

Пример 12. Расчет стального каркаса здания с подготовкой информации для системы ЛИР-КМ

Цели и задачи:

- произвести статический расчет пространственной рамы и произвести расчет РСУ;
- выполнить подбор и проверку стальных сечений элементов рамы;
- показать процедуру расчета узлов в системе ЛИР-СТК.

Исходные данные:

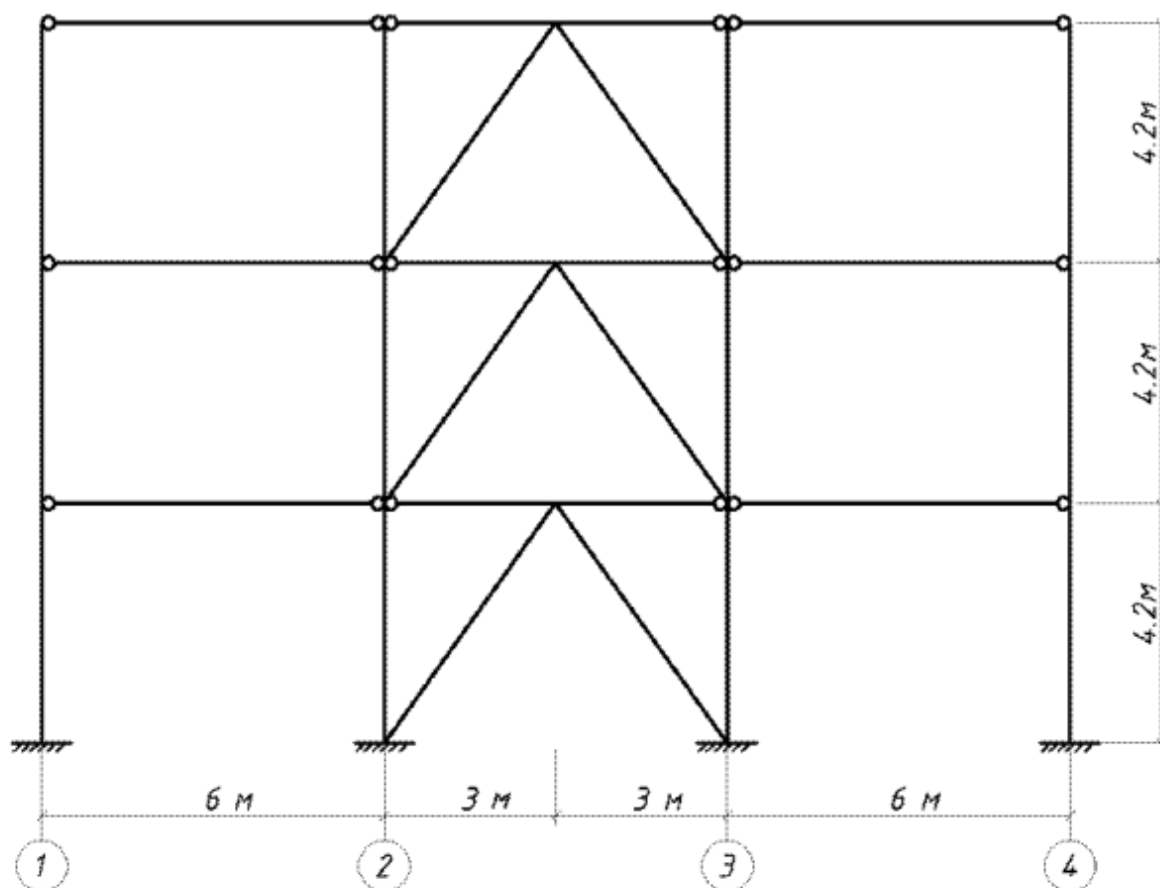
Схема рамы и ее закрепление показаны на рис.12.1.

Сечения элементов:

- крайние и средние колонны – двутавр № 35К1;
- балки продольные – двутавр № 30;
- балки поперечные – составной двутавр;
- связи по колоннам – два уголка 75 х 75 х 6.

Нагрузки:

- загрузка 1 – нагрузка от собственного веса элементов схемы,
- загрузка 2 – равномерно распределенная нагрузка на балки,
- загрузка 3 – ветровая нагрузка.



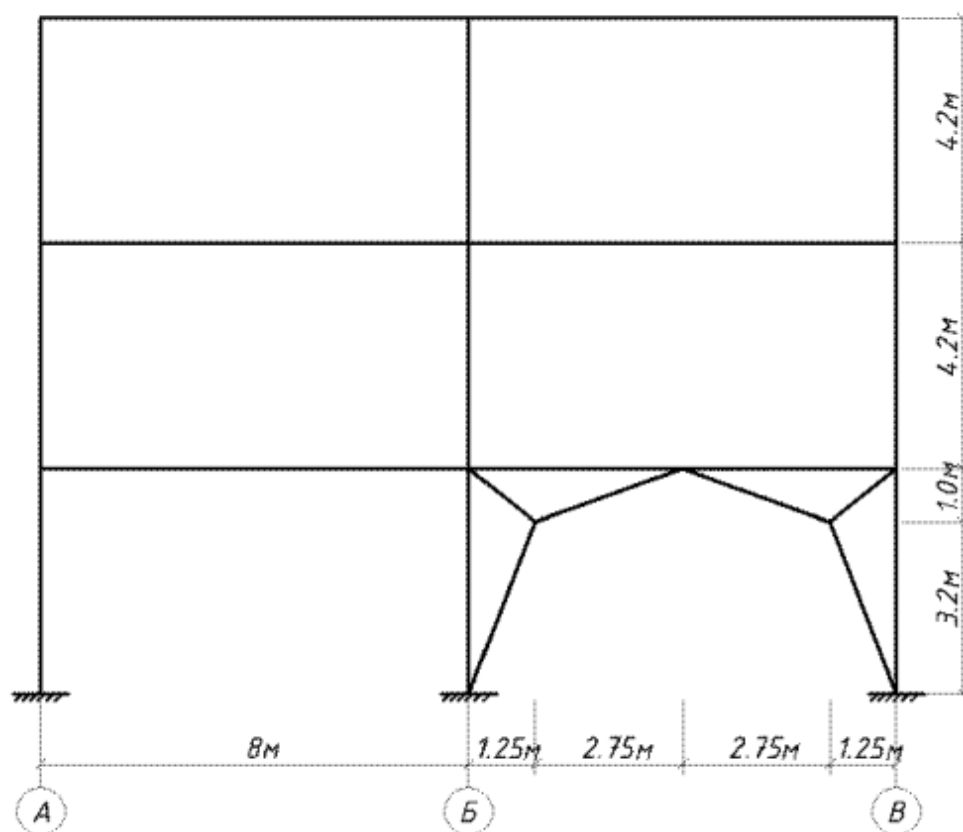


Рис.12.1. Расчетная схема поперечника здания



Создание новой задачи

Для того чтобы начать работу с ПК **ЛИРА**, выполните следующую команду Windows:
Пуск ⇒ **Программы** ⇒ **Lira Soft** ⇒ **ЛИРА 9.4** ⇒ **ЛИРА 9.4**.

Этап 1. Создание новой задачи



- Для создания новой задачи выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Новый** (кнопка  на панели инструментов).
- В появившемся диалоговом окне **Признак схемы** (рис.12.2) задайте следующие параметры:
 - имя создаваемой задачи – **Пример12** (шифр задачи по умолчанию совпадает с именем задачи);
 - признак схемы – **5 – Шесть степеней свободы в узле**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

Рис.12.2. Диалоговое окно **Признак схемы**



Создание геометрической схемы


Этап 2. Создание геометрической схемы

Создание рамы

- С помощью меню **Схема** ⇒ **Создание** ⇒ **Пространственные рамы** вызовите диалоговое окно **Пространственная рама**.
- В этом окне задайте следующие параметры пространственной рамы (рис.12.3):
 - Шаг вдоль оси X: Шаг вдоль оси Y: Шаг вдоль оси Z:

L(м)	N	L(м)	N	L(м)	N
8	2	6	3	4.2	3.
 - Снимите флажок **Создавать элементы пластин**.
- После этого щелкните по кнопке – **Применить**.

Сохранение информации о расчетной схеме

- Для сохранения информации о расчетной схеме выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Сохранить** (кнопка  на панели инструментов).
- В появившемся диалоговом окне **Сохранить как** задайте:
 - имя задачи – **Пример12**;
 - папку, в которую будет сохранена эта задача (по умолчанию выбирается папка – **LData**).
- Щелкните по кнопке **Сохранить**.

- Выполните пункт меню **Опции** ⇒ **Флаги рисования** (кнопка  на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Показать** при активной закладке **Элементы** установите флажок **Номера элементов**.
- После этого перейдите на вторую закладку **Узлы** и установите флажок **Номера узлов**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.

- С помощью меню **Выбор** ⇒ **ПолиФильтр** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **ПолиФильтр** (рис.12.4).
- В этом окне перейдите на вторую закладку **Фильтр для элементов**.
- Далее установите флажок **По ориентации КЭ** и включите радио-кнопку **II Y**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить**.

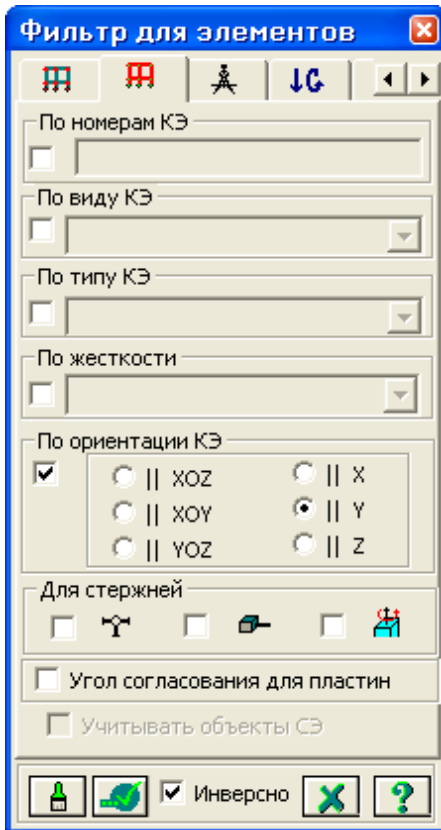




Рис.12.4. Диалоговое окно **Фильтр для элементов**

- Из меню **Жесткости** ⇒ **Шарниры** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Шарниры** (рис.12.5).
- В этом окне с помощью установки соответствующих флажков укажите узлы и направления, по которым снимается жесткость связи одного из концов стержня с узлом схемы:
 - 1-й узел – **UY, UZ**;
 - 2-й узел – **UY, UZ**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

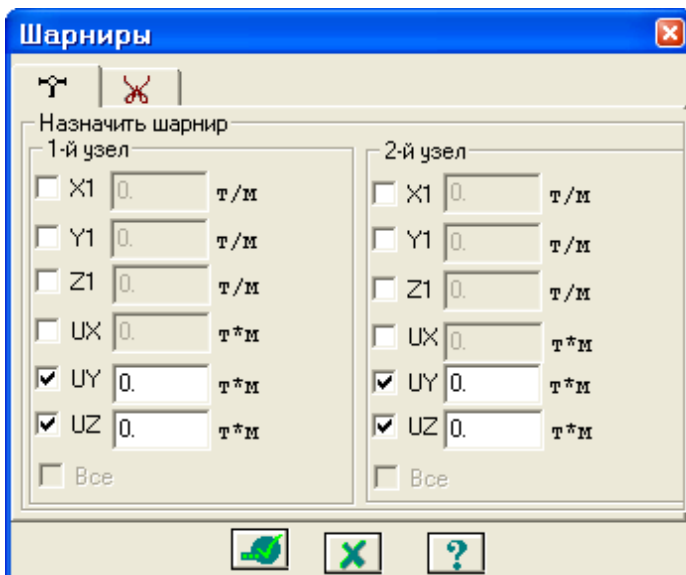





Рис.12.5. Диалоговое окно **Шарниры**

Добавление связей по колоннам между осями 2 и 3

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью курсора выделите элементы № 2, 8, 12, 13, 14, 41, 42, 43, 70, 71, 72 (выделенные элементы окрашиваются в красный цвет).

- Вызовите диалоговое окно **Добавить элемент** с помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Добавить элемент** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом окне перейдите на пятую закладку **Разделить на N равных частей** (рис.12.6) и задайте **N = 2**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

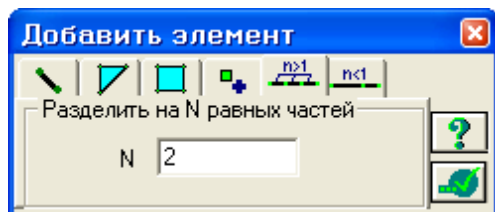





Рис.12.6. Диалоговое окно **Добавить элемент**

- После этого в этом же окне перейдите на первую закладку **Добавить стержень**.
- При установленных флажках **Указать узлы курсором** и **Учитывать промежуточные узлы** для добавления элементов между узлами № 7 и 51, 4 и 51, 19 и 54, 16 и 54 31 и 57, 28 и 57 укажите последовательно курсором на эти пары узлов (при этом между ними протягивается резиновая нить).
- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- Выделите новые элементы № 99, 100, 101, 102, 103 и 104.
- С помощью пункта меню **Выбор** ⇒ **Отметить узлы, принадлежащие отмеченным элементам** (кнопка  на панели инструментов) выделите узлы, принадлежащие отмеченным ранее элементам (узлы окрашиваются в красный цвет).
- С помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Копировать выбранные объекты** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Копирование объектов**.
- В этом окне перейдите на вторую закладку **Копирование по одному узлу** (рис.12.7).

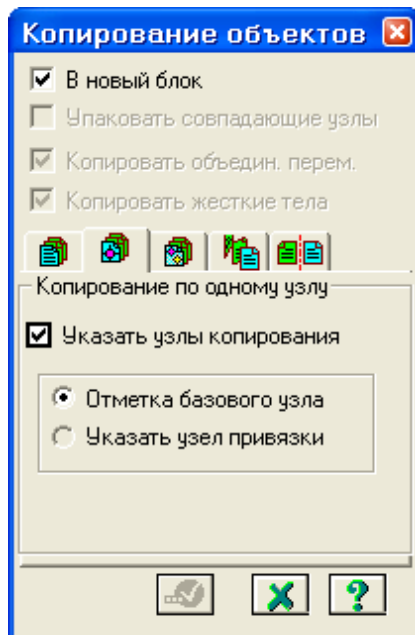



Рис.12.7. Диалоговое окно **Копирование объектов**

- Укажите курсором на расчетной схеме на узел примыкания связей к середине балки № 57 (узел окрашивается в малиновый цвет и в диалоговом окне **Копирование объектов** автоматически включается радио-кнопка **Указать узел привязки**).
- После этого укажите курсором (щелкнув левой кнопкой мыши) в те узлы, куда требуется скопировать фрагмент – узлы № 58 и 59.

Упаковка схемы

- С помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Упаковка схемы** (кнопка  на панели инструментов)

вызовите диалоговое окно **Упаковка** (рис.12.8).

- В этом окне щелкните по кнопке  – **Подтвердить** (упаковка схемы производится для сшивки совпадающих узлов и элементов, а также для безвозвратного исключения из расчетной схемы удаленных узлов и элементов).

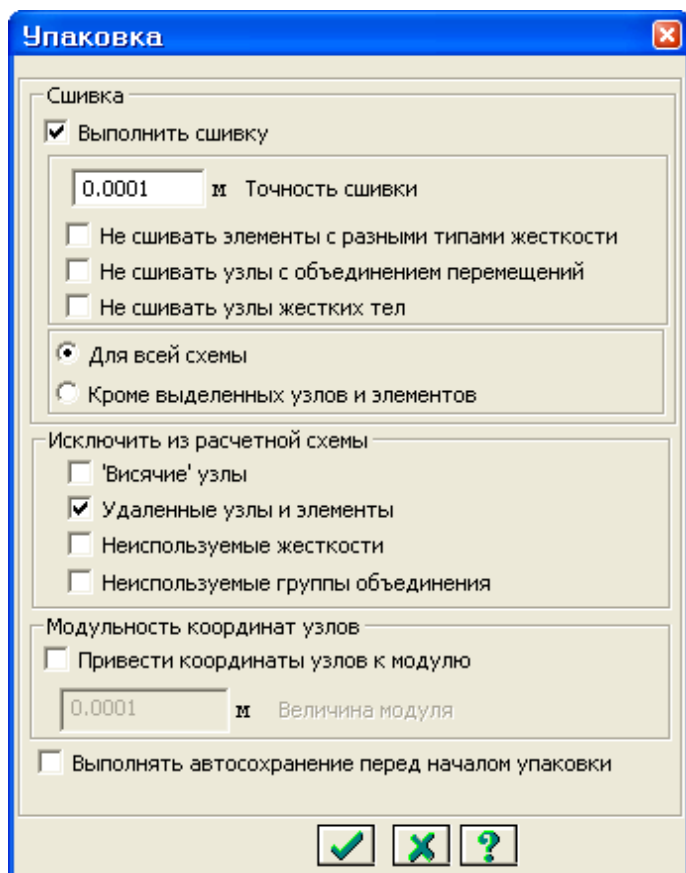




Рис.12.8. Диалоговое окно **Упаковка**

Добавление связей по колоннам между осями Б и В

- Вызовите диалоговое окно **Добавить узел** с помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Добавить узел** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом окне задайте следующие координаты узла (рис.12.9):

X	Y	Z
9.25	0	3.2
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

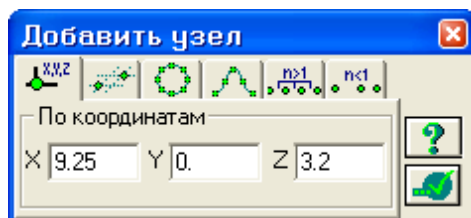







Рис.12.9. Диалоговое окно **Добавить узел**

- Затем задайте новые координаты узла:

X	Y	Z
14.75	0	3.2
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.
- Вызовите диалоговое окно **Добавить элемент** с помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Добавить элемент** (кнопка  на панели инструментов).
- При установленных флажках **Указать узлы курсором** и **Учитывать промежуточные узлы** для добавления

элементов между узлами № 2 и 60, 12 и 60, 47 и 60, 47 и 61, 13 и 61, 3 и 61, укажите последовательно курсором на эти пары узлов (при этом между ними протягивается резиновая нить).


- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- Выделите новые элементы № 117 – 122.
- С помощью пункта меню **Выбор** ⇒ **Отметить узлы, принадлежащие отмеченным элементам** (кнопка  на панели инструментов) выделите узлы, принадлежащие отмеченным ранее элементам.
- С помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Копировать выбранные объекты** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Копирование объектов**.
- В этом окне перейдите на вторую закладку **Копирование по одному узлу**.
- Укажите курсором на расчетной схеме на узел примыкания связей к середине балки № 47 (узел окрашивается в малиновый цвет и в диалоговом окне **Копирование объектов** автоматически включается радио-кнопка **Указать узел привязки**).
- После этого укажите курсором (щелкнув левой кнопкой мыши) в тот узел, куда требуется скопировать фрагмент – узел № 48.
- Снова упакуйте схему описанным выше способом.



Задание жесткостных параметров элементам каркаса

Этап 3. Задание жесткостных параметров элементам каркаса

Формирование типов жесткости

- С помощью меню **Жесткости** ⇒ **Жесткости элементов** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Жесткости элементов** (рис.12.10).
- В этом окне щелкните по кнопке **Добавить** и в библиотеке жесткостных характеристик щелкните по второй закладке **База металлических сечений**.
- Выберите двойным щелчком мыши на элементе графического списка тип сечения **Двутавр** (на экран выводится диалоговое окно для задания жесткостных характеристик выбранного типа сечения).

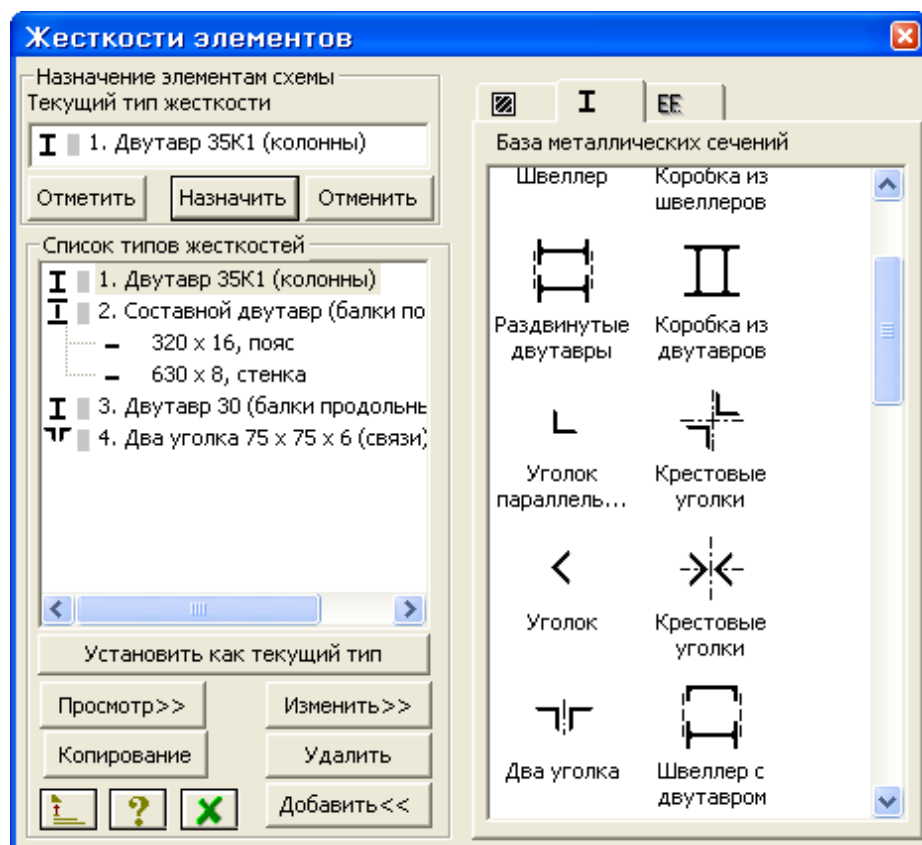


Рис.12.10. Диалоговое окно Жесткости элементов

- В диалоговом окне **Стальное сечение** задайте параметры сечения **Двутавр** (рис.12.11):
 - в раскрывающемся списке – **Сортамент** выберите позицию – **Двутавр с параллельными гранями полок типа К(колонный)**;
 - в списке – **Профиль** – **35К1**;
 - в поле **Комментарий** введите **колонны**.
- Подтвердите ввод щелчком по кнопке **ОК**.

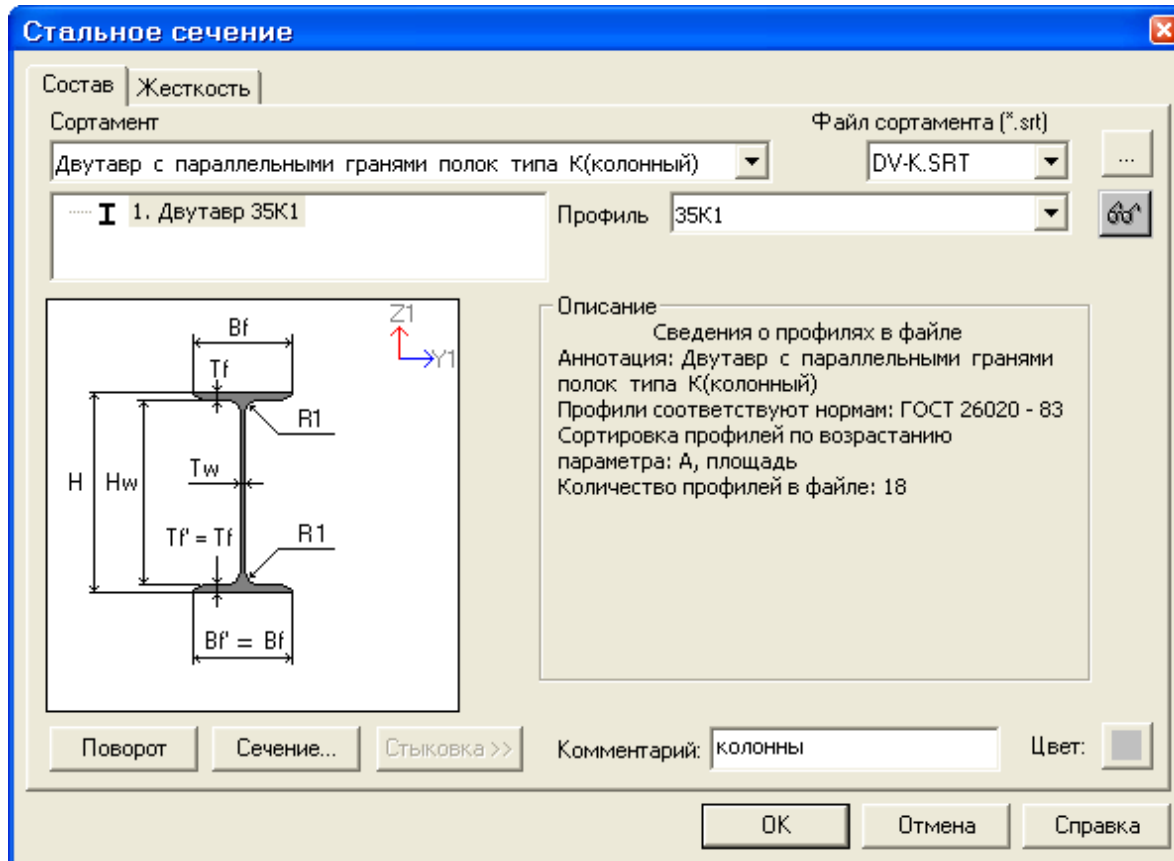









Рис.12.11. Диалоговое окно Стальное сечение

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** выберите тип сечения **Составной двутавр**.
- В новом окне **Стальное сечение** для полок сечения **Составной двутавр** задайте:
 - в списке компонентов сечения выделите строку **пояс**;
 - в раскрывающемся списке – **Сортамент** выберите позицию – **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм**;
 - в списке – **Профиль** – **320 x 16**.
- Для стенки сечения **Составной двутавр** задайте:
 - в списке компонентов сечения выделите строку **стенка**;
 - в раскрывающемся списке – **Сортамент** выберите позицию – **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм**;
 - в списке – **Профиль** – **630 x 8**;
 - в поле **Комментарий** введите **балки поперечные**.
- Подтвердите ввод щелчком по кнопке **ОК**.
- В диалоговом окне **Жесткости элементов** выберите тип сечения **Двутавр**.
- В диалоговом окне **Стальное сечение** задайте параметры сечения **Двутавр**:
 - Сортамент – **Двутавр с непараллельными гранями полок**;

- Профиль – **30**;
- в поле **Комментарий** введите **балки продольные**.
- Подтвердите ввод щелчком по кнопке **ОК**.
- В диалоговом окне **Жесткости элементов** выберите тип сечения **Два уголка**.
- В диалоговом окне **Стальное сечение** задайте параметры сечения **Два уголка**:
 - Сортамент – **Уголок равнополочный**;
 - Профиль – **75 x 75 x 6**;
 - в поле **Комментарий** введите **связи**.
- Подтвердите ввод щелчком по кнопке **ОК**.
- Для того чтобы скрыть библиотеку жесткостных характеристик, щелкните по кнопке **Добавить**.

Назначение жесткостей элементам каркаса



- В списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **1. Двутавр 35К1**.
- Щелкните по кнопке **Установить как текущий тип** (при этом выбранный тип записывается в окне редактирования **Текущий тип жесткости**. Можно назначить текущий тип жесткости двойным щелчком по строке списка).
- Выполните пункт меню **Выбор ⇒ Отметка вертикальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью "резинового окна" выделите всю схему (при этом в красный цвет окрашиваются только вертикальные элементы схемы – колонны).
- Затем в диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните по кнопке **Назначить**.
- В диалоговом окне **Жесткости элементов** в списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **2. Составной двутавр**.
- Щелкните по кнопке **Установить как текущий тип**.
- С помощью меню **Выбор ⇒ ПолиФильтр** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **ПолиФильтр** (рис.12.4).
- В этом окне перейдите на вторую закладку **Фильтр для элементов**.
- Далее установите флажок **По ориентации КЭ** и включите радио-кнопку **II X**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить**.
- В диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните по кнопке **Назначить**.
- В списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **3. Двутавр 30**.
- Щелкните по кнопке **Установить как текущий тип**.
- В диалоговом окне **Фильтр для элементов** включите радио-кнопку **II Y**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить**.
- В диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните по кнопке **Назначить**.
- В списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **4. Два уголка 75 x 75 x 6**.
- Щелкните по кнопке **Установить как текущий тип**.
- Выполните пункты меню **Выбор ⇒ Отметка вертикальных элементов** (кнопка  на панели инструментов) и **Выбор ⇒ Отметка горизонтальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью "резинового окна" выделите всю схему.
- Выполните пункт меню **Выбор ⇒ Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).

- С помощью "резинового окна" выделите еще раз всю схему (при этом произойдет инверсия выделения. В красный цвет окрашиваются только элементы связей).
- В диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните по кнопке **Назначить**.



Смена типа конечных элементов для элементов связей

Этап 4. Смена типа конечных элементов для элементов связей

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** при установленном текущем типе жесткости **4. Два уголка 75 x 75 x 6** щелкните по кнопке **Отметить**.
- С помощью меню **Схема** ⇒ **Корректировка** ⇒ **Смена типа конечного элемента** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Смена типа конечного элемента** (рис.12.12).
- В этом окне в списке типов конечных элементов выделите строку **Тип 4 – КЭ пространственной фермы**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

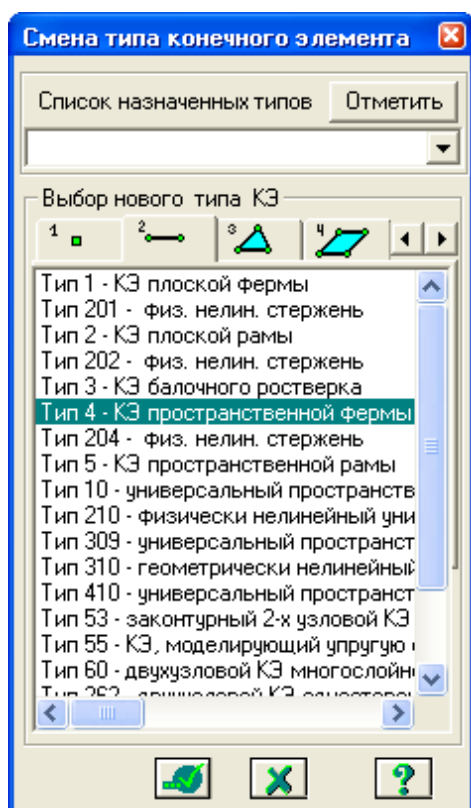



Рис.12.12. Диалоговое окно **Смена типа конечного элемента**



Задание нагрузок

Этап 5. Задание нагрузок

Формирование загрузки № 1

- Для задания нагрузки от собственного веса элементов каркаса, вызовите диалоговое окно **Добавить собственный вес** (рис.12.13) с помощью меню **Нагрузки** ⇒ **Добавить собственный вес**.
- В этом окне, при включенной радио-кнопке **все элементы**, в поле **Козф. надежности по нагрузке** задайте коэффициент равен **1.05** (так как в системе **ЛИР-РС** (Редактируемый сортамент) погонный вес элементов задан нормативным, то его нужно преобразовать в расчетный).
- Щелкните по кнопке  – **Применить** (всем элементам конструкции автоматически назначается равномерно распределенная нагрузка, равная погонному весу элементов).

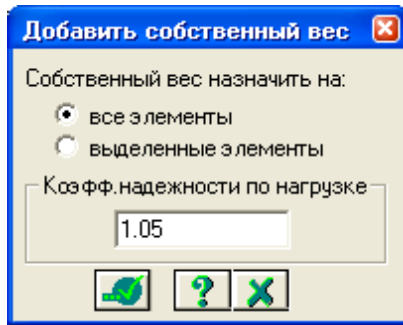




Рис.12.13. Диалоговое окно **Добавить собственный вес**

Формирование загрузки № 2

- Смените номер текущего загрузки, вызвав диалоговое окно **Активное загрузке** (рис.12.14) с помощью меню **Нагрузки** ⇒ **Выбор загрузки** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом диалоговом окне задайте номер загрузки **2**.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

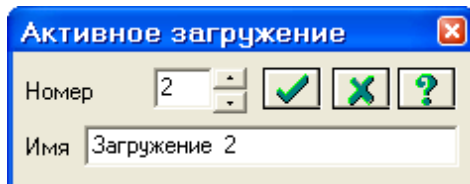


Рис.12.14. Диалоговое окно **Активное загрузке**




- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка горизонтальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- Переключите схему в проекцию на плоскость **XOZ** с помощью меню **Вид** ⇒ **Проекция на плоскость XOZ** (кнопка  на панели инструментов)
- С помощью "резинового окна" выделите элементы центрального ряда колонн.
- Из меню **Нагрузки** ⇒ **Нагрузка на узлы и элементы** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Задание нагрузок** (рис.12.15).
- В этом окне перейдите на третью закладку **Нагрузки на стержни** (по умолчанию включены радио-кнопки системы координат – **Глобальная**, направление – вдоль оси **Z**).




Рис.12.15. Диалоговое окно **Задание нагрузок**


- Щелчком по кнопке равномерно распределенной нагрузки вызовите диалоговое окно **Параметры**.
- В этом окне задайте интенсивность нагрузки $p = 0.9$ т/м (рис.12.16).
- Щелкните по кнопке – **Подтвердить**.








Рис.12.16. Диалоговое окно **Параметры**

- После этого в диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке – **Применить**.
- С помощью "резинового окна" выделите элементы крайних рядов колонн.
- В диалоговом окне **Задание нагрузок** щелчком по кнопке равномерно распределенной нагрузки вызовите диалоговое окно **Параметры**.
- В этом окне задайте интенсивность нагрузки $p = 0.45$ т/м.
- Щелкните по кнопке – **Подтвердить**.
- После этого в диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке – **Применить**.
- Переключите схему в проекцию на плоскость **YOZ** с помощью меню **Вид** ⇒ **Проекция на плоскость YOZ**

(кнопка  на панели инструментов)

- С помощью "резинового окна" поочередно выделите элементы средних рядов колонн.
- Задайте на эти элементы равномерно распределенную нагрузку интенсивность $p = 1.44$ т/м.
- После этого с помощью "резинового окна" выделите элементы крайних рядов колонн.
- Задайте на эти элементы равномерно распределенную нагрузку интенсивность $p = 0.72$ т/м.
- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка горизонтальных элементов** (кнопка  на панели инструментов), чтобы снять активность с операции выделения горизонтальных элементов.

Формирование загрузки № 3

- Смените номер текущего загрузки, вызвав диалоговое окно **Активное загрузке** с помощью меню **Нагрузки** ⇒ **Выбор загрузки** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом диалоговом окне задайте номер загрузки **3**.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.
- Переключите схему в проекцию на плоскость **XOZ** с помощью меню **Вид** ⇒ **Проекция на плоскость XOZ** (кнопка  на панели инструментов)
- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка вертикальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью "резинового окна" выделите элементы левого ряда колонн.
- В диалоговом окне **Задание нагрузок** включите радио-кнопку направления – вдоль оси **X**.
- Щелчком по кнопке трапециевидной нагрузки на группу стержней вызовите диалоговое окно **Неравномерная нагрузка**.
- В этом окне задайте следующие параметры нагрузки (рис.12.17):
 - включите радио-кнопку направления изменения величины нагрузки – **Вдоль оси Z**;
 - значение нагрузки в начале приложения $p1 = -0.065$ т/м;
 - значение нагрузки в конце приложения $p2 = -0.1$ т/м.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

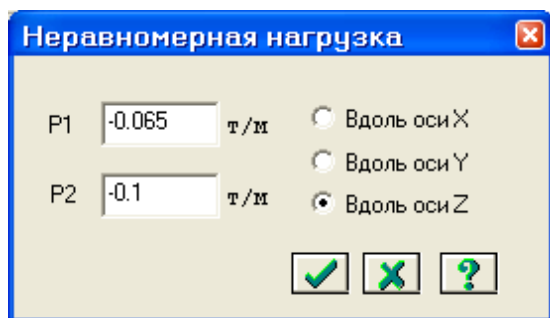







Рис.12.17. Диалоговое окно **Неравномерная нагрузка**




- После этого в диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- С помощью "резинового окна" выделите элементы правого ряда колонн.
- В диалоговом окне **Задание нагрузок** щелчком по кнопке трапециевидной нагрузки на группу стержней вызовите диалоговое окно **Неравномерная нагрузка**.
- В этом окне задайте следующие параметры нагрузки:
 - включите радио-кнопку направления изменения величины нагрузки – **Вдоль оси Z**;
 - значение нагрузки в начале приложения $p1 = -0.05$ т/м;
 - значение нагрузки в конце приложения $p2 = -0.075$ т/м.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

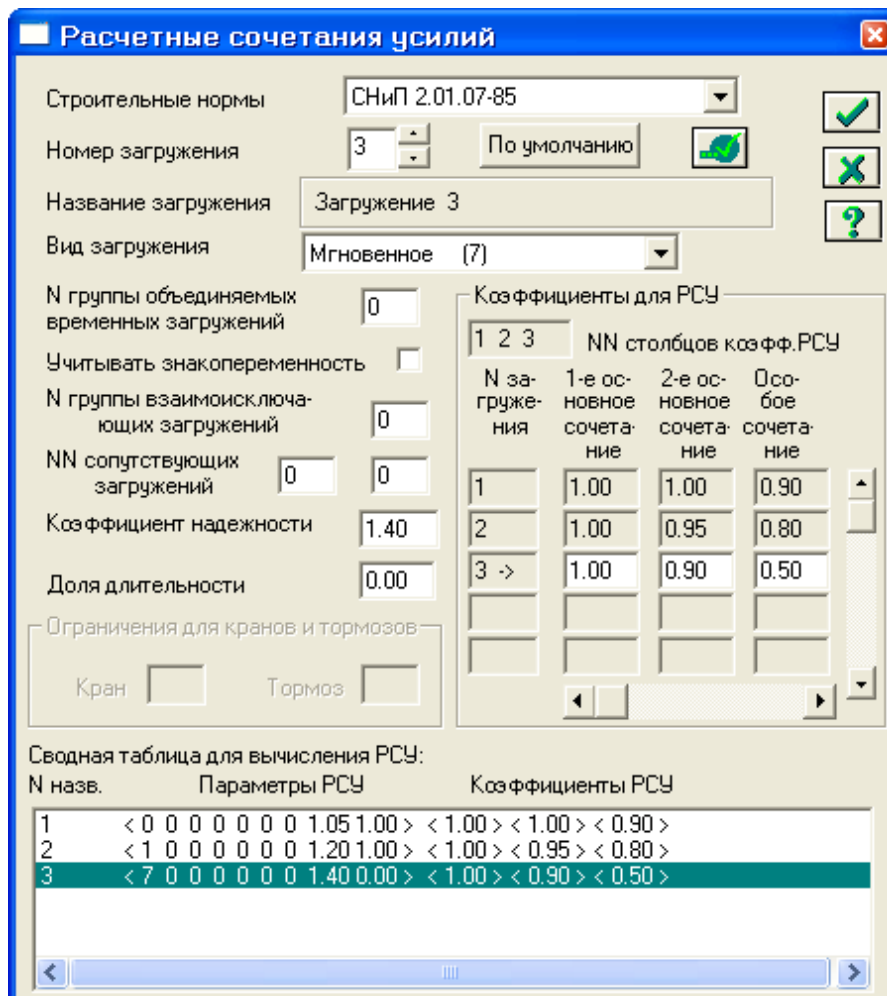
- После этого в диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка вертикальных элементов** (кнопка  на панели инструментов), чтобы снять активность с операции выделения вертикальных элементов.
- Переключите схему в изометрическую проекцию с помощью меню **Вид** ⇒ **Изометрия** (кнопка  на панели инструментов)



Генерация таблицы РСУ

Этап 6. Генерация таблицы РСУ

- С помощью меню **Нагрузки** ⇒ **PCY** ⇒ **Генерация таблицы PCY** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий** (рис.12.18).
- В этом окне при выбранных строительных нормах **СНиП 2.01.07-85** задайте следующие данные:
 - для Загружения 1 выберите в списке Вид загрузки – **Постоянное (0)**, в текстовом поле **Коэффициент надежности** задайте величину **1.05** и после этого щелкните по кнопке  – **Применить** (в строке **Номер загрузки** номер автоматически изменился на **2**);
 - для Загружения 2 выберите в списке Вид загрузки – **Временное длит. (1)** и щелкните по кнопке **По умолчанию** (в строке **Номер загрузки** номер автоматически изменился на **3**);
 - для Загружения 3 выберите в списке Вид загрузки – **Мгновенное (7)** и щелкните по кнопке **По умолчанию**.
- Для окончания формирования таблицы РСУ, щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.



Расчетные сочетания усилий

Строительные нормы: **СНиП 2.01.07-85**

Номер загрузки: **3** (По умолчанию)

Название загрузки: **Загружение 3**

Вид загрузки: **Мгновенное (7)**

N группы объединяемых временных загрузок: **0**

Учитывать знакопеременность: ☐

N группы взаимоисключающих загрузок: **0**

NN сопутствующих загрузок: **0**

Коэффициент надежности: **1.40**

Доля длительности: **0.00**

Ограничения для кранов и тормозов: Кран ☐ Тормоз ☐

Коэффициенты для РСУ

1	2	3	NN столбцов коэф. РСУ
N загрузки	1-е основное сочетание	2-е основное сочетание	Особое сочетание
1	1.00	1.00	0.90
2	1.00	0.95	0.80
3 ->	1.00	0.90	0.50

Сводная таблица для вычисления РСУ:




N назв.	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	< 0 0 0 0 0 0 0 1.05 1.00 >	< 1.00 > < 1.00 > < 0.90 >
2	< 1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00 >	< 1.00 > < 0.95 > < 0.80 >
3	< 7 0 0 0 0 0 0 1.40 0.00 >	< 1.00 > < 0.90 > < 0.50 >

Рис.12.18. Диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий**



Задание расчетных сечений для ригелей

Этап 7. Задание расчетных сечений для ригелей

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка горизонтальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью "резинового окна" выделите все горизонтальные элементы расчетной схемы.
- С помощью меню **Схема** ⇒ **Расчетные сечения стержней** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Расчетные сечения**.
- В этом окне задайте количество расчетных сечений **N = 5** (рис.12.19.).
- Щелкните по кнопке  – **Применить** (для того чтобы выполнить расчет по второй группе предельных состояний, нужно задать не менее трех расчетных сечений).

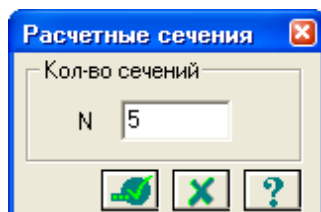


Рис.12.19. Диалоговое окно **Расчетные сечения**



Статический расчет каркаса


Этап 8. Статический расчет каркаса

- Запустите задачу на расчет с помощью меню **Режим** ⇒ **Выполнить расчет** (кнопка  на панели инструментов).








Просмотр и анализ результатов расчета

Этап 9. Просмотр и анализ результатов расчета

- После расчета задачи, переход в режим результатов расчета осуществляется с помощью меню **Режим** ⇒ **Результаты расчета** (кнопка  на панели инструментов).


Вывод на экран эпюр внутренних усилий

- Выведите на экран эпюру **М_y** с помощью меню **Усилия** ⇒ **Эпюры** ⇒ **Эпюры изгибающих моментов (М_y)** (кнопки  , а затем  на панели инструментов).
- Для вывода эпюры **N**, выполните пункт меню **Усилия** ⇒ **Эпюры** ⇒ **Эпюры продольных сил (N)** (кнопка  на панели инструментов).
- Чтобы вывести мозаику усилия **N**, выполните пункт меню **Усилия** ⇒ **Эпюры** ⇒ **Мозаика N** (кнопка  на панели инструментов).
- Для вывода мозаики усилия **М_y**, выполните пункт меню **Усилия** ⇒ **Эпюры** ⇒ **Мозаика М_y** (кнопка  на панели инструментов).

Смена номера текущего загрузки

- На панели инструментов **Загрузки**  смените номер загрузки на **2** и щелкните по кнопке  – **Применить**.

Формирование и просмотр таблиц результатов расчета

- Для вывода на экран таблицы со значениями расчетных сочетаний усилий в элементах схемы выполните пункт меню **Окно** ⇒ **Стандартные таблицы**.
- После этого в диалоговом окне **Стандартные таблицы** (рис.12.20) выделите строку **Расчетные сочетания усилий**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить** (для создания таблиц в формате HTML нужно включить радио-кнопку **HTML**. Для создания таблиц в формате для дальнейшей работы в режиме программы "Графический Макетировщик" нужно включить радио-кнопку **RPT**).

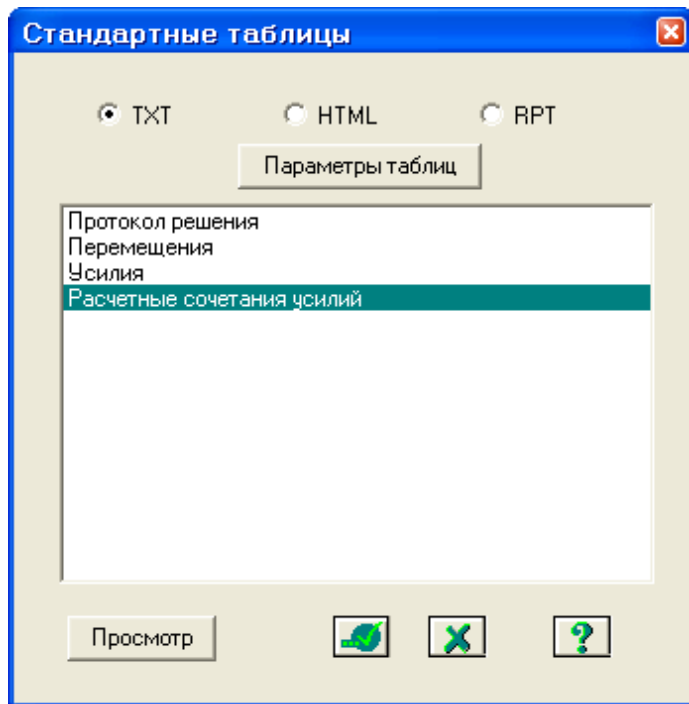


Рис.12.20. Диалоговое окно **Стандартные таблицы**

- Для того чтобы закрыть таблицу, выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Заккрыть**.




Расчет стальных сечений в системе ЛИР-СТК. Импорт расчетной схемы

Расчет стальных сечений в системе ЛИР-СТК. Конструирование узлов

Для того чтобы начать работу с системой **ЛИР-СТК**, выполните следующую команду Windows:

Пуск ⇒ **Программы** ⇒ **Lira Soft** ⇒ **ЛИРА 9.4** ⇒ **ЛИР-СТК** (с этого момента в отдельном окне работает модуль **ЛИР-СТК**).

Этап 10. Импорт расчетной схемы

- Для импорта расчетной схемы выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Импорт** (кнопка  на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Введите имя импортируемого файла** (рис.12.21) выделите файл **Пример12#00.пример12**.
- Щелкните по кнопке **Открыть**.

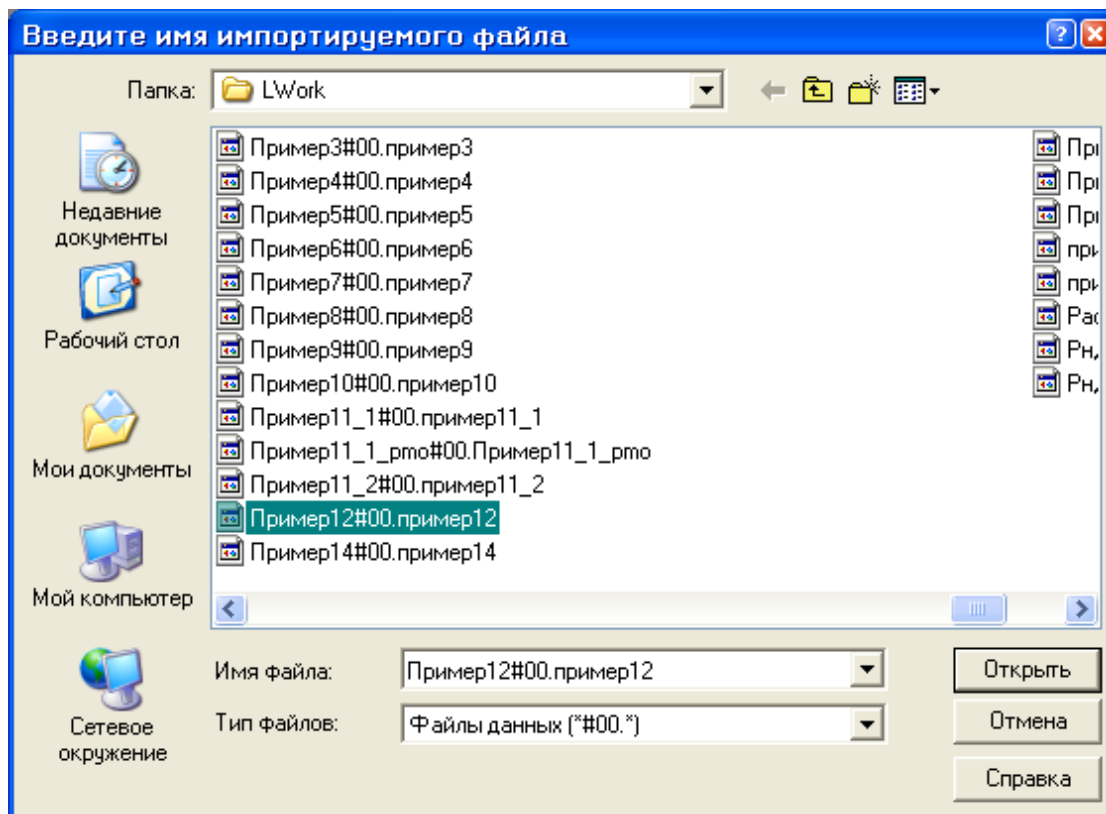


Рис.12.21. Диалоговое окно **Введите имя импортируемого файла**



Запуск модуля **ЛИР-СТК** может быть произведен из режима результатов расчета **ЛИР-ВИЗОР** с помощью меню **Окно** ⇒ **ЛИР-СТК**. В этом случае импортирование расчетной схемы производится автоматически.



Задание дополнительных характеристик

Этап 11. Задание дополнительных характеристик

Задание дополнительных характеристик для элементов колонн


- С помощью меню **Редактировать** ⇒ **Сечения** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Жесткости элементов**.
- В этом окне в списке типов жесткостей выделите строку **1. Двутавр 35К1**.
- Щелкните по кнопке **Изменить**.
- В диалоговом окне **Стальное сечение** в раскрывающемся списке – **Сталь** задайте марку – **ВСт3кп2-1**.
- После этого перейдите на закладку **Дополнительные характеристики** и включите радио-кнопку **Колонна**.
- Диалоговое окно **Стальные сечения** примет вид, представленный на рис.12.22, в котором задайте следующие характеристики:
 - установите флажок **Использовать коэффициенты к длине конструктивного элемента**;
 - задайте коэффициент длины относительно оси Z1 = 1;
 - коэффициент длины относительно оси Y1 = 1;
 - коэффициент длины для расчета Φ_b = 0.85.
- Для ввода данных щелкните по кнопке **ОК**.

Рис.12.22. Диалоговое окно **Стальное сечение**

Задание дополнительных характеристик для элементов поперечных балок

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** в списке типов жесткостей выделите строку **2. Составной двутавр** и щелкните по кнопке **Изменить**.
- В появившемся диалоговом окне **Стальное сечение** в раскрывающемся списке – **Сталь** задайте марку стали для всего сечения составного двутавра – **как у пояса**.
- Далее в списке компонентов сечения выделите строку **320 x 16, пояс** и в раскрывающемся списке – **Сталь** задайте марку стали – **ВСт3кп2-1**.
- Затем в списке компонентов сечения выделите строку **630 x 8, стенка** и задайте марку стали – **ВСт3кп2-1**.
- После этого перейдите на закладку **Дополнительные характеристики** и включите радио-кнопку **Балка**.
- Затем задайте следующие характеристики (рис.12.23):
 - установите флажок **Использовать коэффициент к длине конструктивного элемента**;
 - задайте коэффициент **Lef = 0.25**;
 - для задания раскреплений сжатого пояса, установите флажок **более, делят пролет на равные части**;
 - задайте максимально допустимый прогиб – **250**;
 - в списке **Состав сечения** выделите строку **320 x 16, пояс**, установите флажок **ставить ребра через** в поле **Ребра жесткости** и задайте шаг ребер **1 м**.
- Для ввода данных щелкните по кнопке **ОК**.

Рис.12.23. Диалоговое окно **Стальное сечение**

Задание дополнительных характеристик для элементов продольных балок

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** в списке типов жесткостей выделите строку **3. Двутавр 30** и щелкните по кнопке **Изменить**.
- В появившемся диалоговом окне **Стальное сечение** в раскрывающемся списке – **Сталь** задайте марку – **ВСт3кп2-1**.
- После этого перейдите на закладку **Дополнительные характеристики** и включите радио-кнопку **Балка**.
- Затем задайте следующие характеристики:
 - установите флажок **Использовать коэффициент к длине конструктивного элемента**;
 - задайте коэффициент **Lef = 0.25**;
 - для задания раскреплений сжатого пояса, установите флажок **более, делят пролет на равные части**;
 - задайте максимально допустимый прогиб – **250**.
- Для ввода данных щелкните по кнопке **ОК**.

Задание дополнительных характеристик для элементов связей

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** в списке типов жесткостей выделите строку **4. Два уголка 75 x 75 x 6** и щелкните по кнопке **Изменить**.
- В появившемся диалоговом окне **Стальное сечение** в раскрывающемся списке – **Сталь** задайте марку – **ВСт3кп2-1**.
- После этого перейдите на закладку **Дополнительные характеристики** и включите радио-кнопку **Ферменный**.
- Затем задайте следующие характеристики (рис.12.24):
 - установите флажок **Использовать коэффициенты к длине конструктивного элемента**;
 - задайте коэффициент длины относительно оси Z1 = 1;
 - задайте коэффициент длины относительно оси Y1 = 1;
 - для задания предельной гибкости на сжатие, включите радио-кнопку **неопорный элемент решетки фермы**.

- Щелкните по кнопке **ОК**.

Рис.12.24. Диалоговое окно **Стальное сечение**

- Закройте диалоговое окно **Жесткости элементов** щелчком по кнопке – **Заккрыть** (назначение дополнительных характеристик происходит автоматически).



Назначение конструктивных элементов

Этап 12. Назначение конструктивных элементов



Конечные элементы, объединенные в конструктивный, при конструировании рассматриваются как единое целое. Между элементами, входящими в конструктивный элемент, не должно быть разрывов, они должны иметь один тип жесткости, не должны входить в другие конструктивные элементы и унифицированные группы, а также иметь общие узлы и лежать на одной прямой. В версии 9.4 можно выделять все элементы схемы и объединять их в конструктивные.

Вывод на экран номеров элементов

- Выполните пункт меню **Опции** ⇒ **Флаги рисования** (кнопка на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Показать** (рис.12.25) перейдите на первую закладку **Элементы** и установите флажок **Номера элементов**.
- После этого щелкните по кнопке – **Перерисовать**.

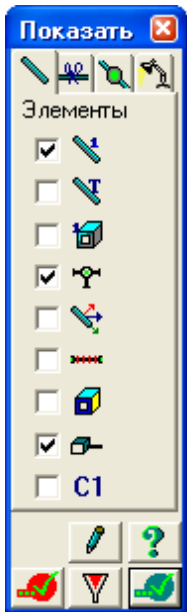






Рис.12.25. Диалоговое окно Показать

Создание конструктивного элемента БАЛКА

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- Выделите элементы № 2 и 88.
- Для создания конструктивного элемента **КБ1**, воспользуйтесь пунктом меню **Редактировать** ⇒ **Создать конструктивные элементы** (кнопка  на панели инструментов).
- Аналогично описанному выше объедините в конструктивные следующие пары элементов № 8 и 89, 12 и 90, 13 и 91, 14 и 92, 41 и 93, 42 и 94, 43 и 95, 70 и 96, 71 и 97, 72 и 98.



Создание конструктивного элемента Колонна

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка вертикальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- Выделите все вертикальные элементы схемы.
- Для создания конструктивных элементов, выполните пункт меню **Редактировать** ⇒ **Создать конструктивные элементы** (кнопка  на панели инструментов).



Назначение раскреплений в узлах изгибаемых элементов

Этап 13. Назначение раскреплений в узлах изгибаемых элементов

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка горизонтальных элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью "резинового окна" выделите все горизонтальные элементы расчетной схемы.
- С помощью пункта меню **Редактировать** ⇒ **Раскрепления для прогибов** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Раскрепление стержней** (рис.12.26).
- В этом окне, при установленных флажках раскреплений – **Y1, Z1**, выберите в раскрывающемся списке строку **На концах конструктивного или конечного элемента**.
- Щелкните по кнопке **ОК** (прогиб сечений элемента определяется относительно линии, соединяющей раскрепления на его концах).

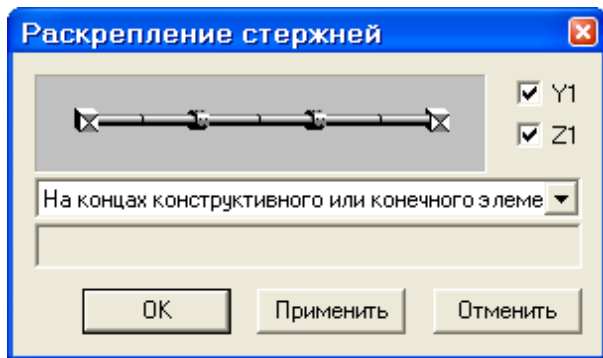



Рис.12.26. Диалоговое окно Раскрепление стержней



Подбор и проверка назначенных сечений

Этап 14. Подбор и проверка назначенных сечений

- Для выполнения подбора и проверки назначенных сечений, с помощью меню **Расчет** ⇒ **Выполнить Расчет** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Расчет** (рис.12.27).
- В этом окне, при установленных флажках **проверка** и **подбор сечений**, а также включенной радио-кнопке **по РСУ (расчетным сочетаниям усилий)**, щелкните по кнопке **Расчет**.

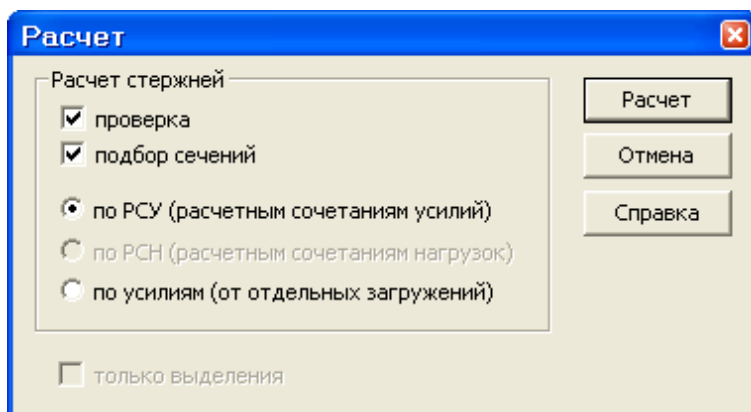




Рис.12.27. Диалоговое окно Расчет



Создание таблиц результатов подбора и проверки назначенных сечений

Этап 15. Создание таблиц результатов подбора и проверки назначенных сечений

Создание таблицы проверки назначенных сечений

- Вызовите диалоговое окно **Таблицы результатов** (рис.12.28) с помощью меню **Результаты** ⇒ **Стандартные таблицы** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом окне выделите строку **Проверка**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить** (для создания таблиц в формате HTML нужно включить радио-кнопку **HTML**. Для создания таблиц в формате для дальнейшей работы в режиме программы "Графический Макетировщик" нужно включить радио-кнопку **RPT**. Для создания таблиц в формате Excel нужно включить радио-кнопку **Excel**).

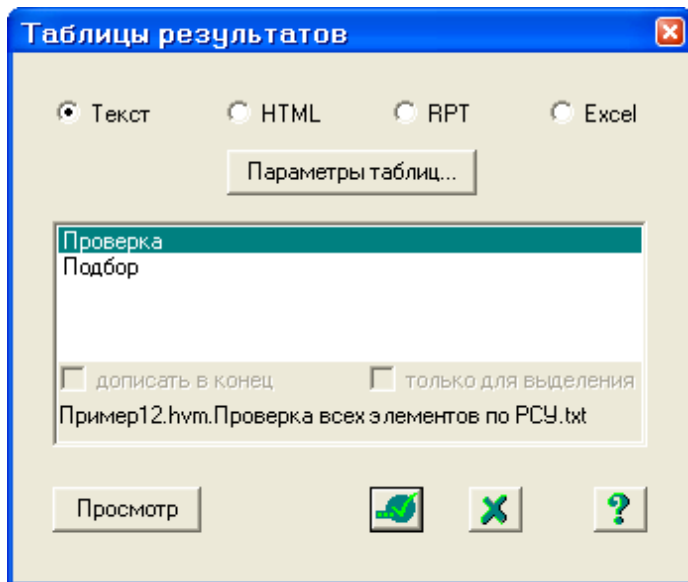





Рис.12.28. Диалоговое окно **Таблицы результатов**

- Для возможности просмотра таблицы закройте диалоговое окно **Таблицы результатов** щелчком по кнопке  – **Заккрыть**.
- Для того чтобы закрыть таблицу, выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Заккрыть**.

Создание таблицы подбора сечений


- Вызовите диалоговое окно **Таблицы результатов** с помощью меню **Результаты** ⇒ **Стандартные таблицы** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом окне выделите строку **Подбор**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.



Расчет узлов

Этап 16. Расчет узлов

Вывод на экран номеров узлов

- В диалоговом окне **Показать** перейдите на третью закладку **Узлы** и установите флажок **Номера узлов**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.

Расчет базы колонны

- Для создания и расчёта узла выполните пункт меню **Результаты** ⇒ **Рассчитать узел**.
- В диалоговом окне **Выбор типа узла** в древовидном списке для шарнирного узла базы колонн выберите пункт **Сечение колонны двутавровое**.
- В правой части окна выберите двойным щелчком мыши базу колонны с траверсами как показано на рис.12.29.

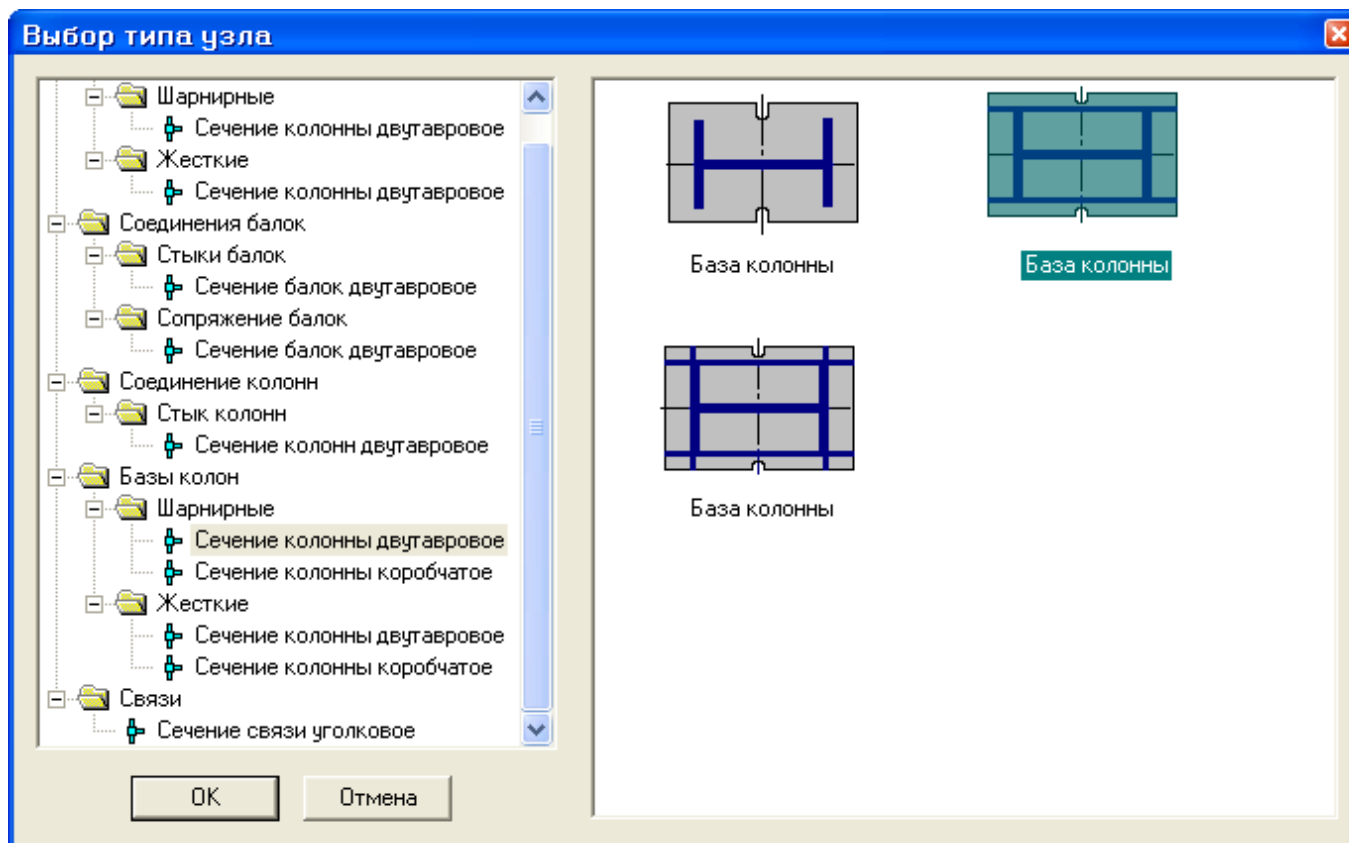


Рис.12.29. Диалоговое окно **Выбор типа узла**

- В новом окне **Назначение элементов узла** задайте следующие параметры (рис.12.30):
 - в строке **Колонна №=** задайте номер вертикального элемента расчетной схемы **18**;
 - в строке **Узел №=** задайте номер узла соответствующий базе колонны **1**;
 - включите радио-кнопку **Использовать заданное поперечное сечение**.
- Щелкните по кнопке **ОК**.

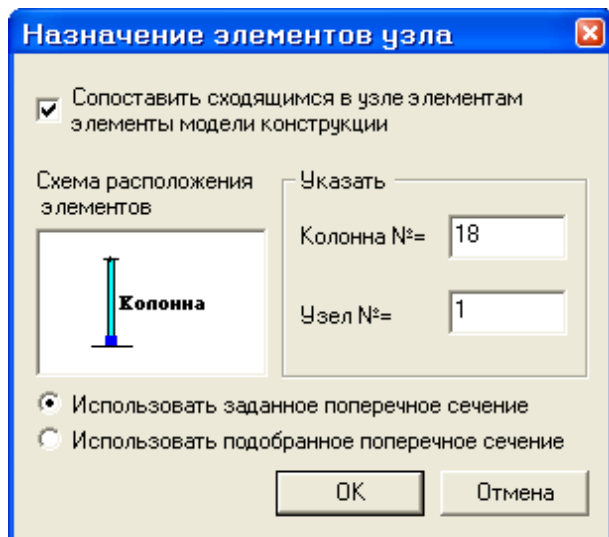


Рис.12.30. Диалоговое окно **Назначение элементов узла**

- После этого открывается режим расчета узла для выхода из которого выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Заккрыть**.

Конструирование и расчет составных узлов

- Для создания и расчёта составных узлов с помощью пункта меню **Результаты** ⇒ **Составные узлы** вызовите диалоговое окно **Составные узлы** (рис12.31).
- В этом окне щелкните по кнопке **Добавить узел** (при этом в списке появляется первая строка **Составной**

узел I).

- Щелкните по кнопке **Добавить**.
- В диалоговом окне **Выбор типа узла** в древовидном списке для шарнирного узла примыкания балки к колонне выберите пункт **Сечение колоны двутавровое**.
- В правой части окна выберите двойным щелчком мыши узел примыкания балки к колонне с опорным столиком.
- В новом окне **Назначение элементов узла** задайте следующие параметры:
 - Балка №= 30;
 - Колонна №= 48;
 - включите радио-кнопку **Использовать заданное поперечное сечение**.
- Щелкните по кнопке **ОК** (при этом система возвращается к диалоговому окну **Составные узлы**, в списке которого появляется вторая строка **Примыкание балки к колонне**).

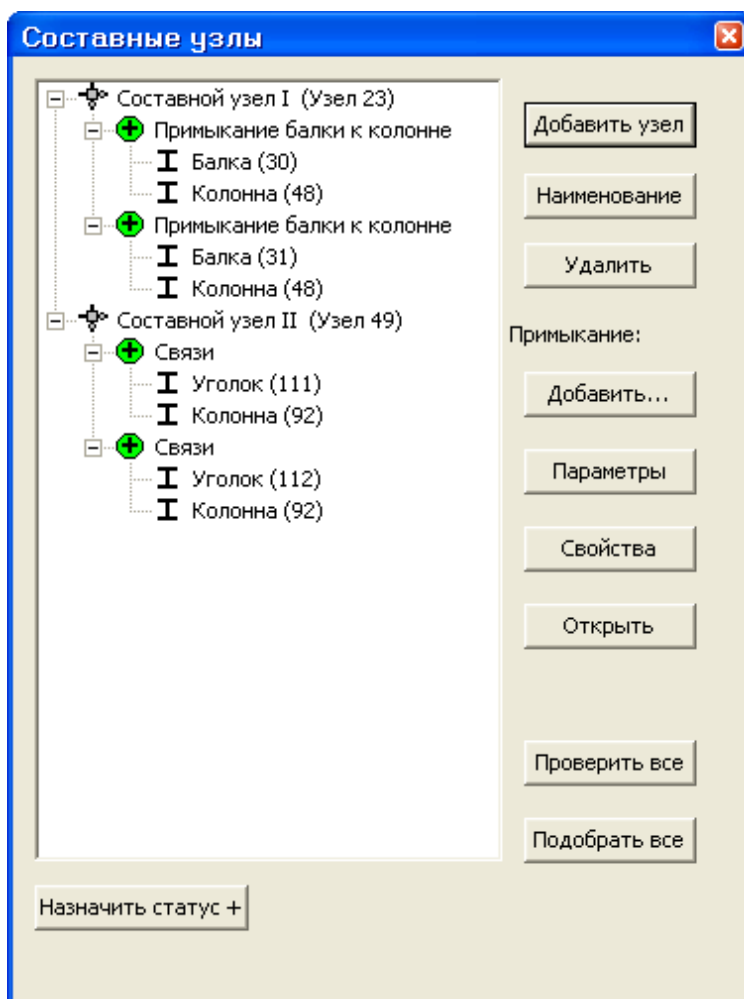




Рис.12.31. Диалоговое окно **Составные узлы**

- В диалоговом окне **Составные узлы** щелкните по кнопке **Добавить**.
- В диалоговом окне **Выбор типа узла** в древовидном списке для шарнирного узла примыкания балки к колонне выберите пункт **Сечение колоны двутавровое**.
- В правой части окна выберите двойным щелчком мыши узел примыкания балки к колонне с опорным столиком.
- В новом окне **Назначение элементов узла** задайте следующие параметры:
 - Балка №= 31;
 - Колонна №= 48;
 - включите радио-кнопку **Использовать заданное поперечное сечение**.
- Щелкните по кнопке **ОК**.

- В диалоговом окне **Составные узлы** щелкните по кнопке **Добавить узел** (при этом в списке появляется новая строка **Составной узел II**).
- Щелкните по кнопке **Добавить**.
- В диалоговом окне **Выбор типа узла** в древовидном списке для узла связей выберите пункт **Сечение связи угловое**.
- В правой части окна выберите двойным щелчком мыши смешанный узел примыкания связи.
- В новом окне **Назначение элементов узла** задайте следующие параметры:
 - Элемент1 №= **111**;
 - Элемент2 №= **92**;
 - включите радио-кнопку **Использовать заданное поперечное сечение**.
- Щелкните по кнопке **ОК**.
- В диалоговом окне **Составные узлы** щелкните по кнопке **Добавить**.
- В диалоговом окне **Выбор типа узла** в древовидном списке для узла связей выберите пункт **Сечение связи угловое**.
- В правой части окна выберите двойным щелчком мыши смешанный узел примыкания связи.
- В новом окне **Назначение элементов узла** задайте следующие параметры:
 - Элемент1 №= **112**;
 - Элемент2 №= **92**;
 - включите радио-кнопку **Использовать заданное поперечное сечение**.
- Щелкните по кнопке **ОК**.
- Если каждое из примыканий обозначено знаком , то это означает что конструирование узлов произведено правильно.
- Закройте диалоговое окно **Составные узлы** щелчком по кнопке  – **Заккрыть**.

