

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 ФЕРМЫ 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  
2018

УДК 669.15  
ББК 34.5  
Ф 22

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

**Фролова, О.А.**

Ф 22 Расчет фермы в программном комплексе ЛИРА: методические указания /  
О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 39 с.

В методических указаниях приведен алгоритм расчета фермы в программном комплексе ЛИРА 10.6, включающий создание расчетной схемы, задание жесткостных характеристик сечения, материала, формирование нагрузок, назначение параметров конструирования, вывод результатов расчета в графической и табличной формах, этапы документирования и формирования отчета. Приведены контрольные вопросы для самопроверки. Представлены задания для самостоятельной работы.

Методические указания предназначены для выполнения заданий на лабораторных работах, практических занятиях и 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., 2018  
© ОГУ, 2018

## Содержание

Введение .....	4
1 Расчет фермы .....	5
1.1 Создание задачи .....	5
1.2 Создание геометрии расчетной схемы .....	6
1.3 Задание граничных условий .....	15
1.4 Задание сечений .....	17
1.5 Задание материала .....	18
1.6 Задание параметров конструирования .....	19
1.7 Назначение сечений, материалов и параметров конструирования элементам расчетной схемы .....	20
1.8 Формирование загружений и сочетания нагрузок .....	21
1.9 Назначение нагрузок .....	23
1.10 Статический расчет.....	25
1.11 Просмотр и анализ результатов расчета.....	25
1.11.1 Деформированная схема .....	25
1.11.2 Эпюры внутренних усилий .....	26
1.11.3 Перемещения .....	29
1.11.4 Проверка и подбор стальных сечений фермы.....	31
1.12 Формирование и просмотр таблиц результатов расчета .....	32
1.13 Формирование отчета.....	34
1.14 Вопросы для самопроверки .....	35
2 Задание для самостоятельного выполнения.....	36
Список использованных источников .....	39

## Введение

Целью выполнения расчета фермы является:

- показать основные этапы расчета фермы;
- задание конфигурации, таблицы панелей и использование шаблона построения геометрической расчетной схемы фермы;
- задание нумерации узлов и элементов;
- задание связей в опорах;
- задание жесткостных параметров стальных сечений;
- задание материала сечений;
- задание и назначение параметров конструирования;
- задание статических нагрузок;
- геометрическое и табличное представление результатов расчета (внутренние усилия в стержнях; перемещения узлов; результаты проверки и подбора поперечных сечений);
- формирование отчета по результатам расчета.

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 фермы

## 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 фермы**;
- в поле «Тип создаваемой задачи» задать радио-кнопкой «(1) Плоская ферма или балка-стенка (X, Z)».

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).



3 Задать параметры шаблона.

4 В блоке «**Таблица панелей**» заполнить таблицу. Используя «**Шаблонные заполнения панелей**» (панели фермы разные, поэтому для каждой нужно задать свой шаблон), создать шаблон вручную, поочередно выделяя каждую строку в таблице панелей (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Шаблоны панелей

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

6 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.

В качестве примера ниже приведены таблицы и шаблоны панелей для различных видов ферм.

Пример 1. Очертание поясов – «**Параболическая**». Число панелей – шесть (рисунок 1.4 а).

Задать параметры шаблона (рисунок 1.4 б):

– Высота фермы (h) – 0 м;

- Расстояние до конька (L) – 6 м;
- Отметка конька (H) – 2 м;
- Плоскость построения – **XoZ**.

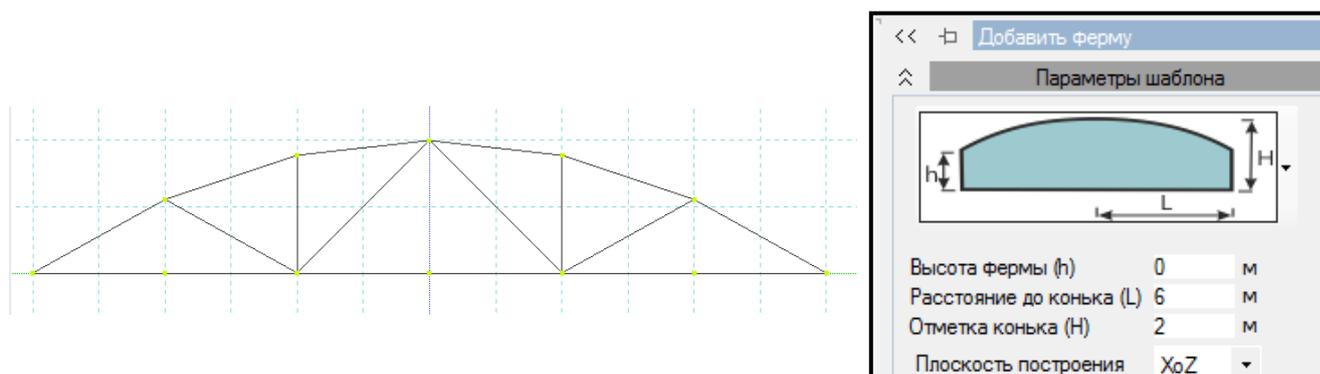
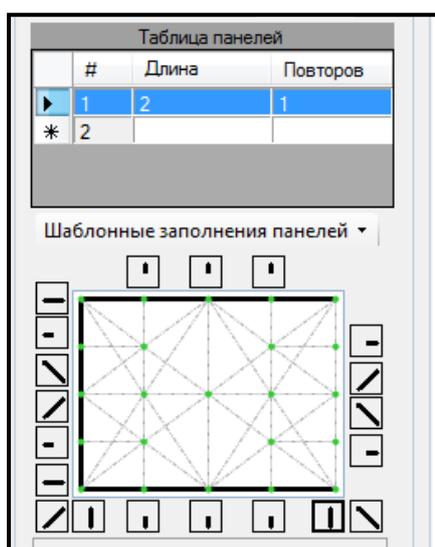
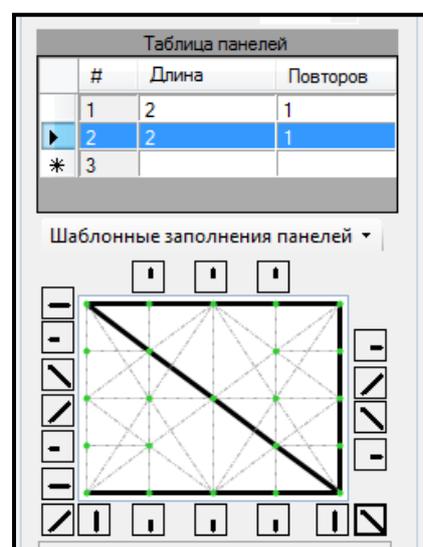


Рисунок 1.4 – Параметры шаблона

Шаблоны заполнения панелей приведены на рисунке 1.5 а–е.

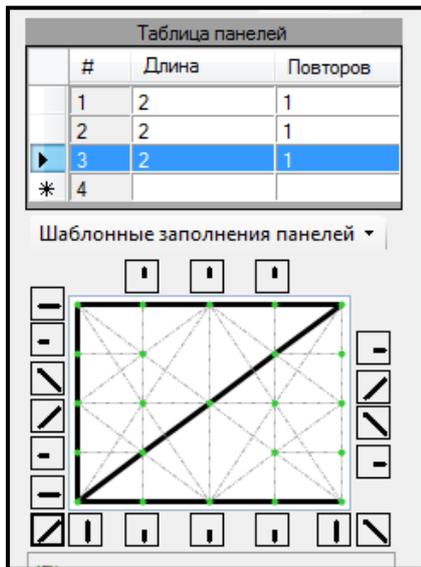


а) панель № 1

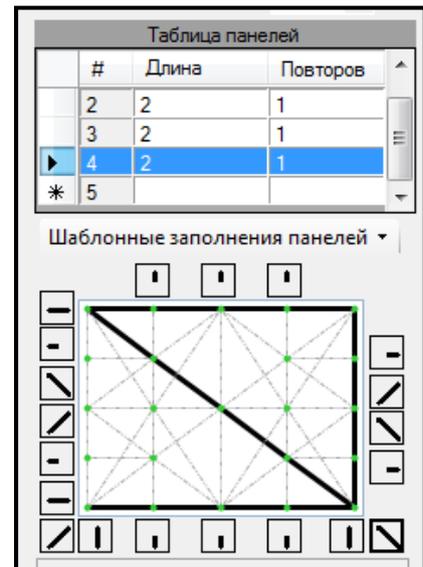


б) панель № 2

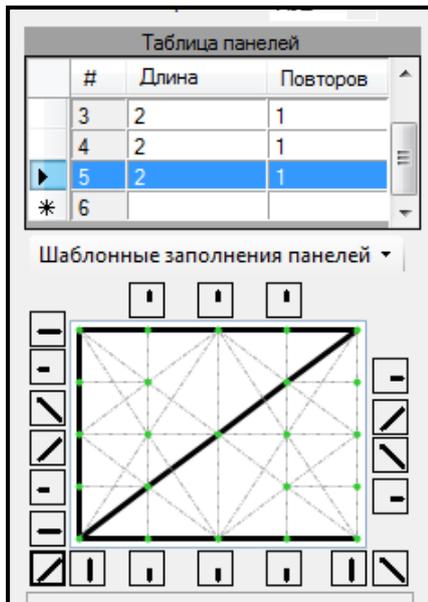
Рисунок 1.5 – Шаблоны панелей



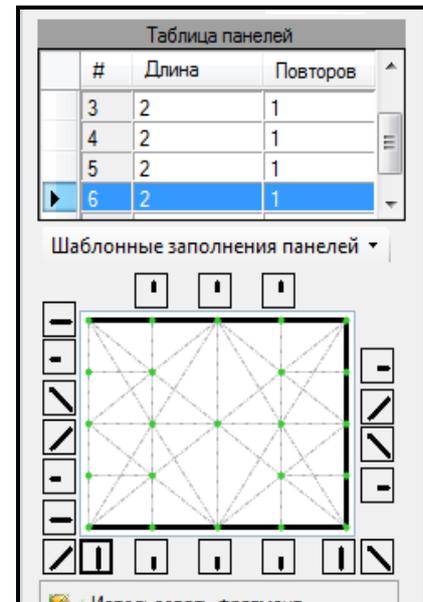
в) панель № 3



г) панель № 4



д) панель № 5



е) панель № 6

Рисунок 1.5 – Шаблоны панелей (продолжение)

Для корректировки схемы при объединении конечных элементов в контекстном меню выбрать «**Выбор** → **Выбрать объекты**» (кнопка  на панели инструментов) или одновременно нажать клавиши **Ctrl + Shift**.

Выделить элементы, которые нужно объединить.

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

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

Пример 2. Очертание поясов – «Треугольная». Число панелей – восемь (рисунок 1.6 а).

Задать параметры шаблона (рисунок 1.6 б):

- Расстояние до конька (L) – **4.5 м**;
- Отметка конька (H) – **1.5 м**;
- Плоскость построения – **XoZ**.

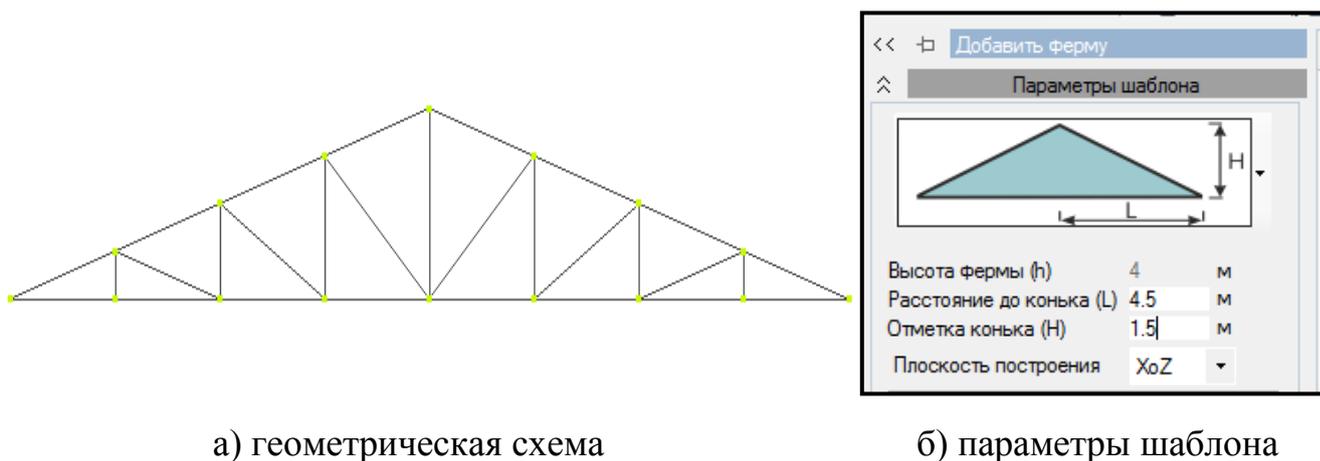
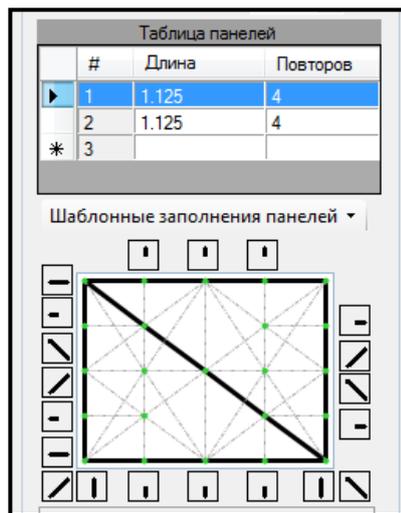
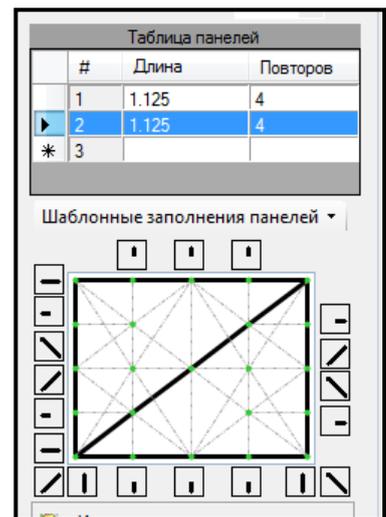


Рисунок 1.6– Схема фермы

Шаблоны заполнения панелей приведены на рисунке 1.7 а, б.



а) панели № 1–4



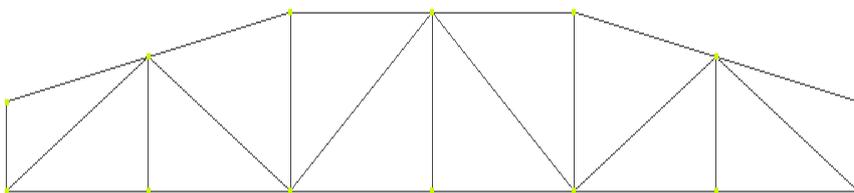
б) панели № 5–8

Рисунок 1.7 – Шаблоны панелей

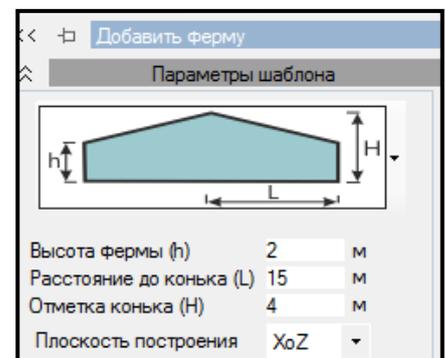
Пример 3. Очертание поясов – «Трапецевидная». Число панелей – шесть (рисунок 1.8 а).

Задать параметры шаблона (рисунок 1.8 б):

- Высота фермы (h) – 2 м;
- Расстояние до конька (L) – 15 м;
- Отметка конька (H) – 4 м;
- Плоскость построения – XoZ.



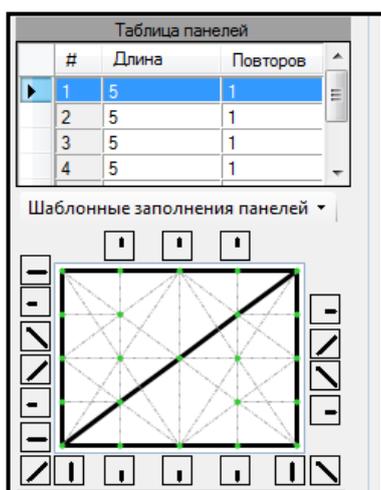
а) геометрическая схема



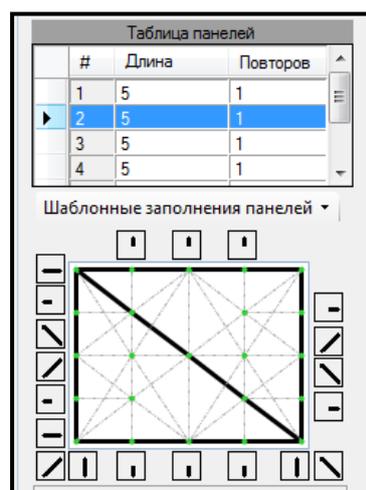
б) параметры шаблона

Рисунок 1.8 – Схема фермы

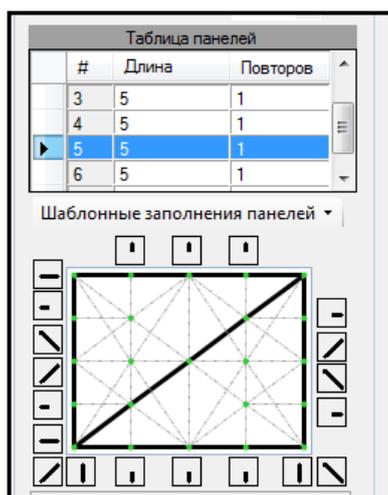
Шаблоны заполнения панелей приведены на рисунке 1.9 а–е.



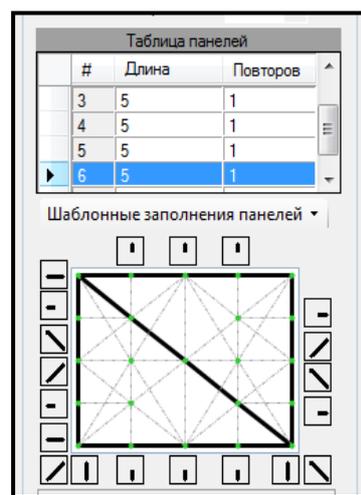
а) панель № 1



б) панель № 2



д) панель № 5



е) панель № 6

Рисунок 1.9 – Шаблоны панелей

Для корректировки схемы в контекстном меню выбрать «Правка → **Переместить выделенное**» (кнопка  на панели инструментов).

В панели активного режима «**Перемещать выбранный фрагмент**» в блоке «**Использовать точки вставки**» в поле «**Тип вставки**» в выпадающем списке выбрать «**используя 1 точку**» (рисунок 1.10).

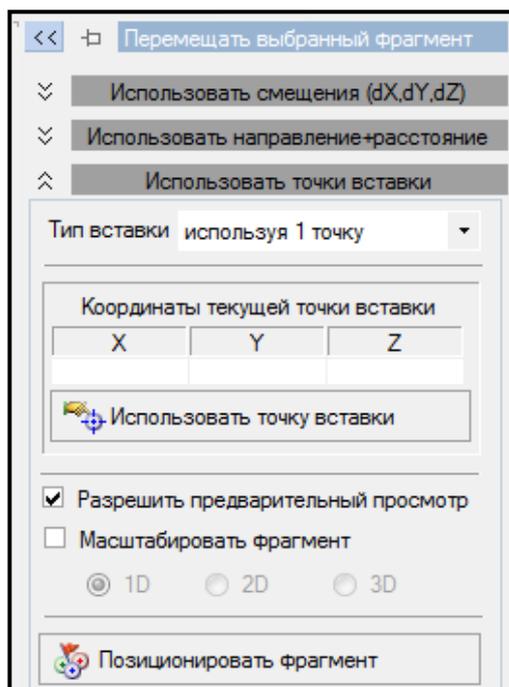


Рисунок 1.10 – Панель активного режима «Перемещать выбранный объект»

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

При движении рамки слева направо полным попаданием выделить узлы № 5 и № 9 верхнего пояса по обе стороны конька.

Кликнуть левой кнопкой мышки на координату, соответствующую по оси **Z** высоте фермы (рисунок 1.11).

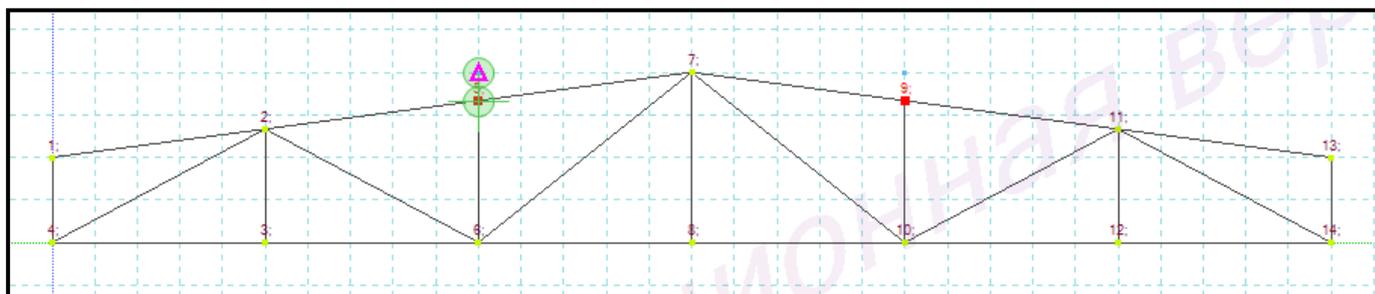


Рисунок 1.11 – Перемещение узлов по оси Z

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 с команд «Использовать выделенные фрагменты» и «Добавить префиксы к значениям».

3 Щелкнуть по кнопке «Назначить».

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

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».

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

1 Выделить все элементы фермы. 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 справа налево касанием выделить все элементы.

Также выделить все элементы можно, одновременно нажав клавиши **Ctrl + A**.

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

5 В контекстном 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 1.12).

8 Остальные параметры оставить по умолчанию.

9 Щелкнуть по кнопке **«Изменить»**.

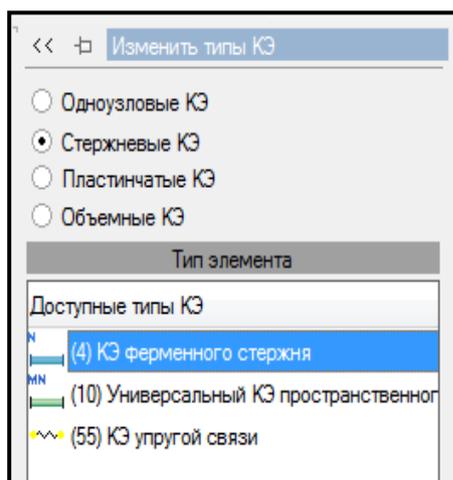


Рисунок 1.12 – Панель активного режима **«Изменить типы КЭ»**

### 1.3 Задание граничных условий

Для опор указывают направления, по которым запрещены направления.

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 1.13).

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.

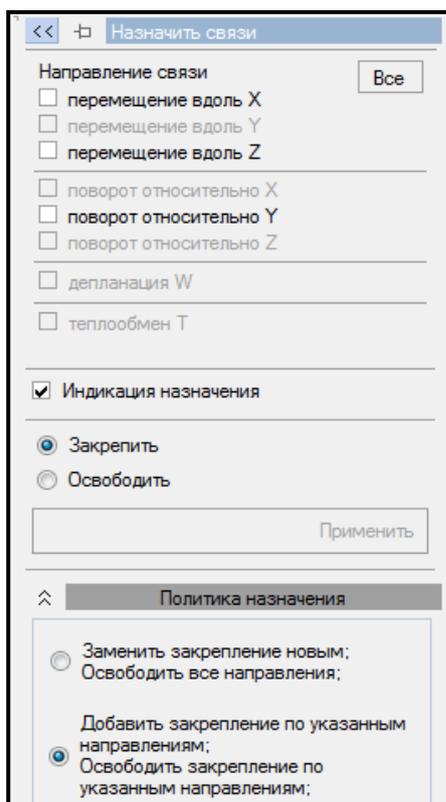


Рисунок 1.13 – Панель активного режима «Назначить связи»

## 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 тип сечения (рисунок 1.14).

3 Задать параметры сечения.

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

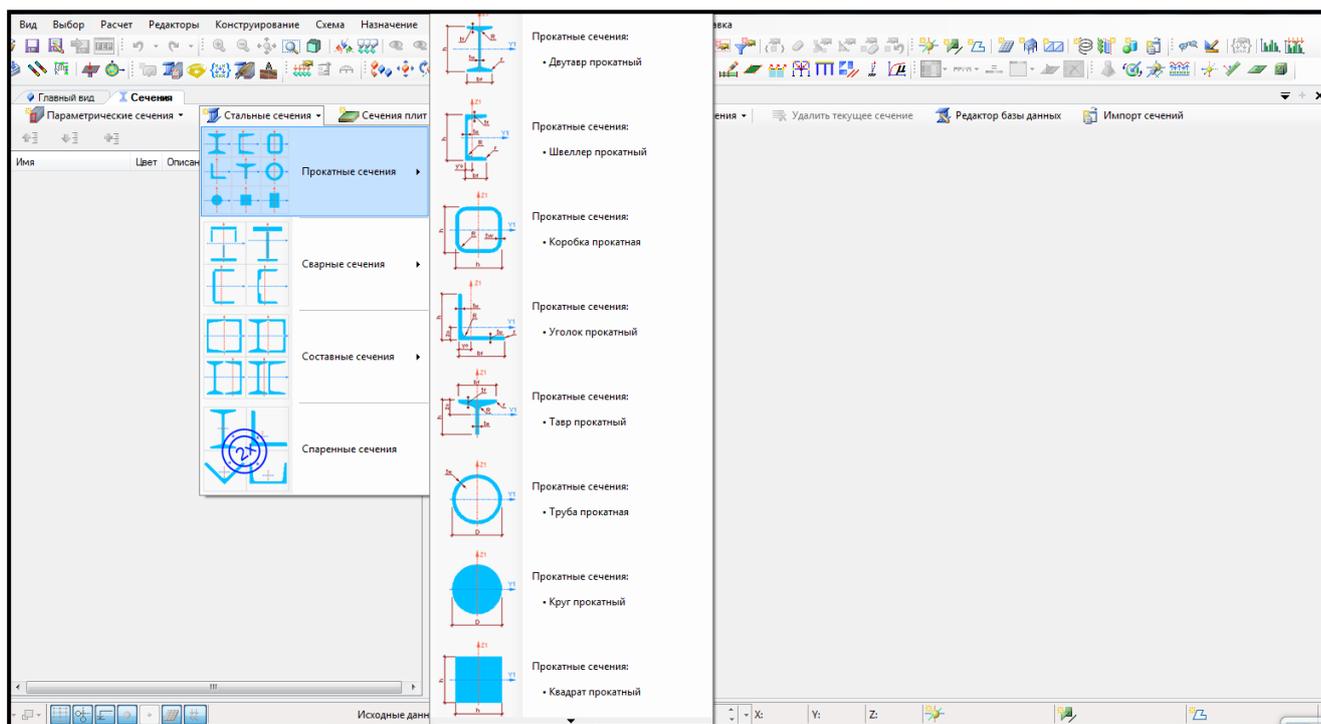


Рисунок 1.14 – Панель активного редактора «Редактор сечений/жесткостей»

## 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 (рисунок 1.15):

– в поле «Имя таблицы» из выпадающего списка выбрать «27772-88»;  
– в поле «Марка стали» из выпадающего списка выбрать необходимую марку стали.

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

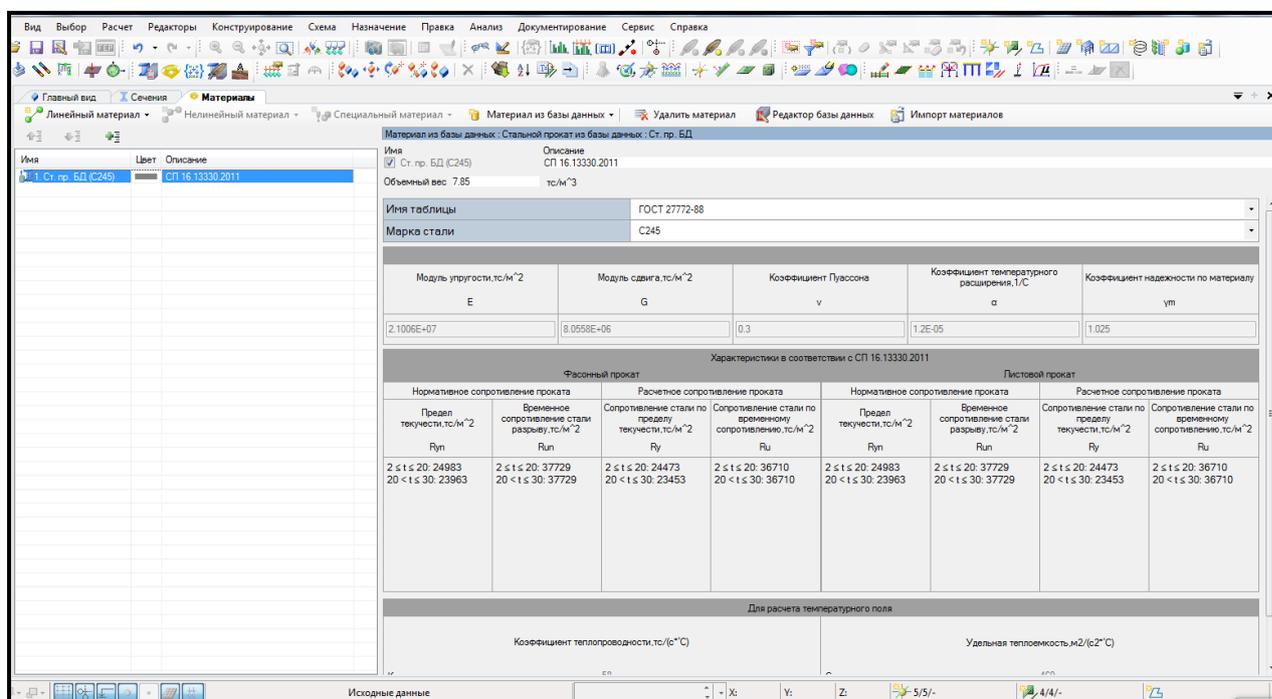


Рисунок 1.15 – Панель активного редактора «Редактор материалов»

## 1.6 Задание параметров конструирования

Для задания параметров конструирования необходимо выполнить последовательно действия:

1 В контекстном команду 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 рассчитываемого сечения (рисунок 1.16).

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

4 Заполнить параметры конструирования стальных сечений.

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

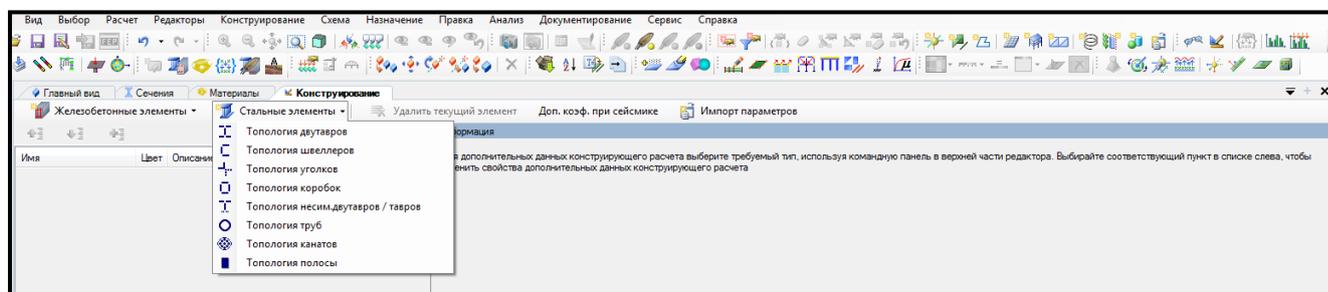


Рисунок 1.16 – Панель активного редактора «Редактор параметров конструирования»

## 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 1.17).

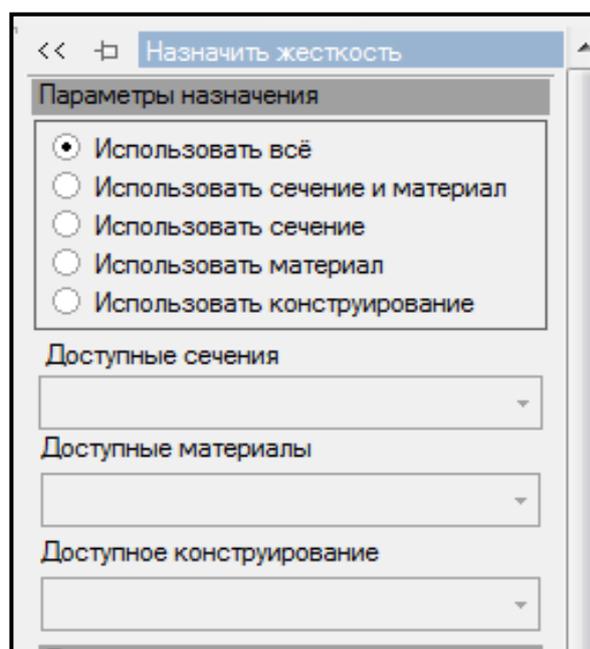


Рисунок 1.17 – Панель активного режима «Назначить жесткость»

## 1.8 Формирование загружений и сочетания нагрузок

Для формирования загружений и сочетаний нагрузок необходимо выполнить последовательно действия:

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

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

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

4 В поле **«Имя»** вписать – **Собственный вес**.

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

6 В блоке **«Сочетания нагрузок»** в поле **«Вид загрузку»** в выпадающем списке выбрать **«Постоянное»**.

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

Задать **«Коэффициент приведения»** (рисунок 1.18 а):

– **К нормативным нагрузкам** – **k=1**;

– **К расчетным нагрузкам для металла** – **k=1.05**;

– **Доля длительности** – **1**.

8 Остальные параметры оставляем без изменений.

9 На панели активного редактора **«Редактор загружений»** из категории **«Добавить загрузку»** из выпадающего списка доступных загрузок выбрать **«Статическое загрузку»**.

10 В поле **«Имя»** вписать – **Полезная нагрузка**.

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

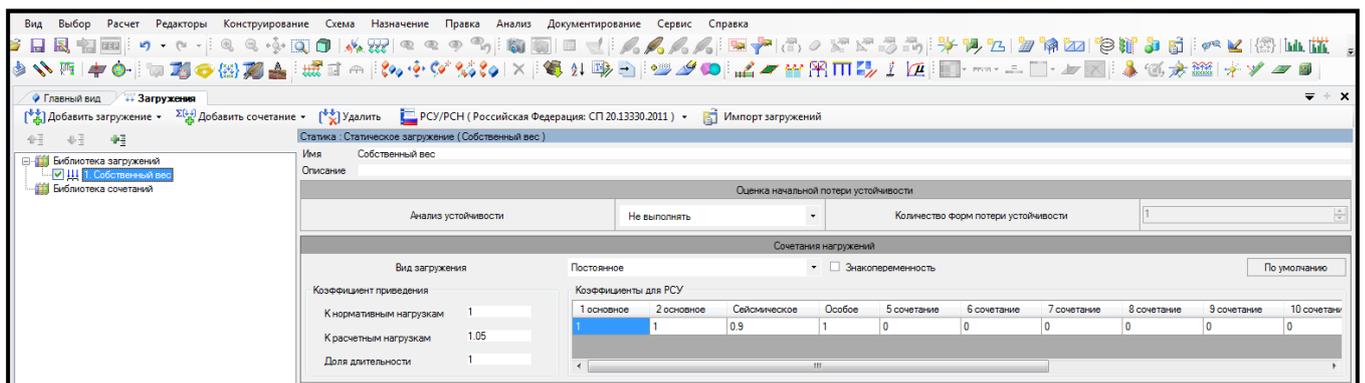
12 В блоке «Сочетания нагружений» в поле «Вид нагружения» в выпадающем списке выбрать «Длительное».

13 Коэффициенты для перехода к расчетным нагрузкам устанавливаются повышающими.

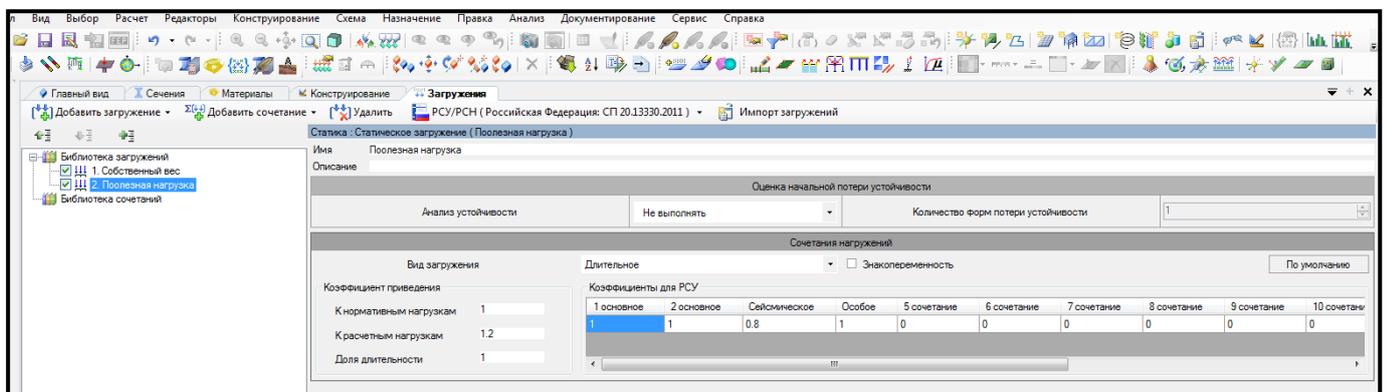
Задать «Коэффициент приведения» (рисунок 1.18 б):

- К нормативным нагрузкам –  $k=1$ ;
- К расчетным нагрузкам –  $k=1.2$ .
- Доля длительности – 1.

14 Остальные параметры оставляем без изменений.



а) собственный вес



б) полезная нагрузка

Рисунок 1.18 – Панель активного редактора «Редактор нагружений»

## 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 меню выбрать команду **«Назначение → Назначить нагрузки»** (кнопка  на панели инструментов).

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

6 В ветке типов нагрузок выбрать **«Интерактивные нагрузки → Собственный вес»** (рисунок 1.19 а).

7 В разделе **«Собственный вес»** задать параметры нагрузки (рисунок 1.19 б):

- **Коэффициент к собственному весу  $k=1$**  (нагрузка задается нормативной);
- система координат **Глобальная** (указана по умолчанию);
- направление действия нагрузки указать радиокнопкой – вдоль оси **Z**.

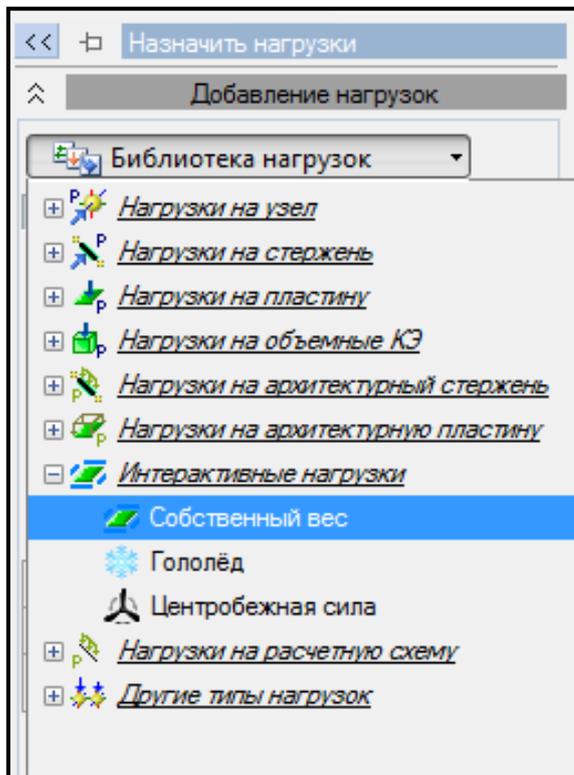
8 Щелкнуть по кнопке **«Назначить»**.

9 В окне активного редактора **«Главный вид»** на схеме отобразится нагрузка от собственного веса.

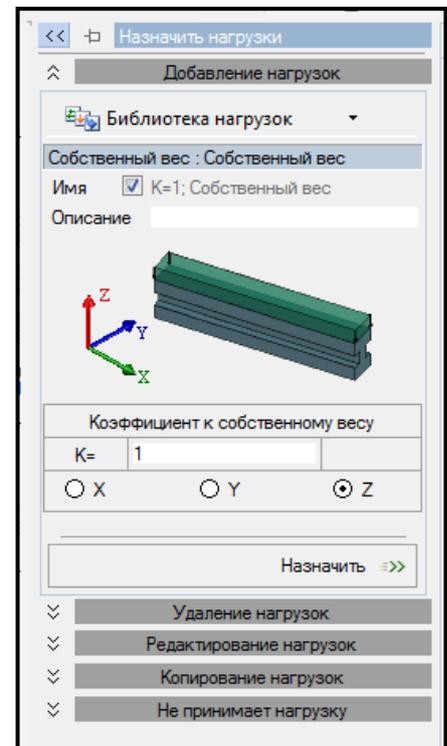
10 Сменить номер загрузки. В контекстном меню выбрать **«Анализ → Установить текущее загрузку»** (кнопка  на панели инструментов).

11 В выпадающем списке окна выбрать соответствующее загрузку **«Полезная нагрузка»**.

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



а) тип нагрузки



б) параметры нагрузки

Рисунок 1.19 – Панель активного режима «Назначить нагрузки» (собственный вес)

13 При движении рамки справа налево (слева направо) касанием (попаданием) выделить элемент (узел), на который действует полезная нагрузка.

14 В панели активного режима «**Назначить нагрузки**» в блоке «**Добавление нагрузок**» выбрать «**Библиотека нагрузок**».

15 В ветке типов нагрузок выбрать необходимую нагрузку (рисунок 1.20).

16 В окне активного режима задать параметры нагрузки.

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

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

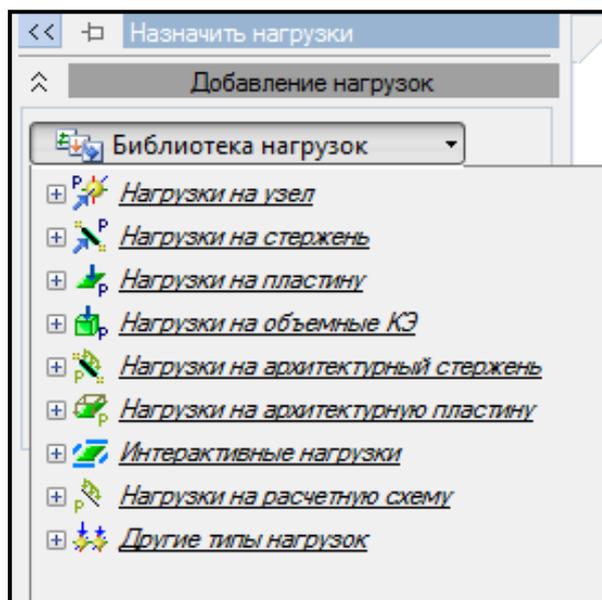


Рисунок 1.20 – Панель активного режима «Назначить нагрузки»

## 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 параметры 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 → Загружения/РСН»** (кнопка  на панели инструментов).

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

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

### 1.11.2 Эпюры внутренних усилий

Для вывода 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).

4 В панели активного режима **«Эпюры»** в блоке **«Эпюры на схеме»** выбрать поочередно **«Усилие  $Q_z$ »** и **«Усилие  $M_y$ »** для каждого загружения и вывести на экран эпюры внутренних усилий (рисунок 1.21).

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

Также можно менять номер загрузки, используя выпадающую панель загрузок на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш **Ctrl + L**.

6 В выпадающем списке выбрать соответствующее загрузке.

7 Для просмотра информации по усилиям для конкретного элемента щелкнуть левой клавишей мыши по элементу. На экране появится таблица с информацией по элементу.

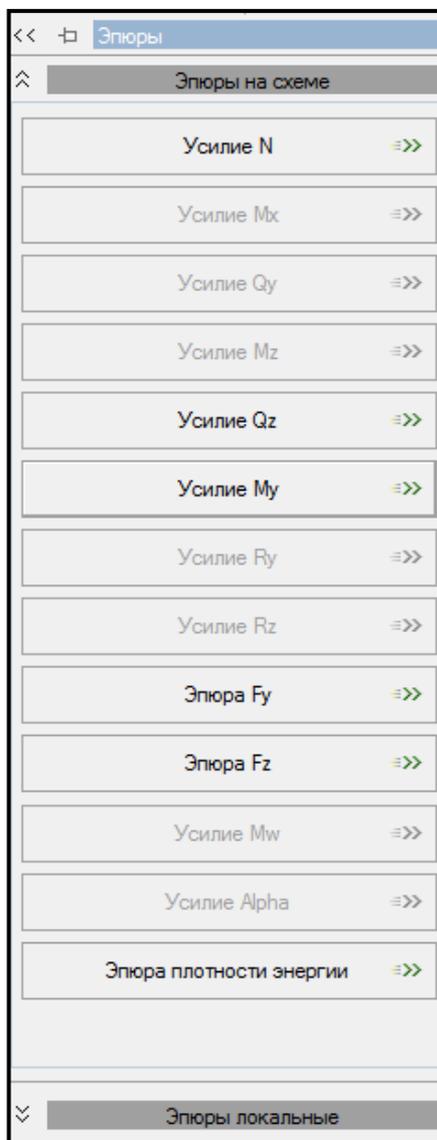


Рисунок 1.21 – Панель активного режима «Эпюры»

8 Для вывода мозаики усилий необходимо правой кнопкой мышки вызвать контекстное меню и выбрать «**Визуальное представление** → **Мозаика**» (кнопка  на панели инструментов).

9 Для вывода на экран локальных эпюр на панели активного режима «**Эпюры**» раскрыть блок «**Эпюры локальные**» (рисунок 1.22).

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

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

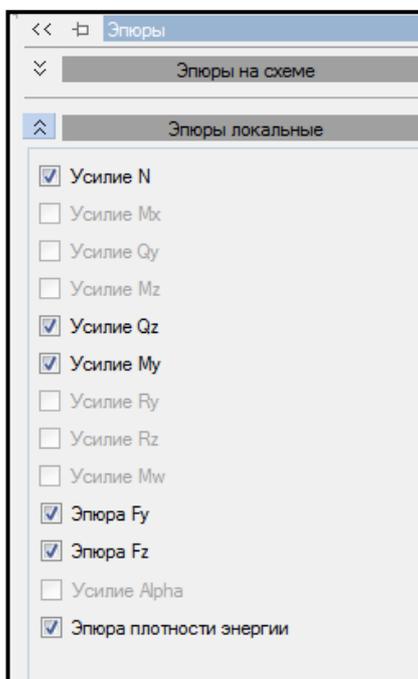


Рисунок 1.22 – Панель активного режима «Эпюры» (локальные эпюры)

12 Для сочетания «**Пользовательское сочетание**» аналогично загрузениям вывести на экран эпюры внутренних усилий.

13 Просмотр информации по усилиям для конкретного элемента, вывод на экран локальных эпюр, выполнить аналогично загрузениям.

### 1.11.3 Перемещения

Для вывода результатов по перемещениям необходимо выполнить последовательно действия:

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

2 В панели активного режима **«Перемещения»** в блоке **«Перемещения»** выбрать поочередно необходимое перемещение для каждого загрузки и вывести на экран результаты по перемещениям узлов в ГСК (глобальная система координат).

3 Снять флажок **«В локальной системе координат»** (рисунок 1.23).

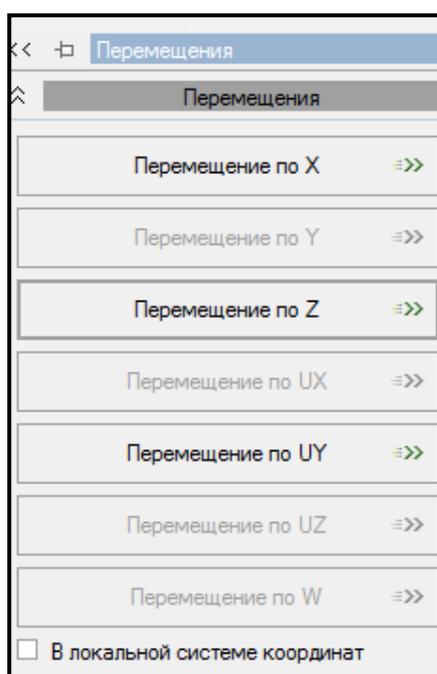


Рисунок 1.23 – Панель активного режима «Перемещения» (загрузки)

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

Также можно менять номер загрузки, используя выпадающую панель загрузок на панели инструментов, или одновременным нажатием клавиш **Ctrl + L**.

5 В выпадающем списке выбрать соответствующее загрузке.

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

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

8 Для сочетания «**Пользовательское сочетание**» вывести на экран результаты по перемещениям узлов аналогично загрузкам.

9 В поле «**Тип сочетания**» в выпадающем списке выбрать «**Нормативное**» (рисунок 1.24).

10 Просмотр информации по перемещениям для конкретного узла выполнить аналогично загрузкам.

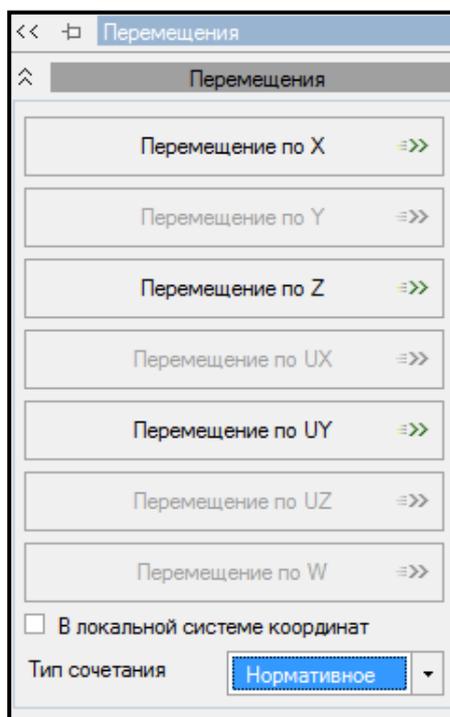


Рисунок 1.24 – Панель активного режима «Перемещения» (сочетания)

### 1.11.4 Проверка и подбор стальных сечений фермы

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

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

2 В панели активного режима «**Расчет конструкций**» в блоке «**Параметры структурного расчета**» установить флажок (рисунок 1.25):

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

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

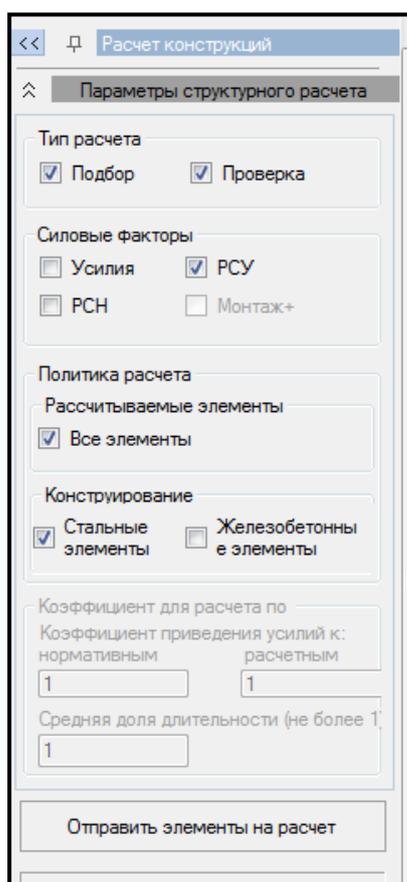


Рисунок 1.25 – Панель активного режима «Расчет конструкций»

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

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

6 Щелкнуть по кнопкам **«Включить», «Показать»**.

7 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.

8 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.

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

10 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.

11 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.

## **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 радиокнопкой «Все загрузки» или «Текущее загрузка».

3 Щелкнуть по кнопке «Сформировать» (рисунок 1.26).

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

5 Созданную таблицу можно экспортировать в Word, Excel или сохранить в формате HTML. Для этого вызвать раскрывающееся меню с помощью кнопки 

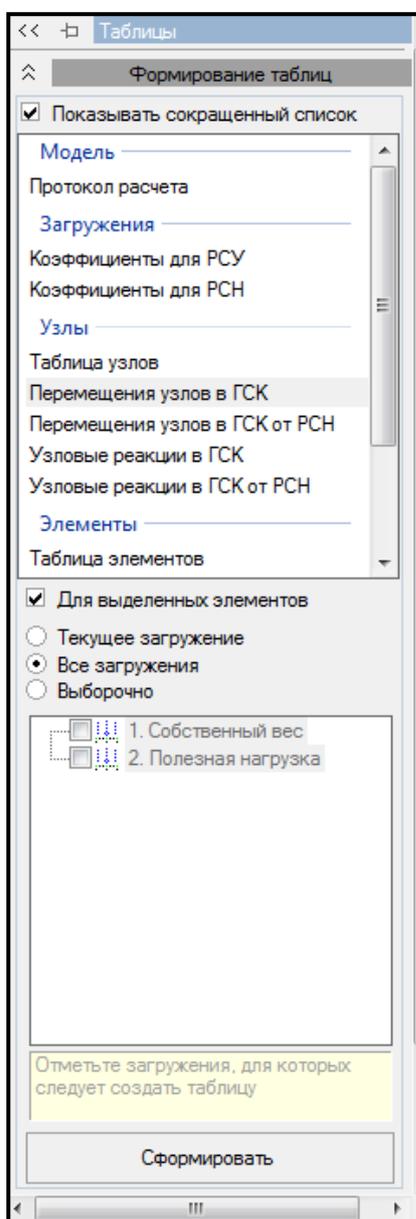


Рисунок 1.26 – Панель активного режима «Таблицы»

## 1.13 Формирование отчета

Для **формирования отчета** необходимо выполнить последовательно действия:

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 1.27).

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

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

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

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

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

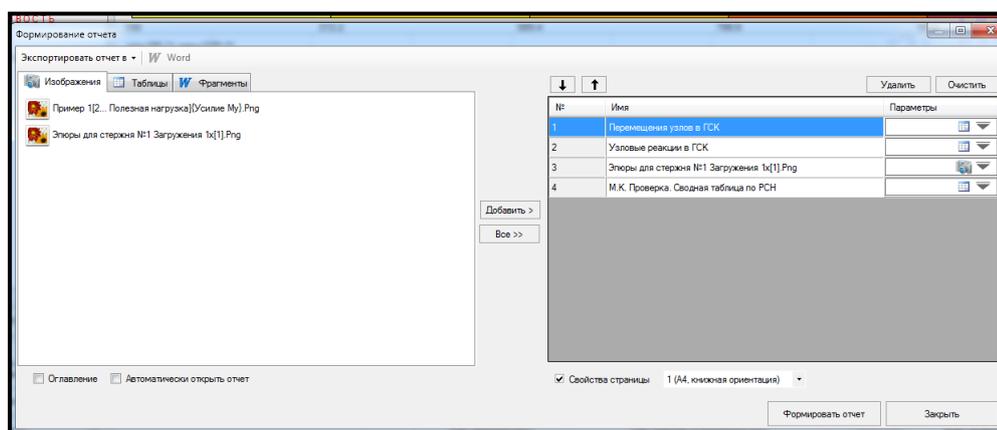


Рисунок 1.27 – Диалоговое окно формирования отчета

## 1.14 Вопросы для самопроверки

- 1 Какой нужно задать тип задачи при расчете фермы?
- 2 С помощью какой команды задается геометрия расчетной модели фермы?
- 3 С помощью какой команды задается нумерация узлов и элементов расчетной схемы фермы?
- 4 Как происходит отметка узлов и элементов?
- 5 Для чего выполняется упаковка расчетной схемы?
- 6 С помощью какой команды задаются граничные условия?
- 7 С помощью какого редактора задаются сечения для стержней?
- 8 С помощью какого редактора задаются материалы для стержней?
- 9 С помощью какого редактора задаются параметры конструирования?
- 10 С помощью какой команды назначаются сечения, материалы и параметры конструирования элементам расчетной схемы?
- 11 С помощью какого редактора формируются загрузки фермы?
- 12 С помощью какой команды назначаются нагрузки?
- 13 С помощью какой команды можно запустить задачу на расчет?
- 14 С помощью какой команды выводится на экран деформированная схема?
- 15 С помощью какой команды можно вывести на экран эпюры внутренних усилий?
- 16 С помощью какой команды можно вывести на экран локальные эпюры внутренних усилий?
- 17 С помощью какой команды можно вывести на экран мозаику внутренних усилий?
- 18 С помощью какой команды можно вывести на экран результаты перемещений?
- 19 С помощью какой команды можно вывести сформировать таблицы результатов расчета?
- 20 С помощью какой команды выполняется проверка и подбор стальных сечений фермы?

## 2 Задание для самостоятельного выполнения

Стальная ферма (сталь С245) коробчатого поперечного сечения нагружена сосредоточенными силами. Выполнить статический расчет фермы в программном комплексе ЛИРА 10.6.

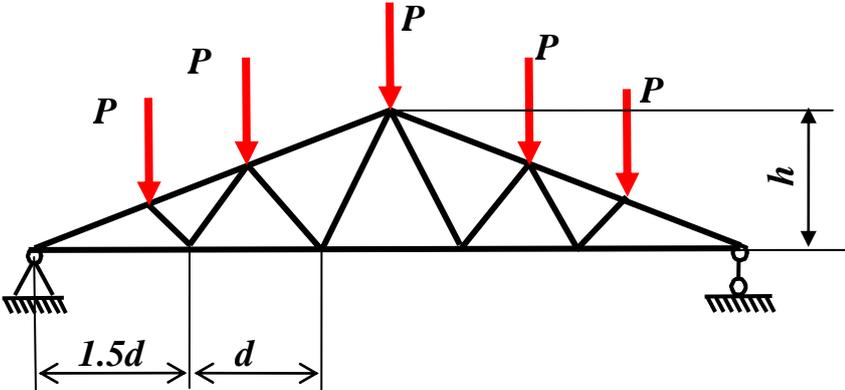
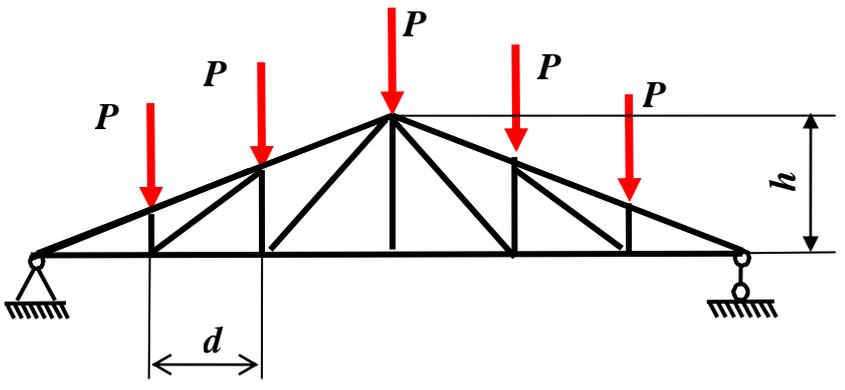
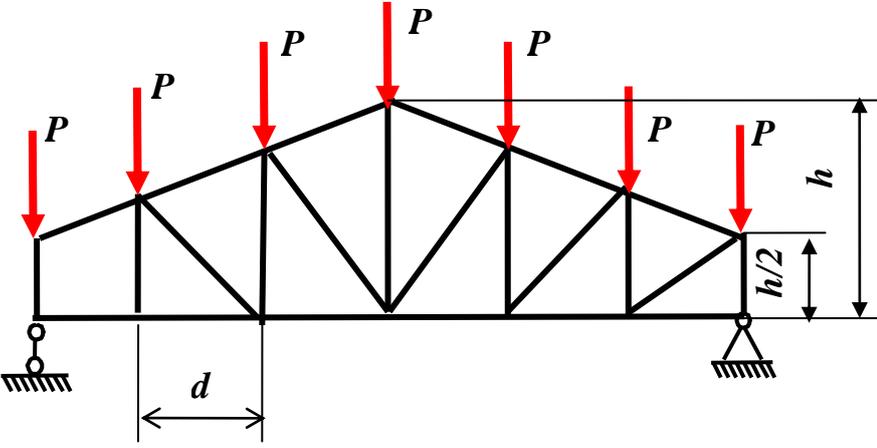
Требуется:

- 1) создать расчетную схему фермы;
- 2) выполнить расчет на статические нагрузки:
  - загрузка 1 – собственный вес металла;
  - загрузка 2 – полезная нагрузка;
- 3) сформировать отчет, в который включить:
  - расчетную схему фермы;
  - деформированную схему фермы от сочетания нагрузок;
  - эпюры внутренних усилий от каждого нагружения и от сочетания нагружений;
  - таблицу усилий в стержневых элементах;
  - таблицу перемещений узлов;
  - таблицу проверки сечений металлоконструкции;
  - таблицу подбора сечений металлоконструкции.

Схемы ферм и исходные данные приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Размеры коробчатого сечения элементов фермы задать самостоятельно.

Таблица 2.1 – Схемы ферм

№ схемы	Схема
1	2
1	
2	
3	

Продолжение таблицы 2.1

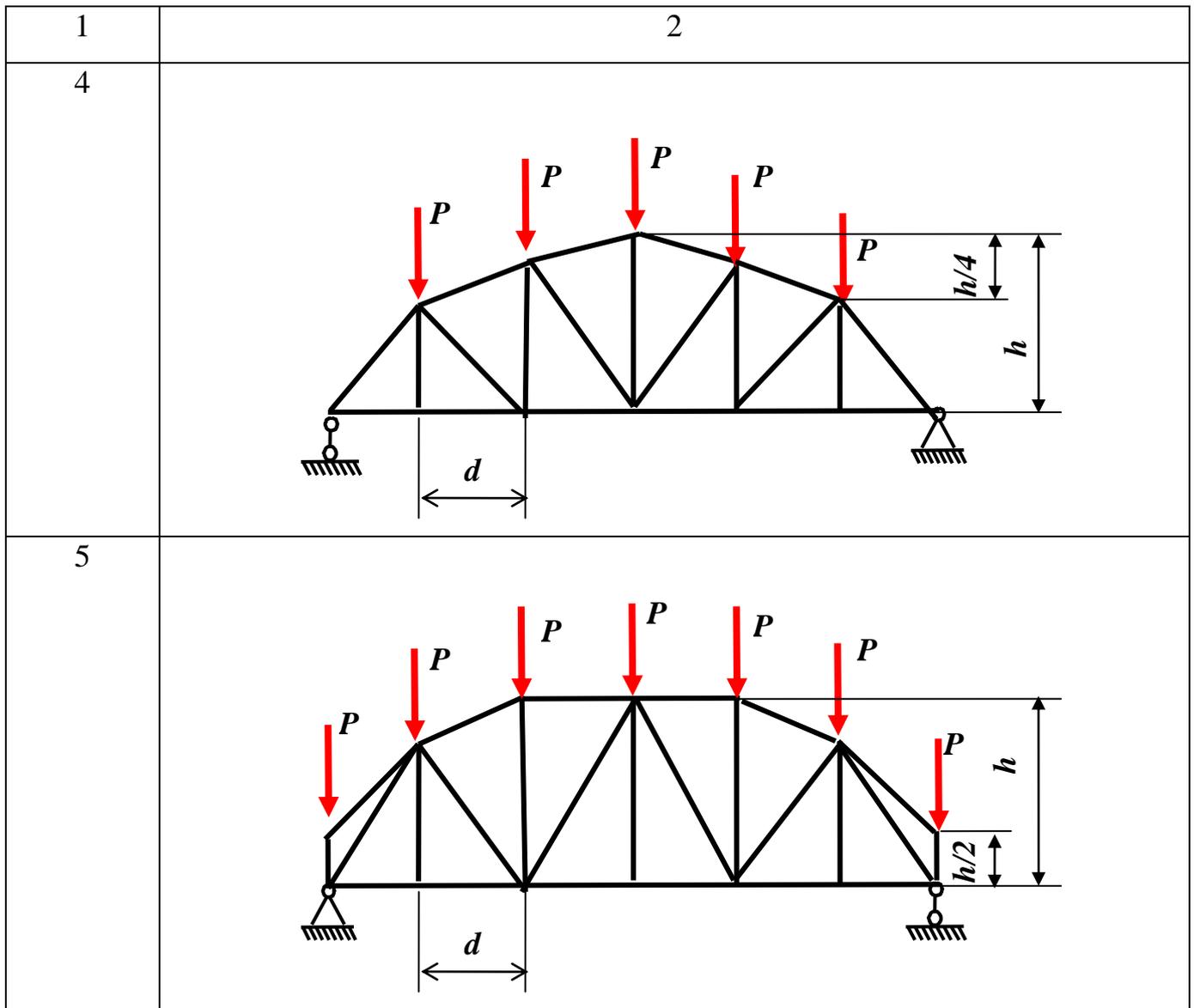


Таблица 2.2 – Исходные данные

№ строки	P, т	d, м	h, м
1	0,2	2,0	2,0
2	0,3	2,1	2,5
3	0,4	2,2	2,0
4	0,5	2,3	2,5
5	0,6	2,4	2,0

## Список использованных источников

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

2 Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов: учебник / В. И. Феодосьев. – 14-е изд., испр. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 592 с. – (Механика в техническом университете; т. 2). – Предм. указ.: с. 577–584. – ISBN 978-5-7038-3024-6.

3 Нагрузки и воздействия на здания и сооружения : учеб. пособие / В. Н. Гордеев [и др.]; под общ. ред. А. В. Перельмутера. – М. : Ассоц. строит. вузов, 2007. – 482 с. – ISBN 978-5-93093-404- 5. – Режим доступа: <http://dwg.ru/dnl/4183>.

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

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