

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

О.А. Фролова

# **РАСЧЕТ РАМЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ЛИРА**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение

Оренбург  
2019

УДК 669.15  
ББК 34.5  
Ф 22

Рецензент – доцент, доктор технических наук Ю.А. Чирков

**Фролова, О.А.**

Ф 22 Расчет рамы в программном комплексе ЛИРА: методические указания /  
О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 44 с.

В методических указаниях приведен алгоритм расчета стальной рамы в программном комплексе ЛИРА 10.6. Приведены контрольные вопросы для самопроверки.

Методические указания предназначены для выполнения заданий на лабораторных работах, практических занятиях и для организации самостоятельной работы обучающихся по образовательной программе высшего образования направления подготовки 15.04.01 Машиностроение по дисциплинам «Компьютерное моделирование и расчет конструкций» и «Компьютерное моделирование сложных технических систем».

**Методические указания подготовлены в рамках реализации проектов по совершенствованию содержания и технологий целевого обучения студентов в интересах организаций оборонно-промышленного комплекса («Новые кадры ОПК–2017»).**

УДК 669.15  
ББК 34.5

© Фролова О.А., 2019  
© ОГУ, 2019

# Содержание

Введение .....	5
1 Расчет рамы .....	6
1.1 Создание задачи .....	6
1.2 Создание геометрии расчетной схемы .....	7
1.2.1 Построение рамы .....	7
1.2.2 Корректировка схемы .....	8
1.2.3 Назначение шарнира .....	11
1.2.4 Нумерация узлов и элементов .....	12
1.2.5 Упаковка схемы .....	13
1.2.6 Смена типа конечного элемента .....	13
1.2.7 Задание расчетных сечений элементов ригелей .....	15
1.3 Задание граничных условий .....	17
1.4 Задание сечений .....	18
1.5 Задание материала .....	19
1.6 Задание параметров конструирования .....	20
1.7 Назначение сечений, материалов и параметров конструирования элементам расчетной схемы .....	21
1.8 Формирование загружений и сочетания нагрузок .....	22
1.9 Назначение нагрузок .....	24
1.10 Статический расчет .....	25
1.11 Просмотр и анализ результатов расчета .....	26
1.11.1 Деформированная схема .....	26
1.11.2 Эпюры внутренних усилий .....	26
1.11.3 Сочетания усилий .....	29
1.11.4 Перемещения .....	30
1.11.5 Расчет главных напряжений и деформаций .....	32
1.11.6 Проверка и подбор стальных сечений .....	34
1.11.7 Расчет на устойчивость .....	38
1.12 Формирование и просмотр таблиц результатов расчета .....	39
1.13 Формирование отчета .....	41

1.14 Вопросы для самопроверки .....	42
Список использованных источников .....	44

## Введение

Целью выполнения расчета рамы является:

- построение геометрической расчетной схемы;
- задание нумерации узлов и элементов;
- задание связей в опорах;
- задание жесткостных параметров стальных сечений;
- задание материала сечений;
- задание статических нагрузок;
- задание и назначение параметров конструирования;
- геометрическое и табличное представление результатов расчета: внутренние усилия в стержнях; перемещения узлов; процент использования металлокаркаса; проверка и подбор сечений; расчет на устойчивость; расчет главных напряжений и деформаций;
- формирование отчета.

Результаты освоения дисциплин направлены на формирование компетенций:

- ОК-5 – способность изучать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа;
- способность участвовать в разработке компьютерных моделей в системах автоматизированного проектирования высшего уровня.

# 1 Расчет рамы

## 1.1 Создание задачи

Для того чтобы начать работу с программным комплексом ЛИРА 10.6, выполните команду Windows «Пуск → Все программы → Lira Soft → Lira 10.6 → Lira 10.6x86 (Lira 10.6x64)».

После запуска программы открывается редактор начальной загрузки. Далее необходимо выполнить следующие действия и рекомендации:

1 Для создания новой задачи в раскрывающемся окне нажать «Создать новый проект».

2 В блоке редактора начальной загрузки «Параметры проекта» задать (рисунок 1.1):

– в поле «Имя» вписать – **Расчет рамы;**

– в поле «Тип создаваемой задачи» задать радио-кнопкой «(2) Плоская рама (X, Z, UY)».

3 Щелкнуть по кнопке «Создать».

4 Путь к папке, в которую будет сохранена задача (по умолчанию папка FEMProject), выбирается из «Сервис → Настройки среды → Расположение → Каталоги → Рабочий».

5 Настроить единицы измерения величин (система пользовательская; геометрия модели – м; геометрия сечения – см; нагрузки – т; перемещения – мм) и координационную сеть (сеть построения – квадратная: шаг – 1; кол-во – 10; угол – 0; плоскость – XOZ).



Рисунок 1.1 – Редактор начальной загрузки

## 1.2 Создание геометрии расчетной схемы

### 1.2.1 Построение рамы

Для построения рамы необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Схема → Добавить пространственную раму» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима «Добавить раму» в поле «Параметры шаблона» задать параметры по осям (рисунок 1.2):

– «Параметры по оси X»;

– «Параметры по оси Z».

3 Щелкнуть по кнопке «Использовать фрагмент».

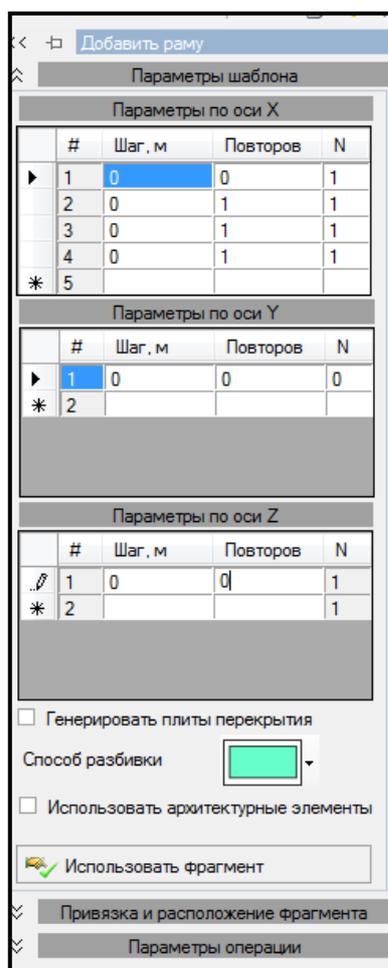


Рисунок 1.2 – Панель активного режима «Добавить раму»

3 Остальные параметры принимаются по умолчанию.

4 Щелкнуть по кнопке «**Использовать фрагмент**».

5 На интерактивной панели визуализации расчетной модели в окне активного редактора «**Главный вид**» курсор мышки подвести к точке пересечения линий на сети построений (это точка (0;0;0) глобальной системы координат (ГСК)), к которой будет осуществлена привязка первого узла фрагмента балки, и подтвердить щелчком левой кнопки мышки точку вставки фрагмента схемы.

6 Масштабировать схему можно, выбрав в контекстном меню «**Вид → Вписать в окно**» (кнопка  на панели инструментов), или путем вращения колесика мышки.

### 1.2.2 Корректировка схемы

Для **удаления элементов** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Выбор → Выбрать объекты**» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

В панели активного режима «**Параметры выбора объектов**» в блоке «**Рамка выбора**» есть возможность выделять элементы с помощью полигона (кнопка  на панели активного режима) или с помощью одиночной отметки (кнопка  на панели активного режима).

2 В блоке «**Выбирать**» можно оставить только необходимые команды, а с остальных снять флажок (рисунок 1.3).

Рамка появляется при нажатии левой кнопки мышки и движении курсора. При движении рамки справа налево элементы выделяются полным попаданием либо касанием, а при движении рамки слева направо только полным попаданием (при отметке элементов они окрашиваются в красный цвет).

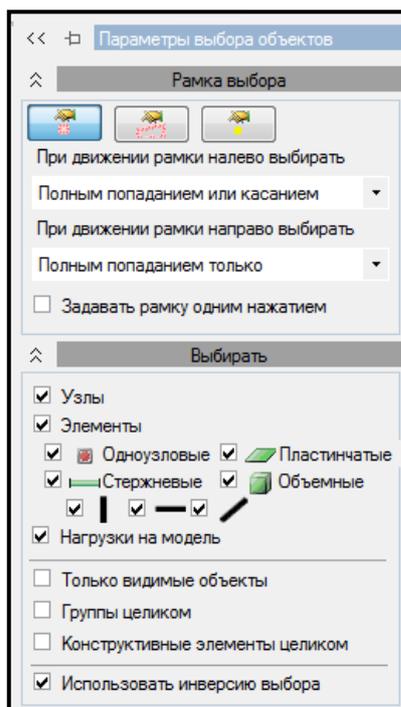


Рисунок 1.3 – Панель активного режима «Параметры выбора объектов»

3 Выделить узлы или элементы, которые нужно удалить.

4 В контекстном меню выбрать «**Правка → Удалить выделенное**» (кнопка



на панели инструментов). При удалении узлов автоматически удаляются прилегающие к ним элементы.

При **объединении конечных элементов** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Выбор → Выбрать объекты**» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

2 Выделить элементы, которые нужно объединить.

3 В контекстном меню выбрать «**Схема → Объединение КЭ**» (кнопка  на панели инструментов).

4 На панели активного режима «**Объединение КЭ**» в блоке «**Объединение стержней**» щелкнуть по кнопке «**Выполнить объединение**».

При перемещении или копировании элементов или узлов необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Правка → Переместить выделенное/Копировать выделенное»** (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима **«Перемещать выбранный фрагмент»** в блоке **«Использовать точки вставки»** в поле **«Тип вставки»** в выпадающем списке выбрать **«используя 1 точку»** (рисунок 1.4).

3 В контекстном меню выбрать **«Выбор → Выбрать объекты»** (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

4 Выделить узел или элемент.

5 Установить точку вставки 1 в необходимой координате, по которой будет осуществлено перемещение или копирование, кликнув по ней правой кнопкой мышки.

6 Кликнуть левой кнопкой мышки на координату, в которую нужно переместить объект.

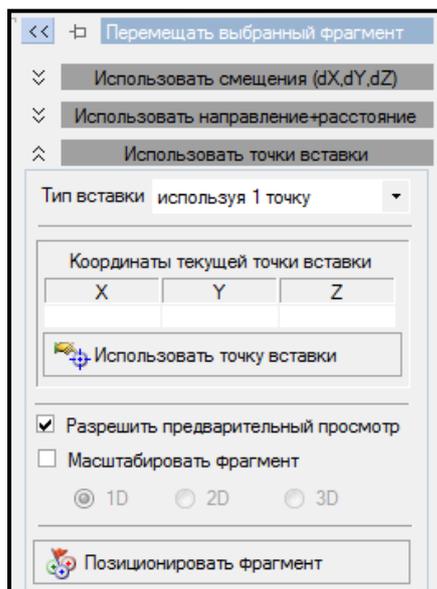


Рисунок 1.4 – Панель активного режима «Перемещать выбранный объект»

### 1.2.3 Назначение шарнира

Врезные шарниры соединяют элементы. Для шарниров указывают направления, по которым разрешены направления.

Для **назначения врезного шарнира** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Выбор** → **Выбрать объекты**» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

2 При движении рамки справа налево касанием выделить элементы, на которые устанавливаются шарниры.

3 В контекстном меню выбрать «**Назначение** → **Назначить шарниры**» (кнопка  на панели инструментов).

4 В панели активного режима «**Назначить шарниры**» установить флажок на направления, по которым разрешено перемещение.

5 В блоке «**Политика назначения**» задать радио-кнопкой «**Обрабатывать шарниры в местах**» (рисунок 1.5). Выбрать необходимое расположение шарнира.

Цвет наложенной связи на шарнире отвечает цвету оси: синий – ось Y.

6 Щелкнуть по кнопке «**Назначить**».

7 В окне активного редактора «**Главный вид**» отобразится на линии балки врезной шарнир.

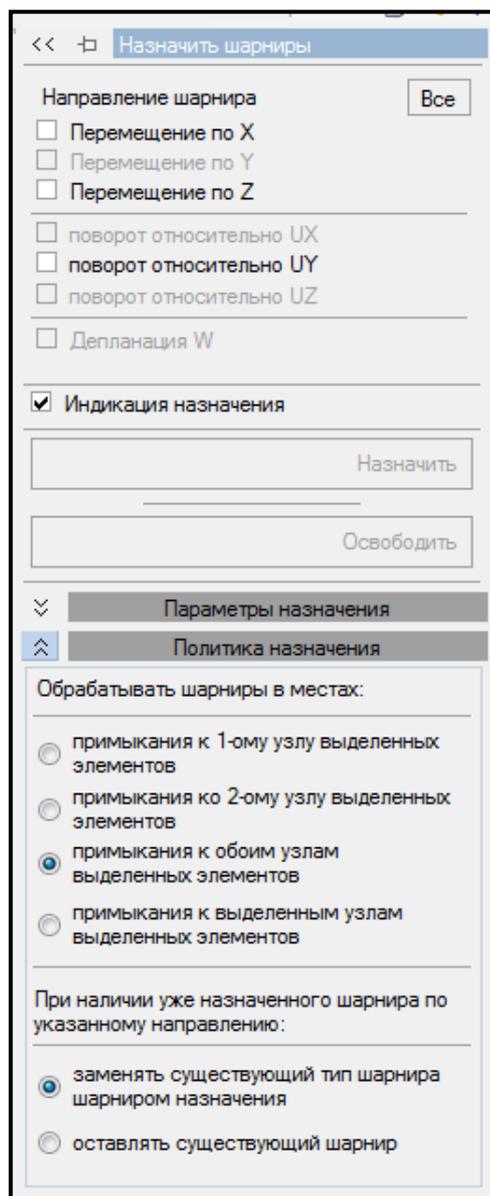


Рисунок 1.5 – Панель активного режима «Назначить шарниры»

#### 1.2.4 Нумерация узлов и элементов

Для **вывода на экран номеров узлов и элементов** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Вид → Изменить атрибуты представления схемы**» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима «**Атрибуты представления**» задать:

- в ветках «Узлы» и «Элементы: маркировка» установить флажок «Номер»;
- убрать флажок «Использовать выделенные фрагменты» и «Добавить префиксы к значениям».

префиксы к значениям».

3 Щелкнуть по кнопке «Назначить».

4 В окне активного редактора «Главный вид» отобразится нумерация узлов и элементов рамы.

### 1.2.5 Упаковка схемы

Для упаковки схемы необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Правка → Упаковать модель» (кнопка



на панели инструментов).

2 В панели активного режима «Упаковка модели» в блоке «Дополнительные операции» установить флажок «Удалить «Висячие» узлы».

3 Остальные параметры принимаются по умолчанию.

4 Щелкнуть по кнопке «Упаковать».

### 1.2.6 Смена типа конечного элемента

Для смены типов конечных элементов для элементов фермы необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Выбор → Выбрать объекты» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

2 В панели активного режима «Параметры выбора объектов» в блоке «Выбирать» снять флажок «Узлы».

3 При движении рамки слева направо выделить все элементы полным попаданием (элементы окрашиваются в красный цвет).

Также выделить все элементы можно с помощью горячих клавиш **Ctrl +A**.

4 В панели активного режима **«Параметры выбора объектов»** в блоке **«Выбирать»** установить флажок **«Узлы»**.

5 В контекстом меню выбрать **«Правка → Изменить тип КЭ»** (кнопка  на панели инструментов).

6 В панели активного режима **«Изменить типы КЭ»** задать радио-кнопкой **«Стержневые КЭ»**.

7 В блоке **«Тип элемента»** в списке **«Доступные Типы КЭ»** выбрать **«(4) КЭ Ферменного стержня»** (рисунок 1.6).

8 Остальные параметры оставить по умолчанию.

9 Щелкнуть по кнопке **«Изменить»**.

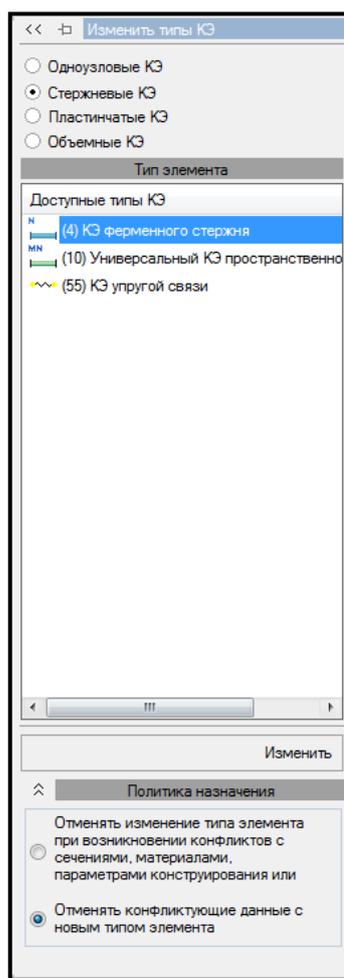


Рисунок 1.6 – Панель активного режима **«Изменить типы КЭ»**

## 1.2.7 Задание расчетных сечений элементов ригелей

Для задания **расчетных сечений элементов ригелей** необходимо выполнить последовательно действия, приведенные ниже.

1 В контекстном меню выбрать **«Выбор → Выбрать объекты»** (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

2 При движении рамки справа налево касанием выделить элементы нижнего пояса.

3 В контекстном меню выбрать **«Назначение → Назначить стержням число расчетных сечений»** (кнопка  на панели инструментов).

4 В панели активного режима **«Число расчетных сечений стержней»** в поле **«Назначаемое количество расчетных сечений»** задать **N=5** (рисунок 1.7).

5 Остальные параметры принимаются по умолчанию.

6 Щелкнуть по кнопке **«Назначить»**.

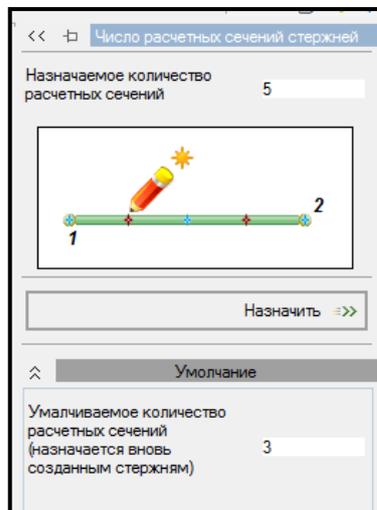


Рисунок 1.7 – Панель активного режима «Число расчетных сечений стержней»

## 1.2.8 Назначение раскреплений в узлах изгибаемых моментов

Для назначения раскреплений в узлах необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Выбор** → **Выбрать объекты**» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl** + **Shift**.

2 При движении рамки справа налево касанием выделить элементы ригеля.

3 В контекстном меню выбрать «**Конструирование** → **Установить раскрепление для прогибов**» (кнопка  на панели инструментов).

4 В панели активного режима «**Установить раскрепление для расчета прогибов**» установить флажки:

– Узел № 1 – **Y1, Z1**;

– Узел № 2 – **Y1, Z1**.

5 В блоке «**Политика установки**» задать радио-кнопкой команду «**В каждом узле каждого выделенного конструктивного или конечного элемента**» (рисунок 1.8).

6 Щелкнуть по кнопке «**Установить**».

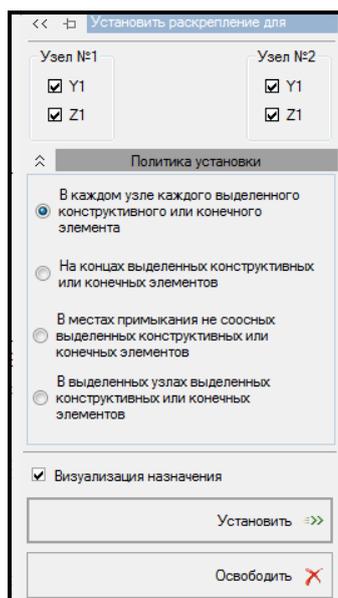


Рисунок 1.8 – Панель активного режима «Установить раскрепление для расчета прогибов»

### 1.3 Задание граничных условий

Для опор указывают направления, по которым запрещены перемещения.

Для задания граничных условий необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Выбор** → **Выбрать объекты**» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

2 При движении рамки слева направо полным попаданием выделить узел, в котором находится опора.

3 В контекстном меню выбрать «**Назначение** → **Назначить связи**» (кнопка  на панели инструментов).

4 В панели активного режима «**Назначить связи**» установить флажок на направления, по которым запрещены перемещения узла (рисунок 1.9).

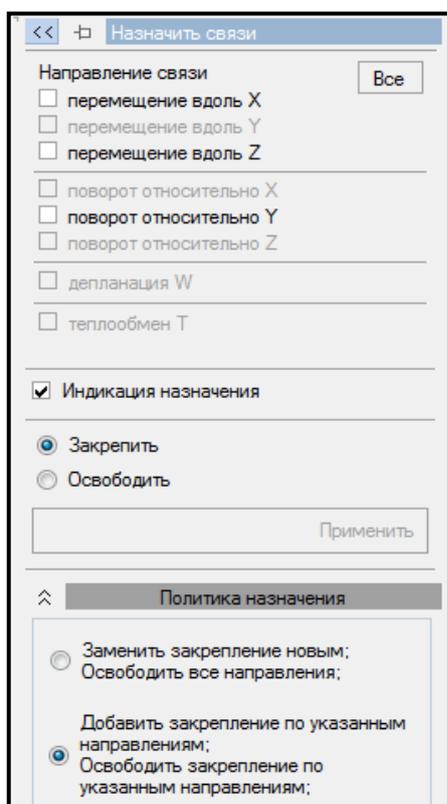


Рисунок 1.9 – Панель активного режима «Назначить связи»

5 Указать радио-кнопкой «Закрепить».

6 Щелкнуть по кнопке «Применить».

7 Остальные параметры принимаются по умолчанию.

8 В окне активного редактора «Главный вид» на схеме отобразятся связи.

## 1.4 Задание сечений

Для задания сечений необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Редактор → Редактор сечений/жесткостей» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного редактора «Редактор сечений/жесткостей» из категории сечений «Стальные сечения» выбрать типы сечений для элементов рамы (рисунок 1.10).

3 Задать параметры сечений.

4 Для выхода из активного редактора «Редактора сечений/жесткостей» щелкнуть мышкой по вкладке «Главный вид».

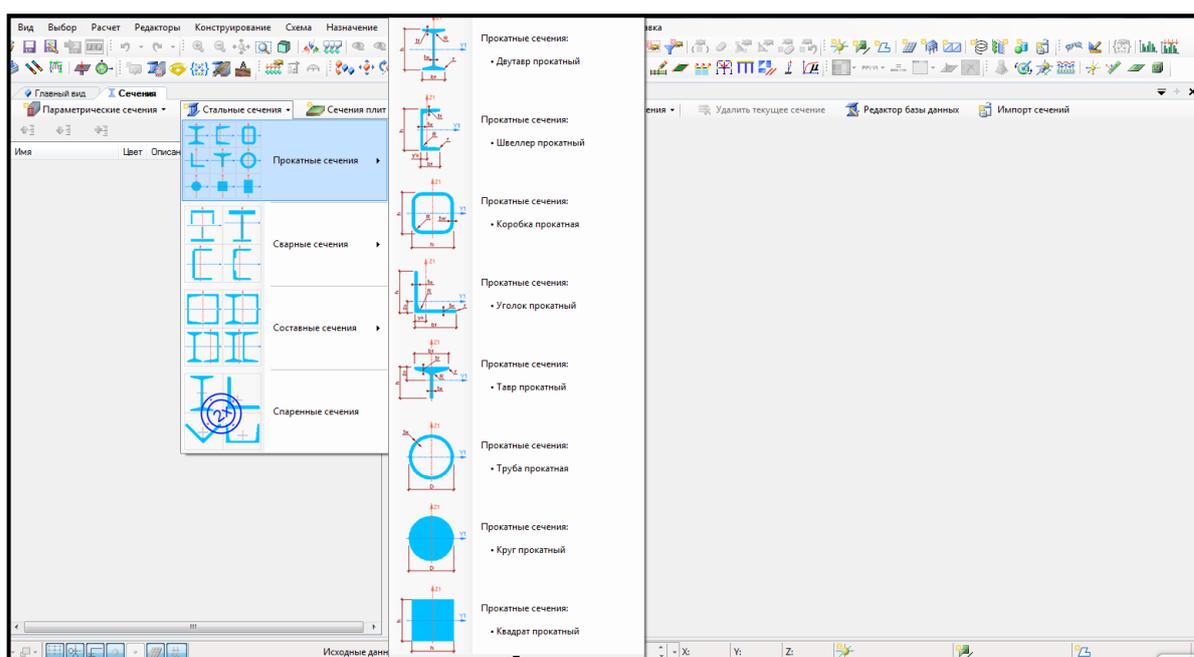


Рисунок 1.10 – Панель активного редактора «Редактор сечений/жесткостей»

## 1.5 Задание материала

Для задания **материала** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Редактор** → **Редактор материалов**» (кнопка



на панели инструментов).

2 В панели активного редактора «**Редактор материалов**» из категории материалов «**Материал из базы данных**» в выпадающем списке выбрать «**Стальной прокат из базы данных** → **СП 16.13330.2011**».

3 Задать параметры материала элементам рамы (рисунок 1.11):

– в поле «**Имя таблицы**» из выпадающего списка выбрать «**27772-88**»;

– в поле «**Марка стали**» из выпадающего списка выбрать необходимую марку стали для элементов рамы.

4 Для выхода из активного редактора «**Редактор материалов**» щелкнуть мышкой по вкладке «**Главный вид**».

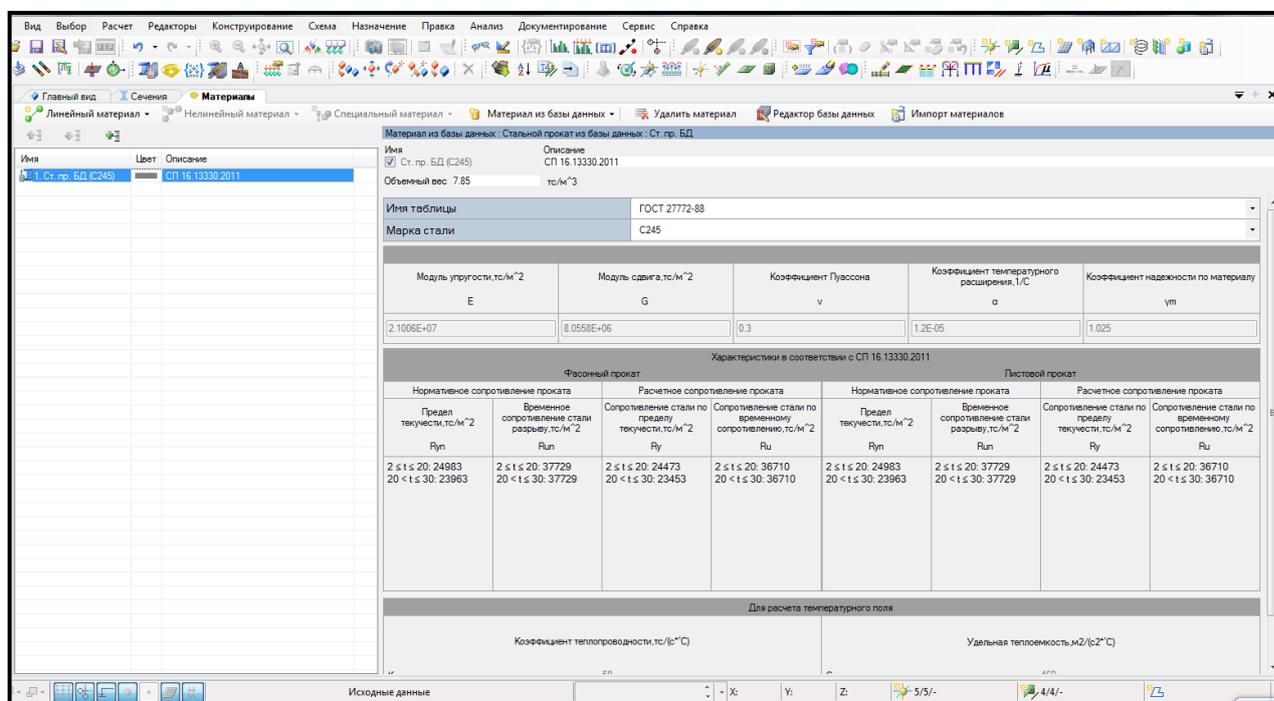


Рисунок 1.11 – Панель активного редактора «Редактор материалов»

## 1.6 Задание параметров конструирования

Для задания параметров конструирования необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Редактор → Редактор параметров конструирования» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного редактора «Редактор параметров конструирования» в категории элементов «Стальные элементы» в выпадающем списке выбрать топологию заданных сечений элементов рамы (рисунок 1.12).

3 В нормативных документах в выпадающем списке выбрать «СП 16.13330.2011».

4 Задать параметры конструирования стальных сечений.

5 Для выхода из активного редактора «Редактор параметров конструирования» щелкнуть мышкой по вкладке «Главный вид».

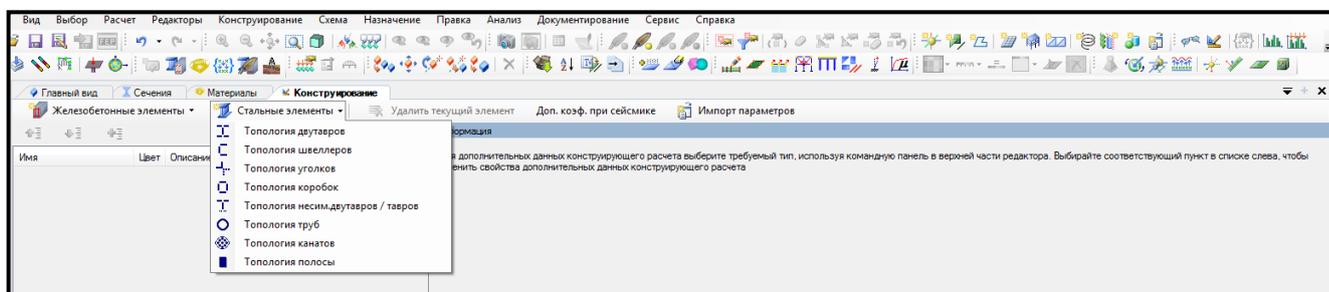


Рисунок 1.12 – Панель активного редактора «Редактор параметров конструирования»

## 1.7 Назначение сечений, материалов и параметров конструирования элементам расчетной схемы

Для назначения сечений, материалов и параметров конструирования элементам расчетной схемы необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Конструирование → Назначить сечение, материал и параметры конструирования»** (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима **«Назначить жесткость»** в блоке **«Параметры назначения»** задать радио-кнопкой **«Использовать всё»**.

3 В поле **«Доступные сечения»** в выпадающем списке выбрать необходимое сечение.

4 В поле **«Доступные материалы»** в выпадающем списке выбрать соответствующий материал.

5 В поле **«Доступное конструирование»** в выпадающем списке выбрать соответствующую топологию (рисунок 1.13).

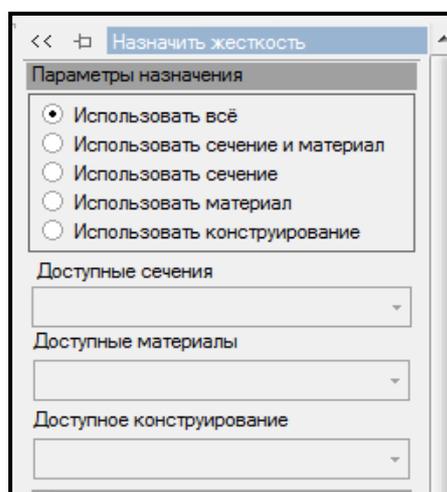


Рисунок 1.13 – Панель активного режима «Назначить жесткость»

6 В контекстном меню выбрать **«Выбор → Выбрать объекты»** (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

7 Выделить соответствующие элементы.

8 Щелкнуть по кнопке **«Назначить»**.

9 Для отображения элементов рамы с учетом назначенных сечений в контекстном меню выбрать **«Вид → Изменить атрибуты представления схемы»** (кнопка  на панели инструментов).

10 В панели активного режима **«Атрибуты представления»** в ветке **«Элементы: вид»** установить флажок **«Отображение с учетом назначенных сечений»**.

11 В окне активного редактора **«Главный вид»** отобразятся элементы рамы с учетом назначенных сечений.

12 Для выхода из активного редактора **«Редактор сечений/жесткостей»** щелкнуть мышкой по вкладке **«Главный вид»**.

## **1.8 Формирование загружений и сочетания нагрузок**

Для **формирования загружений и сочетания нагрузок** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Редактор → Редактор загружений»** (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима **«Редактор загружений»** из категории **«Добавить нормы проектирования»** для ввода данных по расчетным сочетаниям в выпадающем списке выбрать **«PCY/PCN (Российская Федерация: СП 20.13330.2011)»** (рисунок 1.14).

3 В панели активного редактора **«Редактор загружений»** из категории **«Добавить загрузение»** в выпадающем списке доступных загружений выбрать **«Статическое загрузение»**.

4 В поле **«Имя»** вписать название загружения.

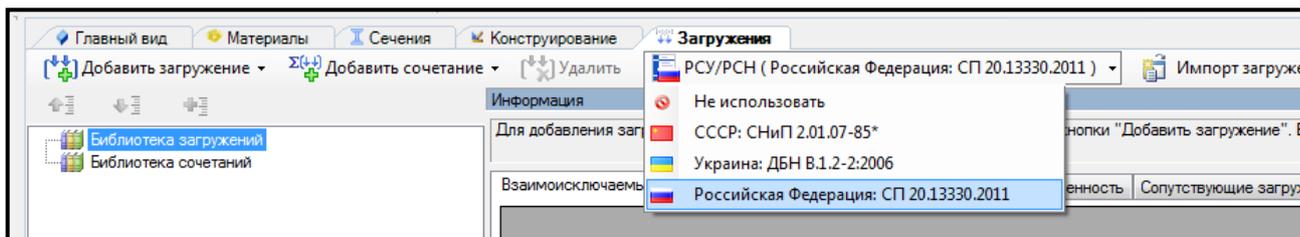


Рисунок 1.14 – Задание расчетных сочетаний

5 В блоке **«Оценка начальной потери устойчивости»** в поле **«Анализ устойчивости»** в выпадающем списке выбрать **«Не выполнять»**.

6 В блоке **«Сочетания нагрузений»** в поле **«Вид загрузки»** в выпадающем списке выбрать соответствующий вид загрузки.

7 Задать **Коэффициенты приведения»**.

Нагрузки задаем нормативные, поэтому коэффициенты для перехода к расчетным нагрузкам устанавливаются повышающими.

8 Аналогично сформировать другие загрузки.

9 Остальные параметры оставляем без изменений.

10 Для создания расчетных сочетаний нагрузок (РСН) в панели активного редактора **«Редактор нагрузений»** из категории **«Добавить сочетание»** в выпадающем списке доступных сочетаний выбрать **«Пользовательское сочетание»**.

11 В панели активного редактора в блоке **«Оценка начальной потери устойчивости»** задать:

– в поле **«Имя»** вписать – **Пользовательское сочетание;**

– в поле **«Анализ устойчивости»** в выпадающем списке выбрать **«Выполнять с учетом влияния моментов»;**

– в поле **«Количество форм потери устойчивости»** вписать – **5;**

– задать **«Коэффициенты перерасчета нагрузок в сочетания»**.

## 1.9 Назначение нагрузок

Для **назначения нагрузок** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Вид → Изменить атрибуты представления схемы»** (кнопка  на панели инструментов).

2 На панели активного режима **«Атрибуты представления»** в ветках **«Узлы»** и **«Элементы: значения»** установить флажок **«Значения нагрузок»**.

3 Щелкнуть по кнопке **«Назначить»**.

4 В контекстном меню выбрать **«Назначение → Назначить нагрузки»** (кнопка  на панели инструментов).

5 В панели активного режима **«Назначить нагрузки»** в поле **«Добавление нагрузок»** выбрать **«Библиотека нагрузок»**.

6 В ветке типов нагрузок выбрать **необходимый тип нагрузки** (рисунок 1.15).

7 Задать параметры нагрузки.

8 В контекстном меню выбрать **«Выбор → Выбрать все узлы и элементы»** (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

9 Выделить необходимые элементы.

10 Щелкнуть по кнопке **«Назначить»**.

11 В окне активного редактора **«Главный вид»** на схеме отобразится нагрузка.

12 В контекстном меню выбрать **«Анализ → Установить текущее загрузение»** (кнопка  на панели инструментов).

13 В выпадающем списке окна выбрать соответствующее загрузение. Также можно менять номер загрузения, используя выпадающую панель загрузений на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш (горячие клавиши) **Ctrl + L**.

14 Аналогично назначить нагрузки для всех загрузений.

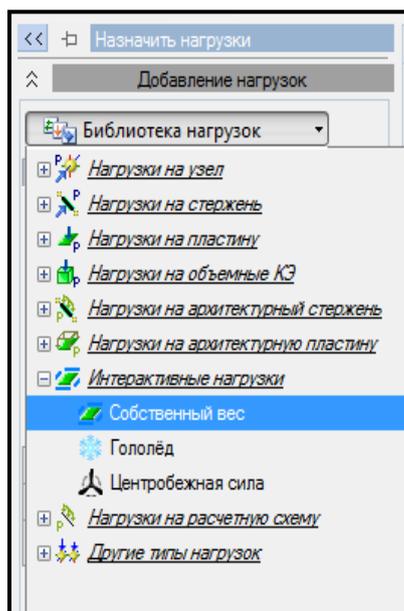


Рисунок 1.15 – Панель активного режима «Назначить нагрузки»

## 1.10 Статический расчет

Для **запуска задачи на расчет** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Расчет → Выполнить расчет»** (кнопка



на панели инструментов).

2 В панели активного режима **«Параметры расчета»** в блоке **«Основные»** оставить все команды по умолчанию.

3 Щелкнуть по кнопке **«Запустить расчет»**.

## 1.11 Просмотр и анализ результатов расчета

### 1.11.1 Деформированная схема

Для отображения деформированной схемы необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Вид → Изменить атрибуты представления схемы» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима «Атрибуты представления» в ветке «Проекция» убрать флажок «Нагрузки».

3 Щелкнуть по кнопке «Назначить».

4 В контекстном меню выбрать «Результаты → Деформированная схема» (кнопка  на панели инструментов).

5 В окне активного редактора «Главный вид» отобразится деформированная схема от загрузки или сочетания нагрузок.

6 Вернуться к исходной схеме, задав в контекстном меню «Результаты → Исходная схема» (кнопка  на панели инструментов).

### 1.11.2 Эпюры внутренних усилий

Для вывода на экран эпюр внутренних усилий необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Вид → Изменить атрибуты представления схемы» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима «Атрибуты представления» в ветках «Узлы» и «Элементы: значения» установить флажок «Значения с мозаики».

3 В контекстном меню выбрать «Результаты → Результаты по стержням» (кнопка  на панели инструментов).

Для вывода на экран **эпюр усилий от нагрузжений** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В панели активного режима «**Эпюры**» в блоке «**Эпюры на схеме**» выбрать поочередно «**Усилие N**», «**Усилие Q<sub>z</sub>**», «**Усилие M<sub>y</sub>**» для каждого нагружения и вывести на экран эпюры внутренних усилий (рисунок 1.16).

2 В контекстном меню выбрать «**Анализ → Установить текущее нагружение**» (кнопка  на панели инструментов).

3 В выпадающем списке выбрать соответствующее нагружение.

Также можно менять номер нагружения, используя выпадающую панель нагружений на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш (горячие клавиши) **Ctrl + L**.

4 Для просмотра информации по усилиям для конкретного элемента щелкнуть левой клавишей мыши по этому элементу.

На экране появится таблица с информацией по элементу в трех сечениях.

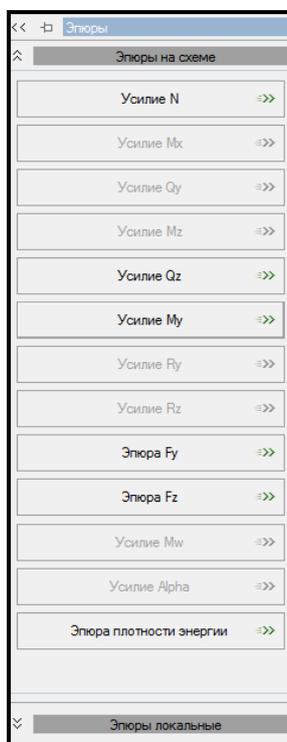


Рисунок 1.16 – Панель активного режима «Эпюры»

5 Для вывода на экран **локальных эпюр** на панели активного режима «Эпюры» раскрыть блок «Эпюры локальные», отметить флажком необходимые команды (рисунок 1.17).

6 Подвести курсор мышки к элементу и щелкнуть левой клавишей. На экране появится окно «Эпюры для стержня».

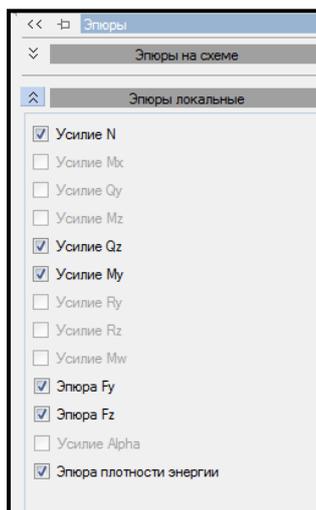


Рисунок 1.17 – Панель активного режима «Эпюры» (локальные эпюры)

7 Чтобы вывести мозаику усилий, необходимо правой кнопкой мышки вызвать контекстное меню и выбрать **«Визуальное представление → Мозаика»** (кнопка  на панели инструментов).

Для вывода на экран **эпюр усилий от сочетаний нагрузок** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Результаты → Загрузки/РСН»** (кнопка  на панели инструментов).

2 Для сочетания **«Пользовательское сочетание»** аналогично загрузкам вывести на экран эпюры внутренних усилий поочередно для каждого сочетания.

3 В контекстном меню выбрать **«Анализ → Установить текущее загрузку»** (кнопка  на панели инструментов).

4 В выпадающем списке выбрать соответствующее сочетание.

Также можно менять номер сочетания, используя выпадающую панель на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш (горячие клавиши) **Ctrl + L**.

5 Просмотр информации для конкретного элемента, вывод на экран локальных эпюр, мозаики усилий выполнить аналогично загрузке.

### 1.11.3 Сочетания усилий

Для **вывода результатов по сочетаниям усилий** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Результаты → Результаты по сочетаниям»** (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима **«Результаты по сочетаниям»** в поле **«Тип сочетания»** в выпадающем списке выбрать **«PCY»**.

3 В блоке **«Стержни: эпюры на схеме»** выбрать поочередно команды по максимальным /минимальным усилиям (рисунок 1.18).

4 Для просмотра информации по конкретному элементу щелкнуть левой клавишей мыши по элементу.

На экране появится таблица с информацией по максимальным/ минимальным усилиям для данного элемента в пяти сечениях.

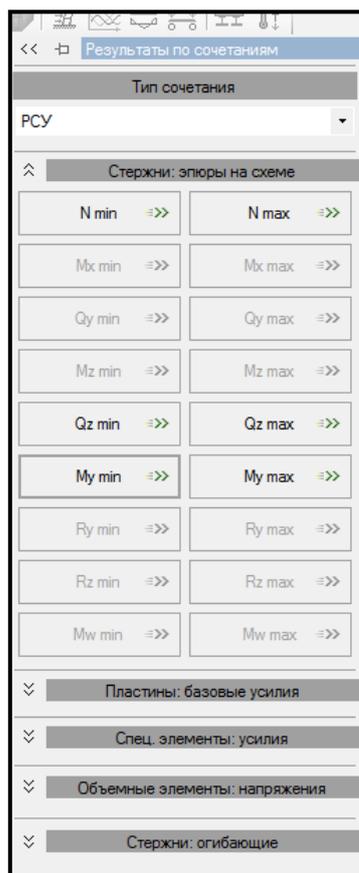


Рисунок 1.18 – Панель активного режима «Результаты по сочетаниям»

#### 1.11.4 Перемещения

Для вывода результатов по перемещениям необходимо в контекстном меню выбрать «Результаты → Результаты по узлам» (кнопка  на панели инструментов).

Для вывода на экран результатов по перемещениям от загружений необходимо выполнить последовательно действия:

1 В панели активного режима «Перемещения» в блоке «Перемещения» выбрать поочередно команды «Перемещение по X», «Перемещение по Z», «Перемещение по UY» для каждого загружения и вывести на экран результаты по перемещениям узлов в ГСК (глобальная система координат) (рисунок 1.19).

2 Снять флажок с команды «В локальной системе координат».

3 В контекстном меню выбрать **«Анализ → Установить текущее загрузке»** (кнопка  на панели инструментов).

4 В выпадающем списке выбрать соответствующее загрузке.

Также можно менять номер сочетания, используя выпадающую панель на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш (горячие клавиши) **Ctrl + L**.

5 Для просмотра информации по перемещениям для конкретного узла щелкнуть левой клавишей мыши по узлу. На экране появится таблица с информацией по узлу.

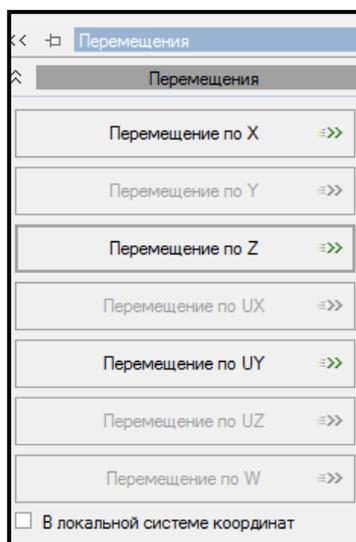


Рисунок 1.19 – Панель активного режима «Перемещения» (загрузки)

Для вывода на экран результатов по **перемещениям от сочетания нагрузок** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать **«Результаты → Загрузки/РСН»** (кнопка  на панели инструментов).

2 В поле **«Тип сочетания»** из выпадающего списка выбрать **«Нормативное»**.

3 Для сочетания **«Пользовательское сочетание»** вывести на экран результаты по перемещениям узлов, информацию по перемещениям для конкретного узла аналогично загрузкам (рисунок 1.20).

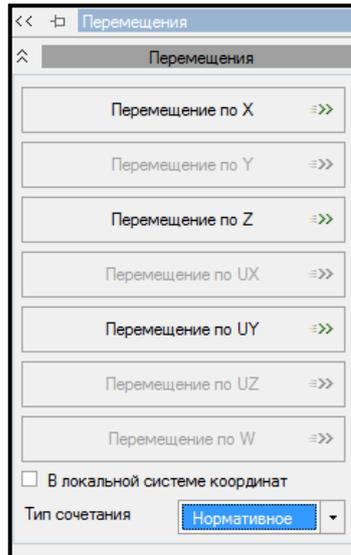


Рисунок 1.20 – Панель активного режима «Перемещения» (сочетание нагрузок)

#### 1.11.5 Расчет главных напряжений и деформаций

Для вывода результатов расчета главных напряжений и деформаций необходимо в контекстном меню выбрать «Результаты → Нормальные напряжения в стержневых элементах» (кнопка  на панели инструментов).

Для вывода результатов главных напряжений и деформаций от загрузений необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Анализ → Установить текущее загрузение» (кнопка  на панели инструментов).

2 В выпадающем списке выбрать соответствующее загрузение.

Также можно менять номер загрузения, используя выпадающую панель на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш (горячие клавиши) **Ctrl + L**.

3 В панели активного режима «Главные и эквивалентные напряжения» в блоке «Результаты по загрузениям» в поле «Нормальные напряжения» выбрать

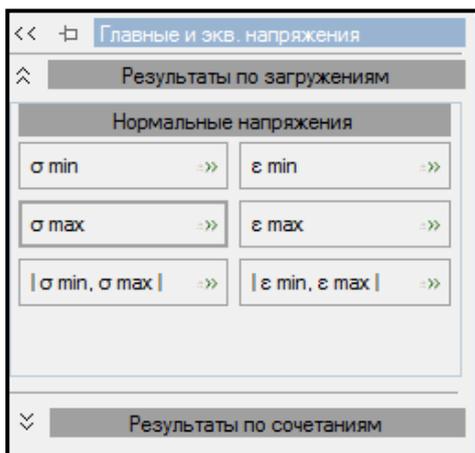
поочередно максимальные и минимальные значения для главных напряжений и деформаций: « $\sigma_{max}$ », « $\sigma_{min}$ », « $\epsilon_{max}$ », « $\epsilon_{min}$ » (рисунок 1.21 а).

4 Для вывода главных напряжений и деформаций для отдельного элемента щелкнуть левой клавишей мышки по конечному элементу.

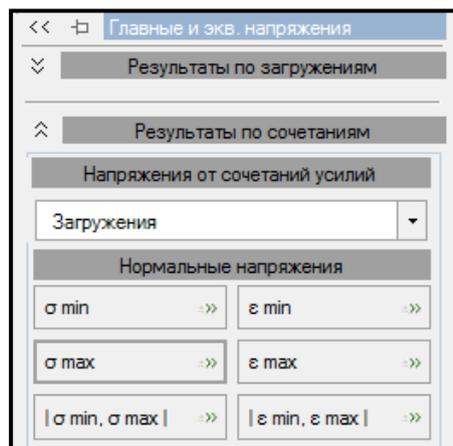
На экране отобразится окно с вычисленными результатами по конечному элементу по трем сечениям.

5 В блоке «**Результаты по сочетаниям**» в «**Напряжения от сочетания усилий**» в выпадающем списке выбрать «**Загрузки**».

6 В поле «**Нормальные напряжения**» выбрать поочередно максимальные и минимальные значения для главных напряжений и деформаций: « $\sigma_{max}$ », « $\sigma_{min}$ », « $\epsilon_{max}$ », « $\epsilon_{min}$ » (рисунок 1.21 б)



а) результаты по загрузкам



б) результаты по сочетаниям

Рисунок 1.21 – Панель активного режима «Главные и эквивалентные напряжения» (загрузки)

Для вывода результатов расчета главных напряжений и деформаций от **сочетания нагрузок**.

1 В контекстном меню выбрать «**Результаты → Загрузки/РСН**» (кнопка



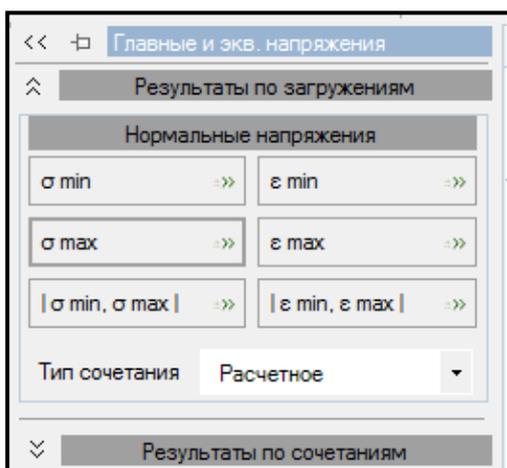
на панели инструментов).

2 Для сочетания «**Пользовательское сочетание**» вывести на экран результаты главных напряжений и деформаций главных.

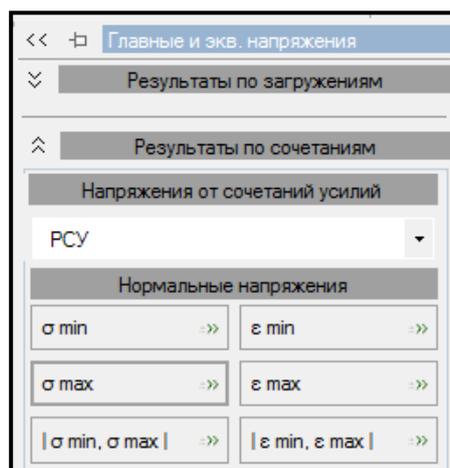
3 Просмотр в блоке «**Результаты по загрузениям**» результатов главных напряжений и деформаций для всех элементов или конкретного элемента выполнить аналогично загрузениям. Для главных напряжений в «**Тип сочетания**» выбрать «**Расчетное**»; для главных деформаций в «**Тип сочетания**» выбрать «**Нормативное**» (рисунок 1.23 а).

4 В блоке «**Результаты по сочетаниям**» в поле «**Напряжения от сочетаний усилий**» в выпадающем списке выбрать «**PCY**» (рисунок 1.22 б).

5 Вывод главных напряжений и деформаций для всех элементов или конкретного элемента выполнить аналогично.



а) результаты по загрузениям



б) результаты по сочетаниям

Рисунок 1.22 – Панель активного режима «Главные и эквивалентные напряжения» (сочетание нагрузок)

### 1.11.6 Проверка и подбор стальных сечений

Для **проверки и подбора стальных сечений** рамы необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать команду «**Расчет → Расчет конструкций**»

(кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима «**Расчет конструкций**» в блоке «**Параметры структурного расчета**» установить флажок (рисунок 1.23):

- Тип расчета → **Подбор, Проверка**;
- Силовые факторы → **PCY**;
- Политика расчета → **Все элементы**;
- Конструирование → **Стальные элементы**.

3 Щелкнуть по кнопке «**Отправить элементы на расчет**».

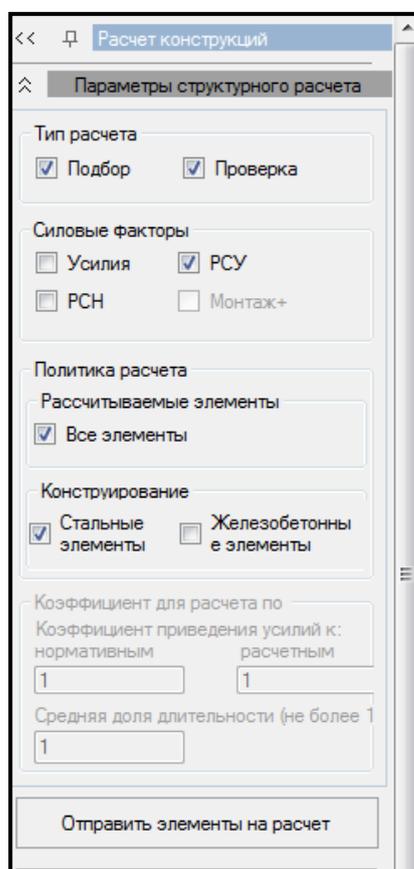


Рисунок 1.23 – Режим расчета конструкции

4 В контекстном меню выбрать «**Спец. результаты → Стальные конструкции**» (кнопка  на панели инструментов).

Для выполнения **проверки стальных сечений** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В панели активного режима **«Стальные конструкции»** задать радиокнопкой **«Проверка»**.

2 На экране в окне активного редактора **«Главный вид»** отобразится графическая визуализация процента использования металлической конструкции в виде диаграмм и окно проверки сечения каждого элемента по необходимому виду расчета в виде протокола (рисунок 1.24).

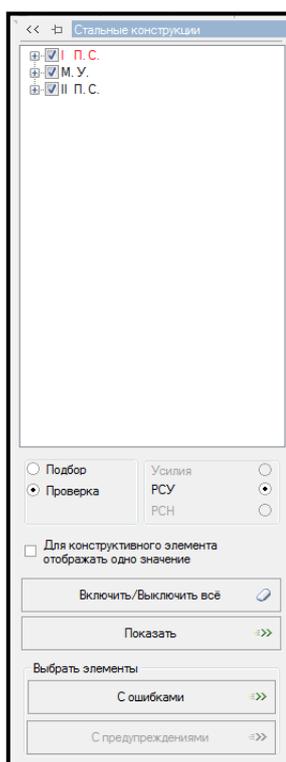


Рисунок 1.24 – Панель активного режима **«Стальные конструкции»** и проверка расчета элементов металлической конструкции

3 Также станет активным окно проверки расчета в формульном виде.

4 В каждой ячейке протокола есть возможность отобразить проверку тремя способами. Для этого двойным щелчком правой кнопкой мышки по кнопке отчета в строке подобранного профиля вызвать файл отчета.

Для выполнения **подбора стальных сечений** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В панели активного режима **«Стальные конструкции»** задать радиокнопкой **«Подбор»**.

2 На экране в окне активного редактора **«Главный вид»** отобразится графическая визуализация процента использования металлической конструкции в виде диаграмм и окно протокола расчета каждого элемента (рисунок 1.25).

3 Также станет активным окно проверки расчета в формульном виде.

4 В каждой ячейке протокола есть возможность отобразить проверку тремя способами. Для этого двойным щелчком правой кнопкой мышки по кнопке отчета в строке выбранного профиля вызвать файл отчета.

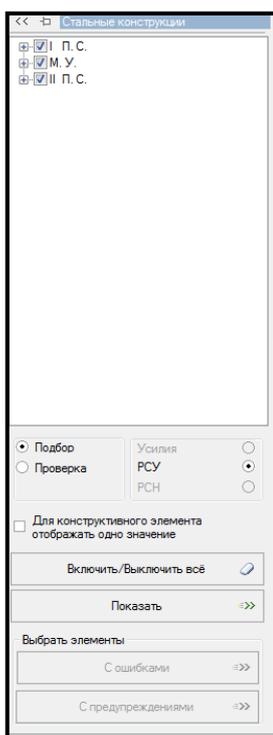


Рисунок 1.25 – Панель активного режима **«Стальные конструкции»** и подбор элементов металлической конструкции

### 1.11.7 Расчет на устойчивость

Для **вывода результатов расчета на устойчивость** необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «**Результаты → Устойчивость**» (кнопка  на панели инструментов).

2 В контекстном меню выбрать «**Результаты → Деформированная схема**» (кнопка  на панели инструментов).

3 В контекстном меню выбрать «**Результаты → Загрузки/РСН**» (кнопка  на панели инструментов).

4 В контекстном меню выбрать «**Анализ → Установить текущее загрузке**» (кнопка  на панели инструментов).

5 В выпадающем списке выбрать «**1. Сочетание**».

6 В ветке «**1. Сочетание**» выбрать «**Формы потери устойчивости 1**».

7 В окне активного редактора «**Главный вид**» отобразится форма потери устойчивости и величина коэффициента запаса устойчивости.

8 Вывод анимации форм потери устойчивости. На панели инструментов в контекстном меню выбрать «**Анимация деформаций, форм колебаний, форм потери устойчивости**» (кнопка  на панели инструментов).

9 В окне активного редактора «**Главный вид**» можно наблюдать анимацию форм потери устойчивости.

10 В контекстном меню выбрать «**Результаты → Устойчивость**» (кнопка  на панели инструментов).

11 Вернуться к исходной схеме, выбрав в контекстном меню «**Результаты → Исходная схема**» (кнопка  на панели инструментов).

12 В панели активного режима «**Устойчивость**» в блоке «**Устойчивость**» поочередно задать «**Свободная длина  $L_y$** », «**Чувствительность**» (рисунок 1.26).

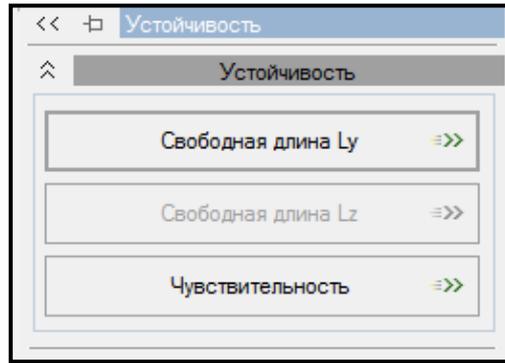


Рисунок 1.26 – Панель активного режима «Устойчивость»

### 1.12 Формирование и просмотр таблиц результатов расчета

Для **формирования и просмотра таблиц результатов** расчета необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном меню выбрать «Документирование → **Таблицы результатов**» (кнопка  на панели инструментов).

2 В панели активного режима «Таблица» в блоке «**Формирование таблиц**» выделить необходимую строку и задать радио-кнопкой «**Все загрузки**» или «**Текущее загрузеие**».

3 Режим **Загрузка** или **Сочетание нагрузений** менять, выбрав в контекстном меню «**Результаты → Загрузки/РСН**» (кнопка  на панели инструментов).

4 Менять вид загрузки или сочетания можно с помощью выбора в контекстном меню «**Анализ → Установить текущее загрузеие**» (кнопка  на панели инструментов).

5 В выпадающем списке выбрать необходимое загрузеие или сочетание.

6 Щелкнуть по кнопке «**Сформировать**» (рисунок 1.27).

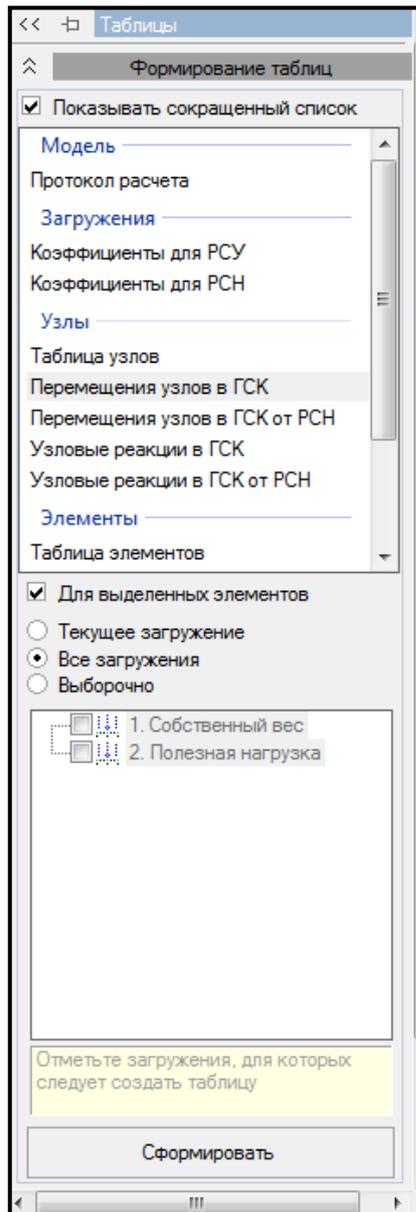


Рисунок 1.27 – Панель активного режима «Таблицы»

7 Необходимая таблица отразится в нижней части экрана в окне активного редактора «Главный вид»

8 Созданные таблицы можно экспортировать в Word, Excel или сохранить в формате HTML. Для этого вызвать раскрывающееся меню с помощью кнопки  (рисунок 1.28).

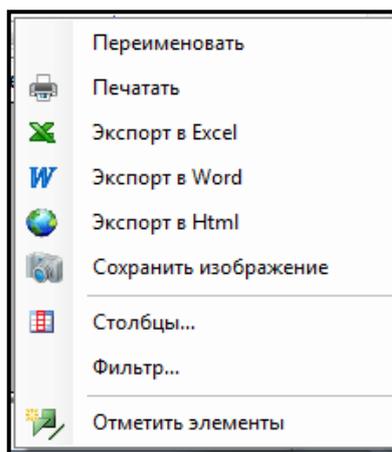


Рисунок 1.28 – Контекстное меню

### 1.13 Формирование отчета

Для **формирования отчета** необходимо выполнить последовательно действия, приведенные ниже.

1 В контекстном меню выбрать «Документирование → **Формировать отчет**» (кнопка  на панели инструментов).

2 Для добавления в отчет изображений, таблиц или фрагмента текста, выбрать нужную закладку и нажать кнопку «**Добавить**» (рисунок 1.29).

3 Редактировать положение изображений, таблиц и фрагментов можно с помощью кнопок .

4 Щелкнуть по кнопке «**Формировать расчет**».

5 Экспортировать отчет можно в Word, Excel, PowerPoint или сохранить в формате HTML.

6 Изображение с экрана можно получить, выбрав в контекстном меню «Документирование → **Изображение с экрана**» (кнопка  на панели инструментов).

7 В панели активного режима «**Изображение с экрана**» в блоке «**Основные**» нажать на кнопку  .

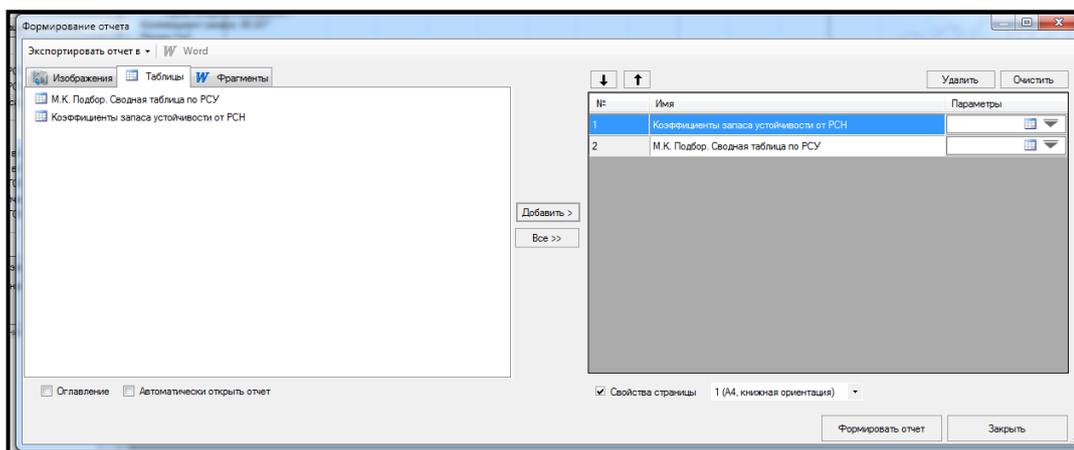


Рисунок 1.29 – Диалоговое окно формирования отчета

### 1.14 Вопросы для самопроверки

- 1 Какой нужно задать тип задачи при расчете плоского поперечника рамы?
- 2 С помощью какой команды задается геометрия расчетной модели?
- 3 С помощью какой команды задается нумерация узлов и элементов расчетной схемы?
- 4 С помощью какой команды задаются граничные условия?
- 5 С помощью какого редактора задаются сечения для стержней?
- 6 С помощью какого редактора задаются материалы для стержней?
- 7 С помощью какого редактора задаются параметры конструирования?
- 8 С помощью какой команды назначаются сечения, материалы и параметры конструирования элементам расчетной схемы?
- 9 С помощью какого редактора формируются загрузки?
- 10 С помощью какой команды назначаются нагрузки?
- 11 С помощью какой команды можно запустить задачу на расчет?
- 12 С помощью какой команды можно вывести на экран деформированную схему?
- 13 С помощью какой команды можно вывести на экран эпюры внутренних усилий?

14 С помощью какой команды можно вывести на экран локальные эпюры внутренних усилий?

15 С помощью какой команды можно вывести на экран мозаику внутренних усилий?

16 С помощью какой команды можно вывести на экран результаты перемещений?

17 С помощью какой команды выполняется проверка и подбор стальных сечений рамы?

18 С помощью какой команды выполняется расчет устойчивости?

19 С помощью какой команды можно сформировать таблицы результатов?

20 С помощью какой команды формируется отчет?

## Список использованных источников

1 Сайт компании «ЛИРА софт» (Москва), являющейся правообладателем программного комплекса ЛИРА 10. – Режим доступа: <http://lira-soft.com>.

2 Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю. И. Кудишин [и др.]. – М.: «Академия», 2006. – 688 с.

3 СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – Введ. 2011–05–20. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 172 с. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200084089>.

4 СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*– Введ. 2011–05–20. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 92 с. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200084089>.