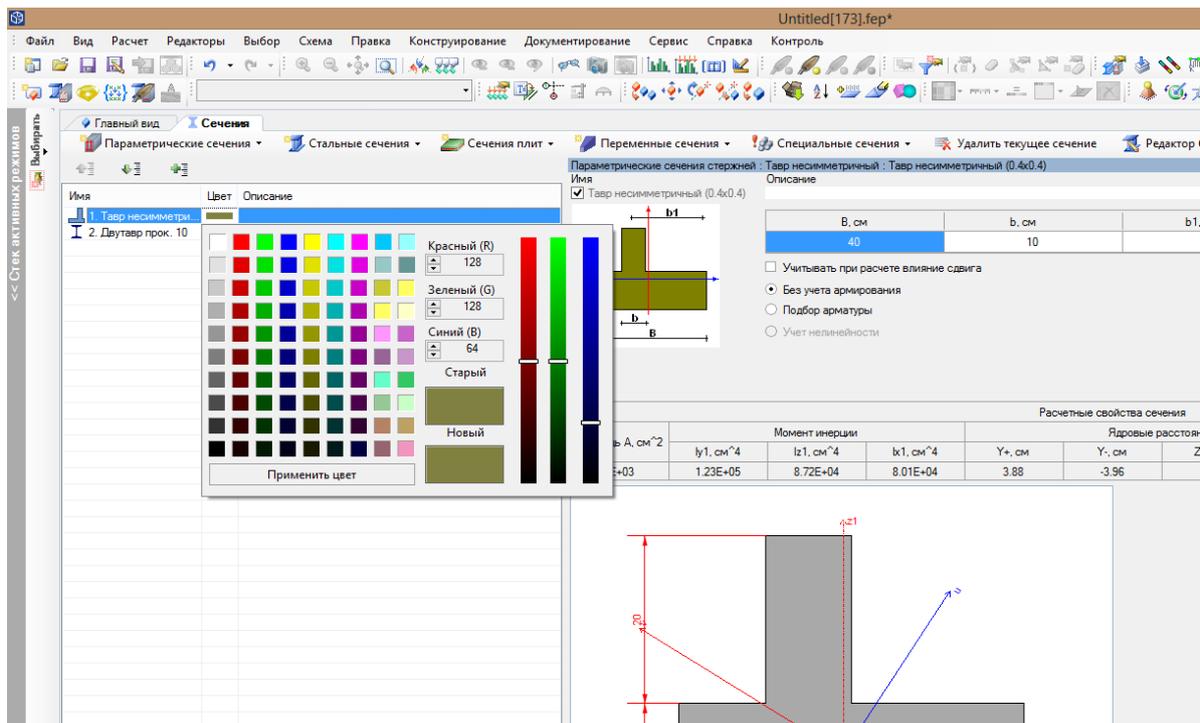


Рисунок 2.303 Редактирование таблицы жесткостей элементов

В окне **Параметров сечения** приведены таблицы с геометрическими и расчетными характеристиками сечения (заполняются программно и не подлежат коррекции). После выбора пользователем требуемого профиля и его ориентации в расчетной схеме выводится схематический эскиз сечения с указанием заданных размеров и расчетных характеристик сечения (рисунок 2.302).

**Редактор сечений/жесткостей** содержит следующие горизонтальные закладки для выбора/редактирования сечений:

- **Параметрические сечения** (кнопка  **Параметрические сечения**) в редакторе сечений/жесткостей). В списке **Параметрические сечения** приведены стандартные типы параметрических сечений (рисунок 2.304). Переход непосредственно к необходимому типу параметрического сечения осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка;

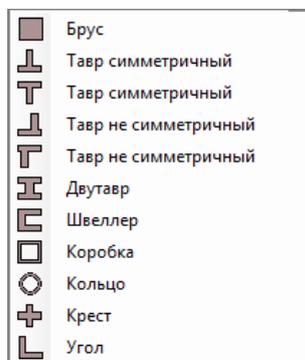


Рисунок 2.304 Список параметрических сечений

• **Стальные сечения** (кнопка  **Стальные сечения** ▼ в редакторе сечений/жесткостей). Переход непосредственно к необходимому типу стального сечения осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка (рисунок 2.302).

В списке **Стальные сечения** приведены стандартные типы одиночных прокатных сечений различных сортаментов, а также в выпадающем списке **Шаблоны составных сечений** представлены сварные сечения из листовой стали и сплошные составные сечения из двух и четырех прокатных профилей (рисунок 2.305);

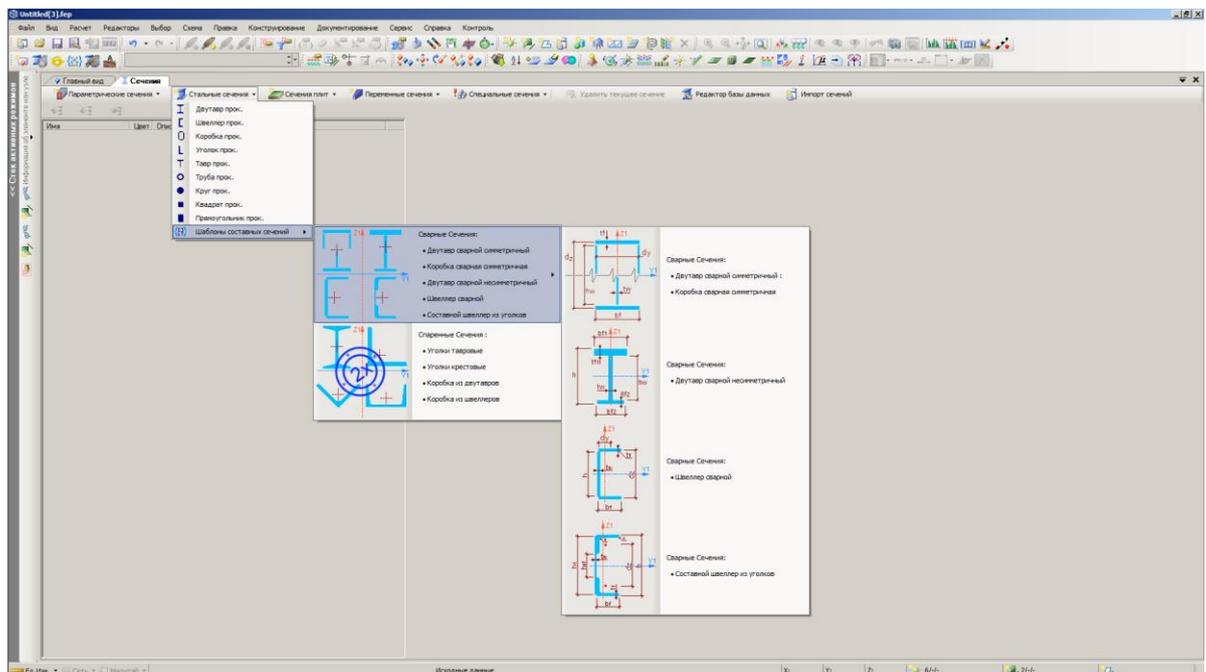


Рисунок 2.305 Список стандартных стальных сечений

• **Сечения плит** (кнопка  **Сечения плит** ▼ в редакторе сечений/жесткостей). Сечения плит представлены стандартным типом сечения: **Пластина** (рисунок 2.306). Переход непосредственно к типу сечения **Пластина** осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка;

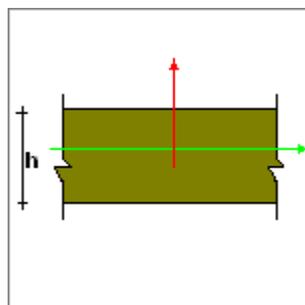
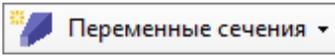


Рисунок 2.306 Схема профиля: **Пластина**

• **Переменные сечения** (кнопка  в редакторе сечений/жесткостей). В списке **Переменные сечения** приведены стандартные типы переменных сечений (рисунок 2.307). Переход непосредственно к необходимому типу переменного сечения осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка;

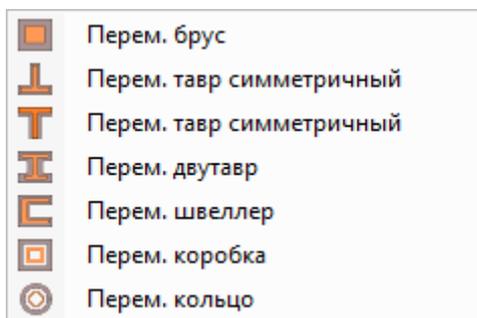
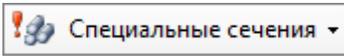


Рисунок 2.307 Список переменных сечений

• **Специальные сечения** (кнопка  в редакторе сечений/жесткостей). В списке **Специальные сечения** приведены стандартные типы специальных сечений (рисунок 2.308). Переход непосредственно к необходимому типу специального сечения осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка.

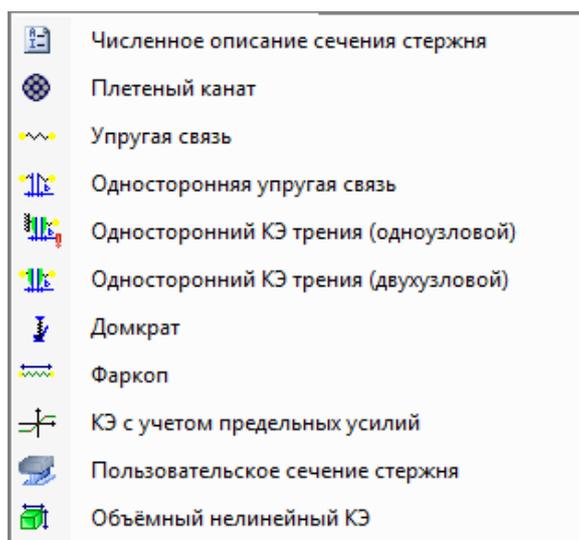
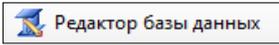


Рисунок 2.308 Список специальных сечений

Для вызова редактора базы данных стального проката (рисунок 2.309) воспользуйтесь горизонтальной кнопкой **Редактор базы данных** (кнопка  в редакторе сечений/жесткостей).

Имя	h, см	bf, см	tw, см	tf, см	R, см	g, см	k	A, см <sup>2</sup>	m, кН/м	Iy, ^4
10	10	5.5	0.45	0.72	0.7	0.25	0.12	12	0.0928	198
12	12	6.4	0.48	0.73	0.75	0.3	0.12	14.7	0.1128	358
14	14	7.3	0.49	0.75	0.8	0.3	0.12	17.4	0.1344	572
16	16	8.1	0.5	0.78	0.85	0.35	0.12	20.2	0.1559	872
18	18	9	0.51	0.81	0.9	0.35	0.12	23.4	0.1804	125
18a	18	10	0.51	0.83	0.9	0.35	0.12	25.4	0.1952	142
20	20	10	0.52	0.84	0.95	0.4	0.12	26.8	0.2059	184
20a	20	11	0.52	0.86	0.95	0.4	0.12	28.9	0.2226	202
22	22	11	0.54	0.87	1	0.4	0.12	30.6	0.2354	258
22a	22	12	0.54	0.89	1	0.4	0.12	32.8	0.253	275
24	24	11.5	0.56	0.95	1.05	0.4	0.12	34.8	0.2677	348
24a	24	12.5	0.56	0.98	1.05	0.4	0.12	37.5	0.2883	388
27	27	12.5	0.6	0.98	1.1	0.45	0.12	40.2	0.3089	501
27a	27	13.5	0.6	1.02	1.1	0.45	0.12	43.2	0.3324	558
30	30	13.5	0.65	1.02	1.2	0.5	0.12	46.5	0.3579	708
30a	30	14.5	0.65	1.07	1.2	0.5	0.12	49.9	0.3844	778
33	33	14	0.7	1.12	1.3	0.5	0.12	53.8	0.4138	984
36	36	14.5	0.75	1.23	1.4	0.6	0.12	61.9	0.4766	132
40	40	15.5	0.83	1.3	1.5	0.6	0.12	72.6	0.559	198
45	45	16	0.9	1.42	1.6	0.7	0.12	84.7	0.6521	278
50	50	17	1	1.52	1.7	0.7	0.12	100	0.7698	392
55	55	18	1.1	1.65	1.8	0.7	0.12	118	0.9081	558
60	60	19	1.2	1.78	2	0.8	0.12	138	1.0591	768

Рисунок 2.309 Редактор базы данных стального проката

Для импорта сечений из файла воспользуйтесь горизонтальной кнопкой **Импорт сечений** (кнопка  **Импорт сечений** в редакторе сечений/жесткостей). После нажатия на кнопку вызовется диалоговое окно, в котором необходимо указать путь к файлу проекта (\*.fer), из которого вы хотите импортировать сечения.

## 2.14 РЕДАКТОР МАТЕРИАЛОВ

**Редактор материалов** предназначен для выбора типов материала и присвоения его конечным элементам схемы.

Для доступа к редактору материалов с помощью меню (рисунок 2.310) **Редакторы** ⇨ **Редактор материалов** (кнопка  на панели инструментов) вызовите вкладку **Материалы** (рисунок 2.311).

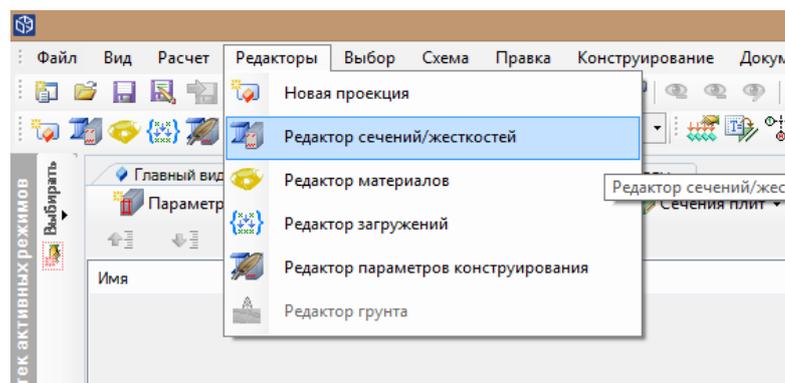


Рисунок 2.310 Меню Редакторы

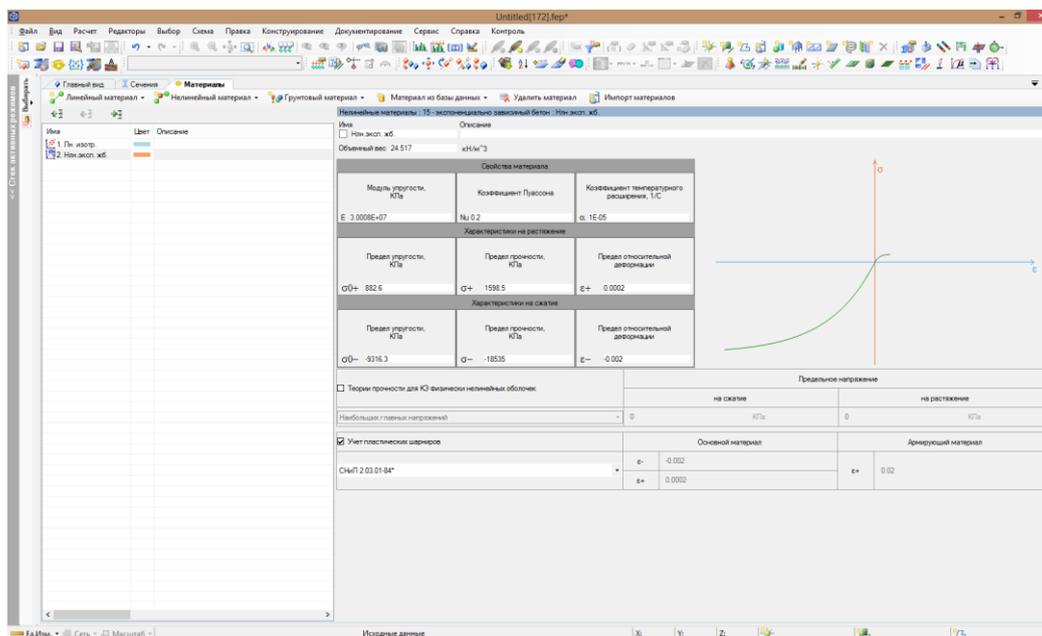


Рисунок 2.311 Редактор материалов

В левой части Редактора материалов расположена Таблица материалов элементов. При одноразовом щелчке мыши по выбранному типу материала (рисунок 2.314) в левой части Редактора материалов в Таблице материалов элементов появится новая запись, содержащая схематическое изображение, стандартное наименование, цвет и описание добавленного материала.

Заполнение таблицы происходит по следующему алгоритму:

1. **Имя** – выводится при выборе стандартного материала;
2. **Цвет** – выбирается щелчком мыши в поле ввода Цвет (рисунок 2.312);
3. **Описание** – заполняется в правой части Редактора материалов в окне Параметров материала.

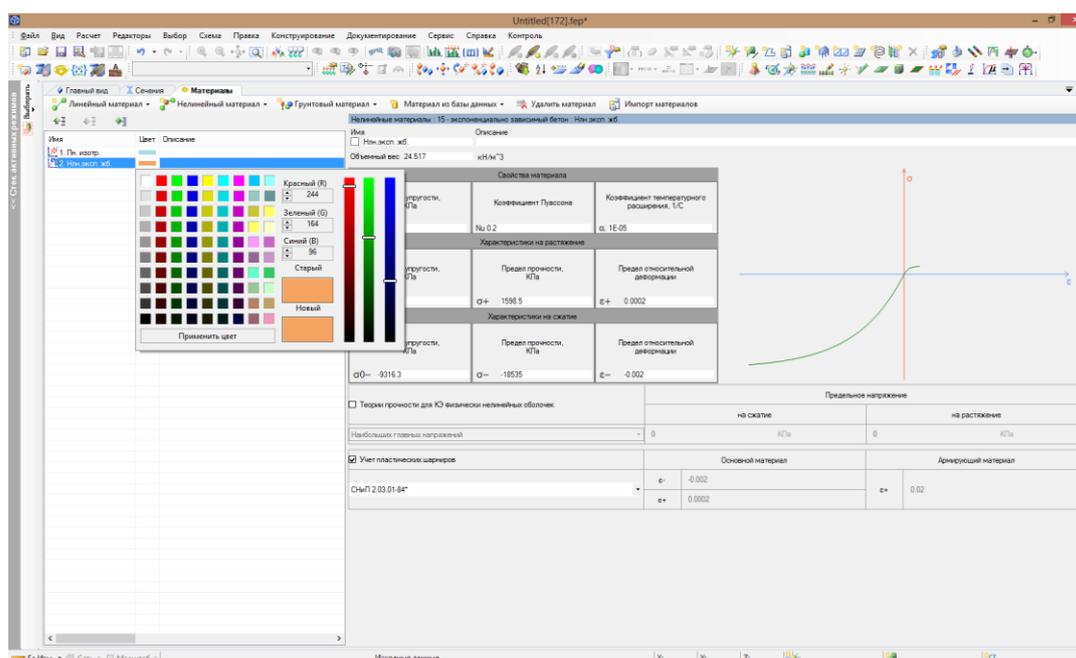


Рисунок 2.312 Редактирование таблицы материалов элементов

В верхней части **Таблицы материалов элементов** расположена **Панель навигации**:

- **Поднять** на уровень **выше** (кнопка  в редакторе материалов);
- **Опустить** на уровень **ниже** (кнопка  в редакторе материалов);
- **Копировать** текущее сечение (кнопка  в редакторе материалов).

Для удаления созданных ранее материалов используйте горизонтальную кнопку **Удалить материал** (кнопка  в редакторе материалов).

В правой части **Редактора материалов** расположено окно **Параметров материала**, в котором в соответствующих полях ввода можно задавать и корректировать свойства материала, его характеристики на растяжение и сжатие, скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

**Редактор материалов** содержит следующие горизонтальные закладки для выбора/редактирования параметров материала:

- **Линейный материал** (кнопка  в редакторе материалов). В списке **Линейный материал** приведены стандартные типы линейных материалов (рисунок 2.313). Переход непосредственно к необходимому типу материала осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка;

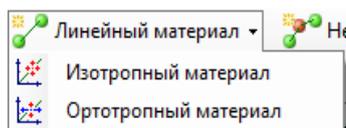


Рисунок 2.313 Список линейных материалов

- **Нелинейный материал** (кнопка  в редакторе материалов). В списке **Нелинейный материал** приведены стандартные типы нелинейных материалов (рисунок 2.314). Переход непосредственно к необходимому типу материала осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка;

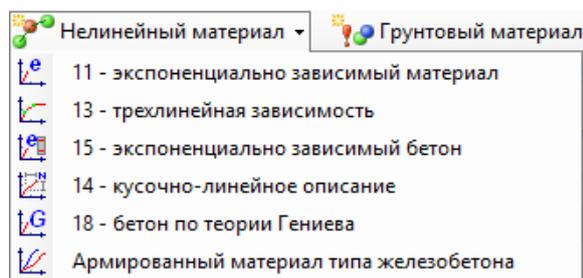
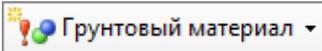


Рисунок 2.314 Список нелинейных материалов

- **Грунтовый материал** (кнопка  в редакторе материалов). Грунтовый материал представлен стандартными типами материалов: **Нелинейный грунт** (плоская деформация) и **Нелинейный грунт** (объемная задача). Переход непосредственно к необходимому типу грунтового материала осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка (рисунок 2.315);

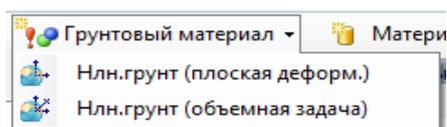


Рисунок 2.315 Список грунтовых материалов

• **Материал из базы данных** (кнопка  **Материал из базы данных** в редакторе материалов). В списке **Материал из базы данных** находятся такие типы материалов, как бетон, арматура и стальной прокат из базы данных, в выпадающем подменю приведен список доступных норм (рисунок 2.316).

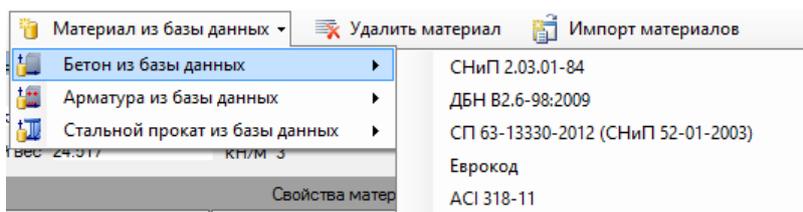


Рисунок 2.316 Список материалов из базы данных

Для импорта материалов из файла воспользуйтесь горизонтальной кнопкой **Импорт материалов** (кнопка  **Импорт материалов** в редакторе материалов). После нажатия на кнопку вызовется диалоговое окно, в котором необходимо указать путь к файлу проекта (\*.fer), из которого вы хотите импортировать материалы.

## 2.15 РЕДАКТОР ЗАГРУЖЕНИЙ

Редактор загружений предназначен для выбора типов загружений и присвоения их расчетной схеме.

Для перехода в редактор необходимо воспользоваться меню **Редакторы** ⇌ **Редактор загружений** или кнопкой на панели инструментов .

Редактор загружений содержит горизонтальные закладки для выбора/редактирования загружений:

- **Добавить загружение** (кнопка  **Добавить загружение**);
- **Добавить сочетание** (кнопка  **Добавить сочетание**);
- **Удалить загружение** (кнопка  **Удалить**);
- **Нормы проектирования** (кнопка  **РСУ/РСН ( Не использовать )**).

А также панель навигации:

- поднять на уровень выше;
- опустить на уровень ниже;
- копировать текущее сечение.

• При выборе вкладки **Добавить загрузение** становится доступным список возможных загрузений в зависимости от ранее заданного типа создаваемой задачи.

### Типы задач

*Линейная статическая задача, включая динамику с разложением по собственным формам колебаний*

Доступны типы загрузений:

- статическое загрузение;
- сопутствующее статическое загрузение;
- средняя составляющая ветрового воздействия (автоматически создается при создании пульсационной составляющей ветрового воздействия);
  - модальный анализ;
  - пульсационная составляющая ветрового воздействия;
  - импульсное воздействие;
  - ударное воздействие;
  - гармоническое воздействие;
  - сейсмическое воздействие.

*Нелинейная статическая задача*

Необходимо установить флажок в пункте **В задаче будут присутствовать нелинейные элементы**.

Доступны типы загрузений:

- история нелинейного загрузения;
- стадия нелинейного загрузения.

*Линейная монтажная задача (МОНТАЖ+)*

Необходимо установить флажок в пункте **В задаче будет использоваться система «МОНТАЖ»**.

Доступны типы загрузений:

- история возведения сооружения;
- стадия возведения сооружения;
- дополнительное статическое загрузение на стадии возведения;
- статическое загрузение на смонтированное сооружение;
- сопутствующее статическое загрузение на смонтированное сооружение;
- пульсационная составляющая ветрового воздействия на смонтированное сооружение;
- импульсное воздействие на смонтированное сооружение;
- ударное воздействие на смонтированное сооружение;
- гармоническое воздействие на смонтированное сооружение;

- сейсмическое воздействие на смонтированное сооружение.

*Нелинейная монтажная задача*

Необходимо установить флажок в пунктах **В** задаче будут присутствовать нелинейные элементы, **В** задаче будет использоваться система «МОНТАЖ».

Доступны типы загрузений:

- история возведения сооружения;
- стадия возведения сооружения;

*Линейная задача с динамикой во времени*

Необходимо установить флажок в пункте **В** задаче будет использоваться система «ДИНАМИКА +».

Доступны типы загрузений:

- статическое загрузение;
- сопутствующее статическое загрузение;
- динамика во времени;
- динамическая нагрузка (узловые силы);
- демпфирование;
- динамическая нагрузка (правая часть).

*Нелинейная задача с динамикой во времени*

Необходимо установить флажок в пунктах **В** задаче будут присутствовать нелинейные элементы, **В** задаче будет использоваться система «ДИНАМИКА +».

Доступны типы загрузений:

- нелинейное статическое загрузение;
- нелинейное сопутствующее статическое загрузение;
- динамика во времени;
- динамическая нагрузка (узловые силы);
- демпфирование;
- динамическая нагрузка (правая часть).

*Линейная монтажная задача с динамикой во времени на последней стадии монтажа*

Необходимо установить флажок в пунктах **В** задаче будет использоваться система «МОНТАЖ», **В** задаче будет использоваться система «ДИНАМИКА +».

Доступны типы загрузений:

- история возведения сооружения;
- стадия возведения сооружения;

- динамика во времени;
- динамическая нагрузка (узловые силы);
- демпфирование;
- динамическая нагрузка (правая часть).

*Нелинейная монтажная задача с динамикой во времени на последней стадии монтажа*

Необходимо установить флажок в пунктах **В задаче будут присутствовать нелинейные элементы**, **В задаче будет использоваться система «МОНТАЖ»**, **В задаче будет использоваться система «ДИНАМИКА +»**.

Доступны типы загружений:

- история возведения сооружения;
- стадия возведения сооружения;
- динамика во времени;
- динамическая нагрузка (узловые силы);
- демпфирование;
- динамическая нагрузка (правая часть).

*Линейная задача с подвижными нагрузками*

Необходимо установить флажок в пункте **В задаче будет использоваться система «МОСТ»**.

Доступны типы загружений:

- подвижные нагрузки;
- нагрузка от пешеходов;
- нагрузка от автотранспортных средств АК;
- нагрузка от трамвайных поездов;
- нагрузка от подвижного состава метрополитена;
- нагрузка от негабаритных колесных средств НК;
- статика для подвижных нагрузок.

*Нелинейная статическая задача по определению спектра несущей способности*

Необходимо установить флажок в пунктах **В задаче будут присутствовать нелинейные элементы**, **В задаче будет использоваться система «PUSHOVER»**.

Доступны типы загружений:

- история нелинейного нагружения;
- стадия нелинейного нагружения;
- спектр несущей способности;
- статика для задач определения спектра несущей способности;

- сеймика с разложением по собственным формам колебаний для задач определения спектра несущей способности.

В закладке **Добавить сочетание** щелчком мыши необходимо выбрать **Пользовательское сочетание**.

В **Библиотеке сочетания** появится добавленное **Пользовательское сочетание**.

Далее задается оценка начальной потери устойчивости:

- количество форм потери устойчивости;
- анализ устойчивости.

В таблице ниже отображается перечень загружений с соответствующими коэффициентами.

Закладка **PCY/PCN** служит для выбора норм проектирования:

- не использовать;
- СССР: СНиП 2.01.07-85\*;
- Украина: ДБН В.12-2:2006;
- Российская Федерация: СП 20.13330.2011.

В левой части панели **Загружения** расположена **Библиотека загружений**.

При определении PCY учитываются логические связи между загружениями, которые отражают физический смысл загружений и требования, регламентируемые различными нормативными документами. Выделяются типы загружений:

- взаимоисключающие (ветер слева и ветер справа, сейсмические воздействия вдоль разных осей координат и т.п.);
- объединяемые загружения;
- сопутствующие (тормозные при наличии крановых нагрузок и т.п.);
- знакопеременность (флажок означает, что в PCY следует учесть вероятность изменения знака основного усилия сочетания).

Данные в таблицах **Библиотеки загружений** задаются автоматически программой, при необходимости возможно внести изменения самостоятельно.

## 2.16 РЕДАКТОР ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ

**Редактор параметров конструирования** предназначен для задания необходимых параметров конструирования сечения.

Для доступа к редактору параметров конструирования с помощью меню (рисунок 2.317)

**Редакторы** ⇒ **Редактор параметров конструирования** (кнопка  на панели инструментов), вызовите вкладку **Конструирование** (рисунок 2.318).

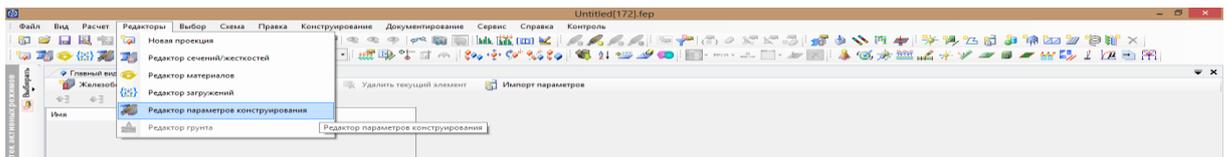


Рисунок 2.317 Меню Редакторы

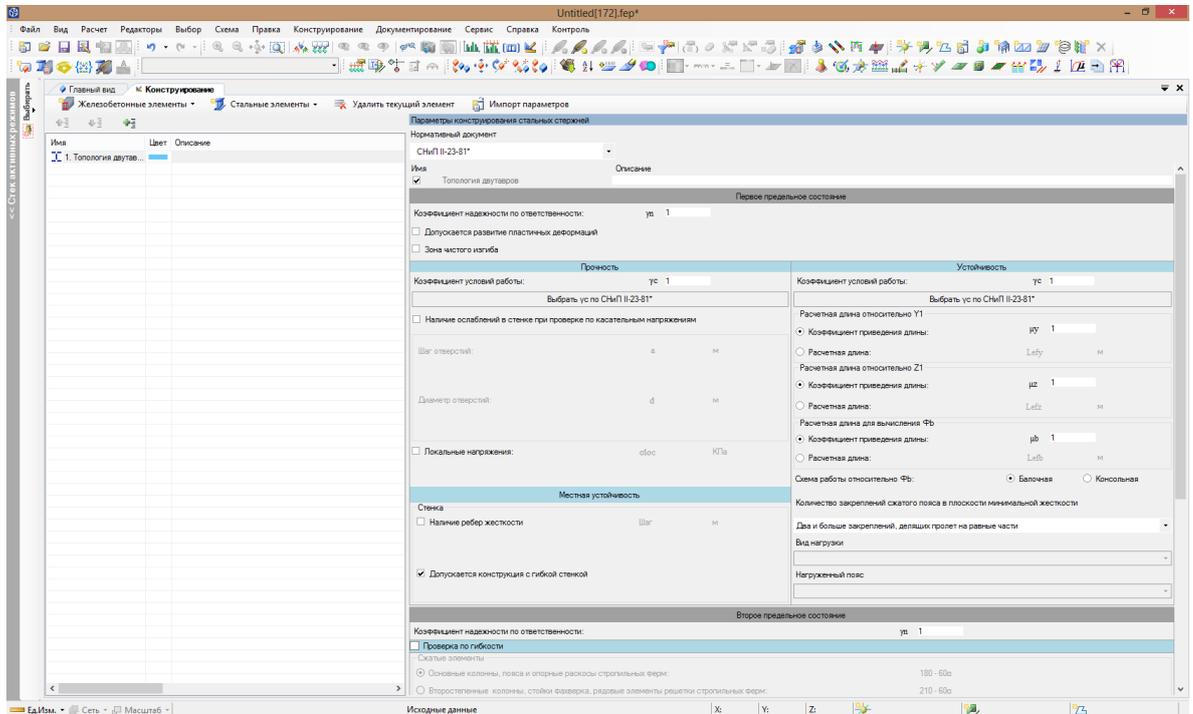


Рисунок 2.318 Редактор параметров конструирования

В левой части **Редактора параметров конструирования** расположена таблица с перечнем созданных типов свойств параметров конструирующего расчета. При одноразовом щелчке мыши по выбранному элементу списка (рисунок 2.318) в левой части **Редактора параметров конструирования** в таблице с перечнем созданных типов свойств параметров конструирующего расчета появится новая запись, содержащая схематическое изображение, стандартное наименование, цвет и описание добавленного элемента.

Заполнение таблицы происходит по следующему алгоритму:

1. **Имя** – выводится при выборе топологии или типа железобетонного элемента;
2. **Цвет** – выбирается щелчком мыши в поле ввода **Цвет** (рисунок 2.319);
3. **Описание** – заполняется в правой части **Редактора параметров конструирования** в окне **Параметров конструирования**.

В верхней части таблицы с перечнем параметров конструирования расположена **Панель навигации**:

- **Поднять на уровень выше** (кнопка  в редакторе параметров конструирования);
- **Опустить на уровень ниже** (кнопка  в редакторе параметров конструирования);
- **Копировать** текущий элемент (кнопка  в редакторе параметров конструирования).

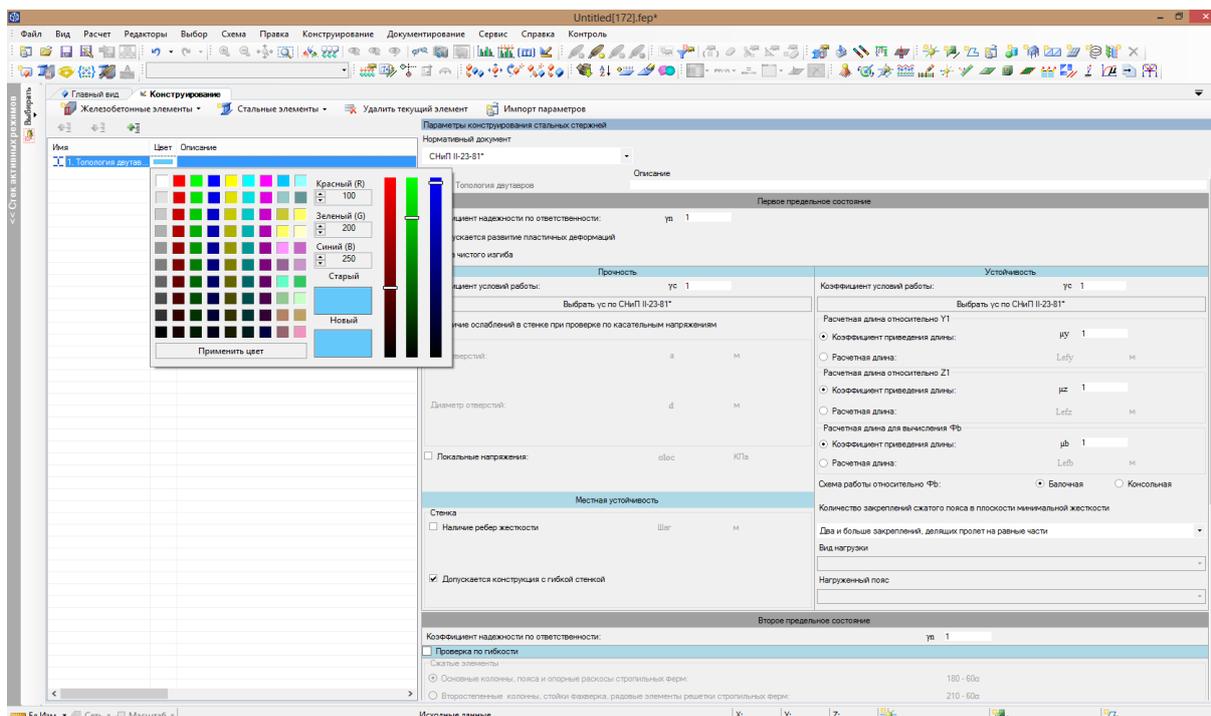


Рисунок 2.319 Таблица с перечнем параметров конструирующего расчета

Для удаления созданных ранее элементов используйте горизонтальную кнопку **Удалить текущий элемент** (кнопка  **Удалить текущий элемент**) в редакторе параметров конструирования).

В правой части **Редактора параметров конструирования** расположено окно **Параметров конструирования**, в котором в соответствующих полях ввода можно задавать и корректировать параметры конструирования стальных стержней различных топологий, а также параметры конструирования железобетонных пластин и стержней, скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

**Редактор параметров конструирования** содержит следующие горизонтальные закладки для выбора/редактирования параметров конструирования сечений:

- **Железобетонные элементы** (кнопка  **Железобетонные элементы**) в редакторе параметров конструирования). В списке **Железобетонные элементы** приведены стандартные типы железобетонных сечений: железобетонный стержень и пластина (рисунок 2.320). Переход непосредственно к необходимому типу сечения осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка;

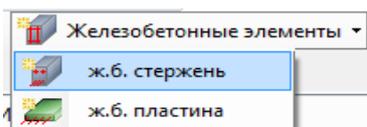


Рисунок 2.320 Список железобетонных элементов

- **Стальные элементы** (кнопка  **Стальные элементы**) в редакторе параметров конструирования). Переход непосредственно к необходимому типу стального элемента осуществляется одним щелчком мыши по выбранному элементу списка (рисунок 2.321).

- В списке **Стальные элементы** приведены топологии: двутавров, швеллеров, уголков, коробок, несимметричных двутавров/тавров, труб, канатов и полосы (рисунок 2.321);

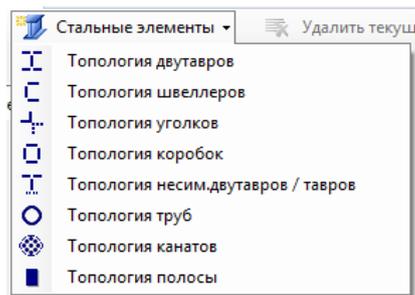


Рисунок 2.321 Список стальных элементов

- **Доп. коэф. При сейсмике** (кнопка **Доп. коэф. при сейсмике** в редакторе параметров конструирования). После нажатия на кнопку выведется диалоговое окно (рисунок 2.322), в котором пользователю будет предоставлена возможность отредактировать коэффициент условий работы  $m_{tr}$ , учитывающий увеличение механических свойств стали при кратковременном характере сейсмического воздействия.

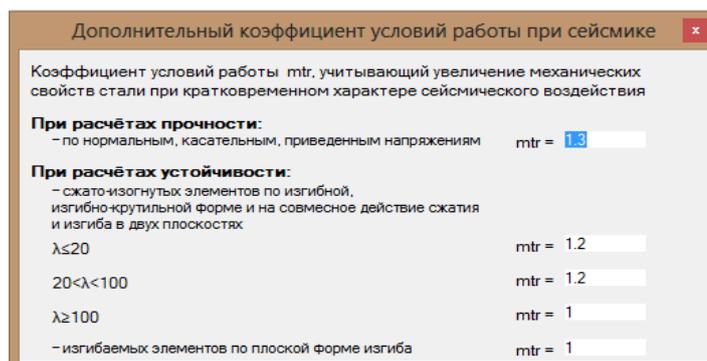


Рисунок 2.322 Дополнительный коэффициент условий работы при сейсмике

Для импорта параметров конструирования из файла воспользуйтесь горизонтальной кнопкой **Импорт параметров** (кнопка **Импорт параметров** в редакторе параметров конструирования). После нажатия на кнопку вызовется диалоговое окно, в котором необходимо указать путь к файлу проекта (\*.fer), из которого вы хотите импортировать параметры конструирования.