

## Пример 2. Расчет плиты

### Цели и задачи:

- продемонстрировать процедуру построения расчетной схемы плиты;
- показать технику задания нагрузок и составления РСУ;
- показать процедуру подбора арматуры.

### Исходные данные:

Железобетонная плита размером 3 х 6 м, толщиной 150 мм. Дальняя сторона плиты свободно оперта по всей длине, ближняя – свободно оперта своими концами на колонны. Длинные стороны плиты – свободны. Расчет производится для сетки 6 х 12.

### Нагрузки:

- загрузка 1 – собственный вес плиты;
- загрузка 2 – сосредоточенные нагрузки  $P = 1\text{ т}$ , приложенные по схеме рис.2.1, загрузка 2;
- загрузка 3 – сосредоточенные нагрузки  $P = 1\text{ т}$ , приложенные по схеме рис.2.1, загрузка 3.

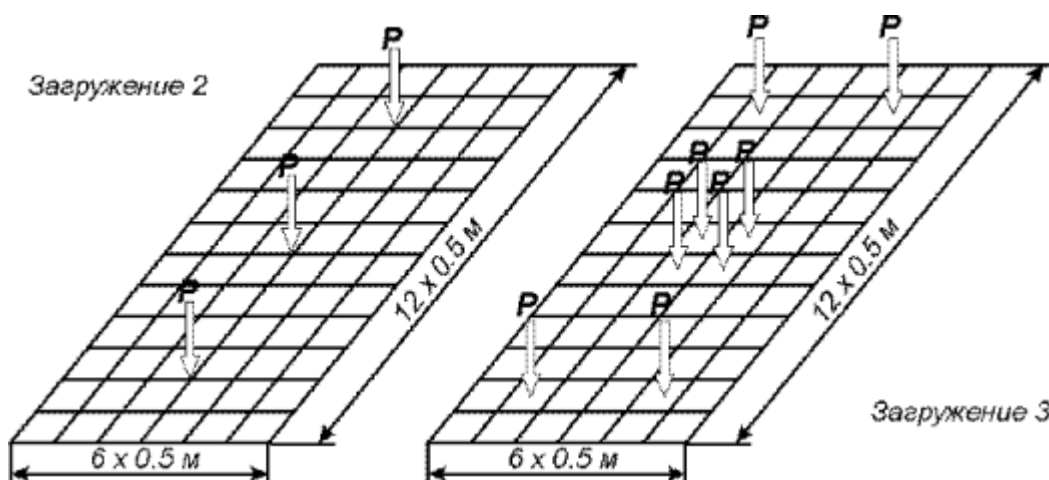




Рис.2.1. Расчетная схема плиты

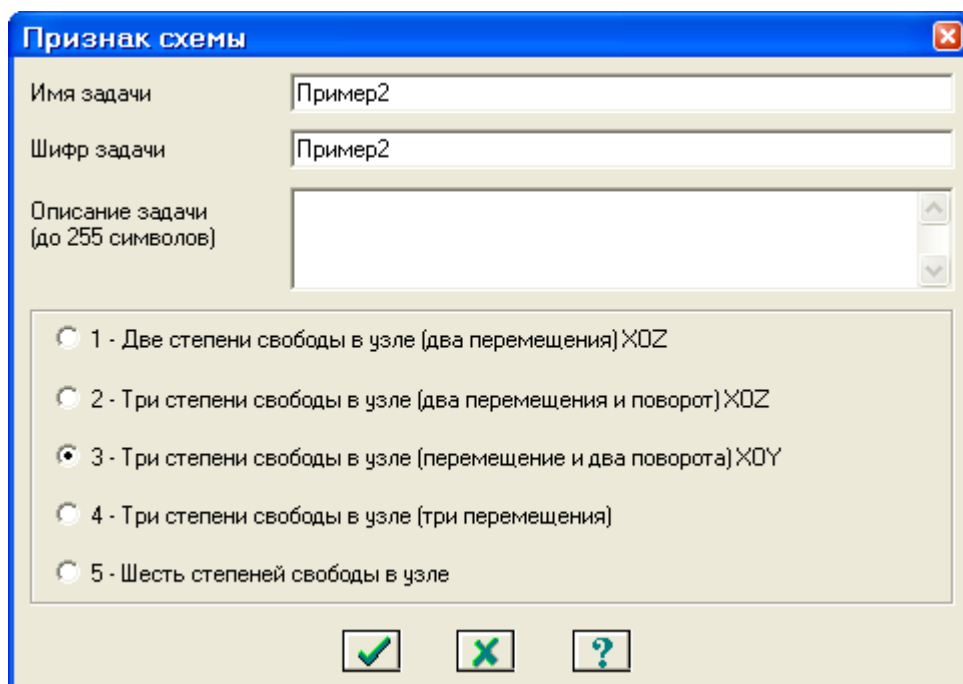


## Создание новой задачи

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.2.2) задайте следующие параметры:
  - имя создаваемой задачи – **Пример2** (шифр задачи по умолчанию совпадает с именем задачи);
  - признак схемы – **3 – Три степени свободы в узле (перемещение и два поворота) X0Y**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.



**Признак схемы**

Имя задачи: Пример2

Шифр задачи: Пример2

Описание задачи (до 255 символов):


☐ 1 - Две степени свободы в узле (два перемещения) XOZ  
☐ 2 - Три степени свободы в узле (два перемещения и поворот) XOZ  
☒ 3 - Три степени свободы в узле (перемещение и два поворота) XOY  
☐ 4 - Три степени свободы в узле (три перемещения)  
☐ 5 - Шесть степеней свободы в узле


Рис.2.2. Диалоговое окно Признак схемы



## Создание геометрической схемы плиты

### Этап 2. Создание геометрической схемы плиты

- С помощью меню **Схема** ⇒ **Создание** ⇒ **Регулярные фрагменты и сети** (кнопка  на панели инструментов) выведите на экран диалоговое окно **Создание плоских фрагментов и сетей**.
- В таблице диалогового окна задайте шаг конечно-элементной сетки вдоль первой и второй осей:
  - Шаг вдоль первой оси: Шаг вдоль второй оси:
 

L(м)	N	L(м)	N
0.5	6	0.5	12.
  - Остальные параметры принимаются по умолчанию (рис.2.3).
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить**.

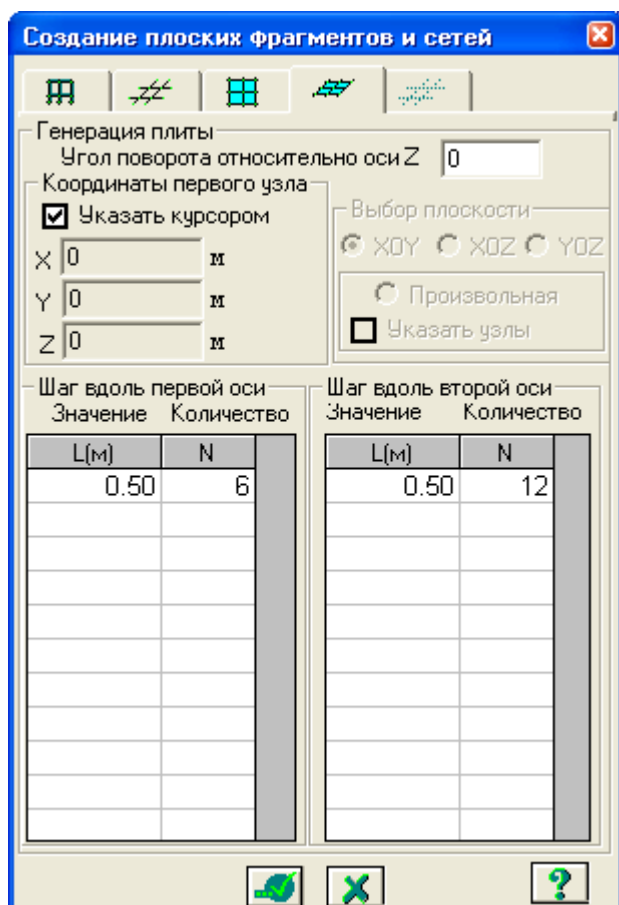



Рис.2.3. Диалоговое окно **Создание плоских фрагментов и сетей**

#### 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 – **Пример2**;
  - папку, в которую будет сохранена эта задача (по умолчанию выбирается папка – **LData**).
- Щелкните по кнопке **Сохранить**.



### **Задание граничных условий**

#### **Этап 3. Задание граничных условий**

##### Вывод на экран номеров узлов

- Выполните пункт меню **Опции** ⇒ **Флаги рисования** (кнопка  на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Показать** (рис.2.4) перейдите на вторую закладку **Узлы** и установите флажок **Номера узлов**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.

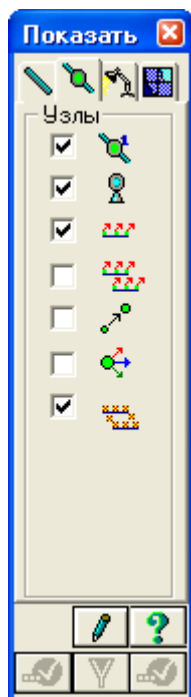


Рис.2.4. Диалоговое окно Показать

Полученная схема представлена на рис.2.5.

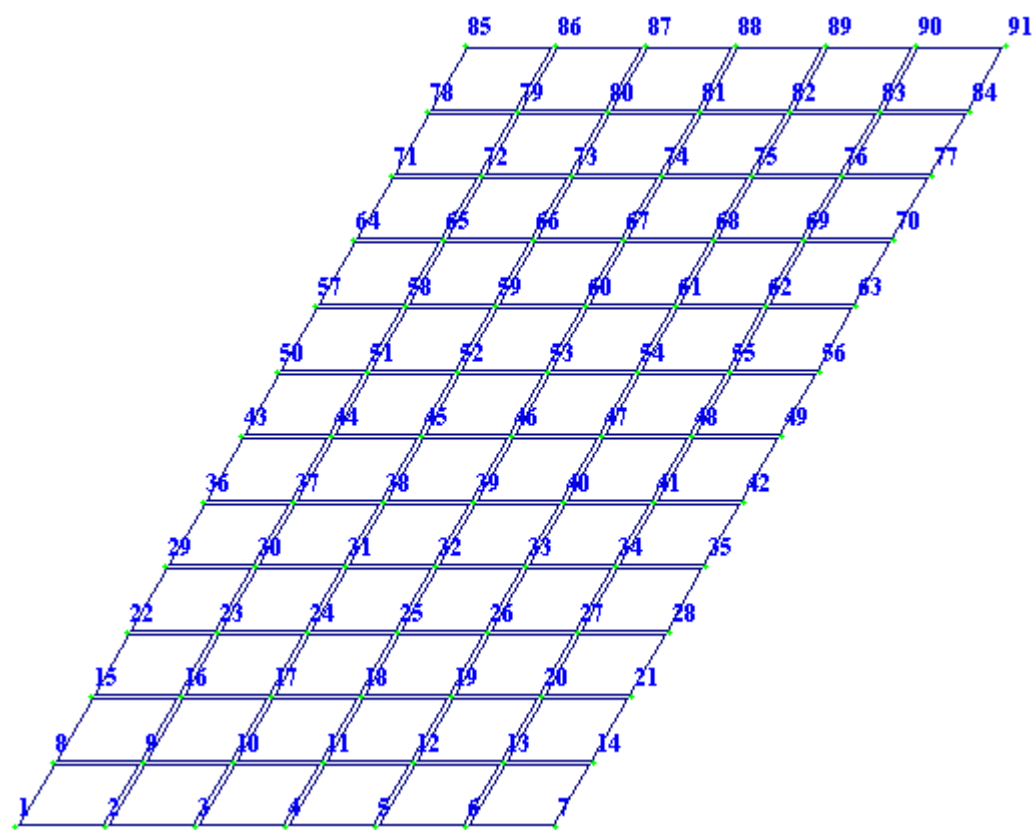



Рис.2.5. Нумерация узлов расчетной схемы плиты



#### Выделение узлов опирания

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка узлов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью курсора выделите узлы опирания № 1, 7, 85 – 91 (узлы окрашиваются в красный цвет).



*Отметка узлов выполняется с помощью одиночного указания курсором или растягиванием "резинового окна" вокруг группы узлов.*

#### Задание граничных условий в узлах опирания

- С помощью пункта меню **Схема** ⇒ **Связи** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Связи в узлах** (рис.2.6).
- В этом окне, с помощью установки флажков, отметьте направления, по которым запрещены перемещения узлов (**Z**).
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить** (узлы окрашиваются в синий цвет).

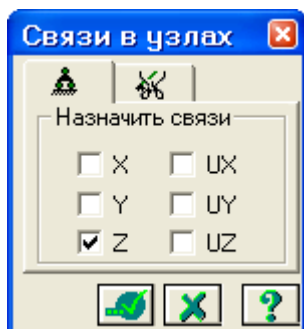


Рис.2.6. Диалоговое окно **Связи в узлах**


- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка узлов** (кнопка  на панели инструментов), чтобы снять активность с операции выделения узлов.



## Задание жестких параметров элементам плиты

### Этап 4. Задание жестких параметров элементам плиты

#### Формирование типов жесткости

- С помощью меню **Жесткости** ⇒ **Жесткости элементов** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Жесткости элементов** (рис.2.7).
- В этом окне щелкните по кнопке **Добавить** и в библиотеке жестких характеристик щелкните по третьей закладке численного описания жесткости.
- Выберите двойным щелчком мыши на элементе графического списка тип сечения **Пластины** (на экран выводится диалоговое окно для задания жестких характеристик выбранного типа сечения).

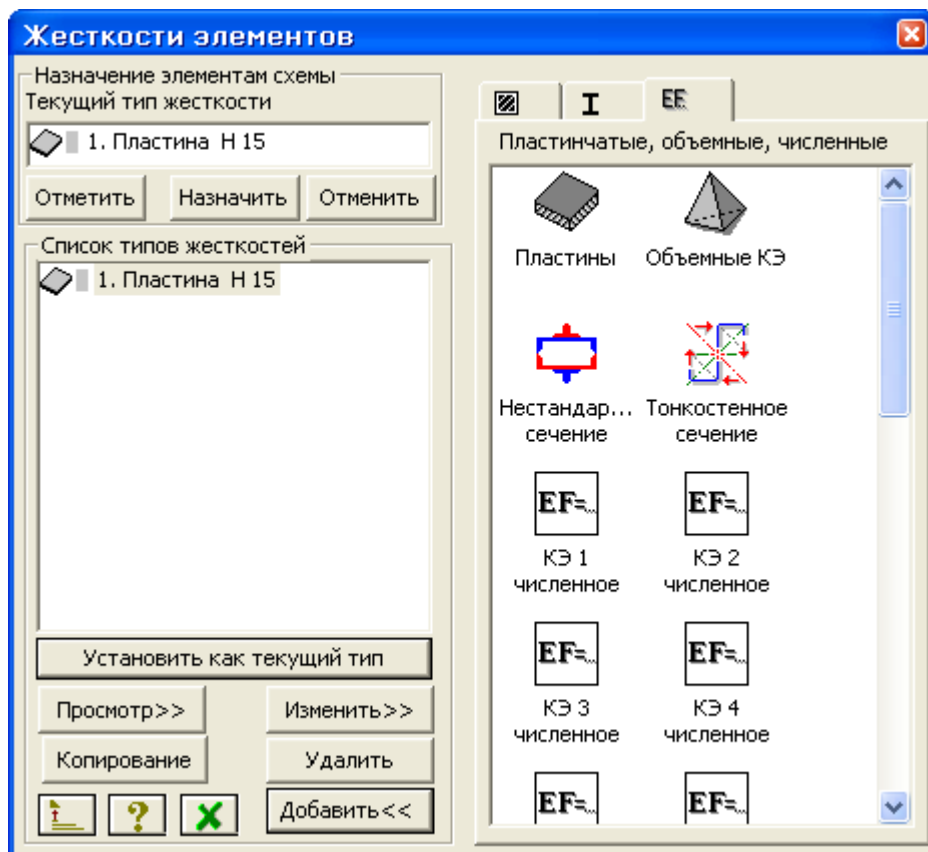



Рис.2.7. Диалоговое окно Жесткости элементов

- В диалоговом окне **Задание жесткости для пластин** задайте параметры сечения **Пластины** (рис.2.8):
- модуль упругости –  $E = 3e6 \text{ т/м}^2$  (при английской раскладке клавиатуры);
  - коэф. Пуассона –  $\nu = 0.2$ ;
  - толщина –  $H = 15 \text{ см}$ ;
  - удельный вес материала –  $R_o = 2.75 \text{ т/м}^3$ .
- Подтвердите введенные данные щелчком по кнопке  – **Подтвердить**.

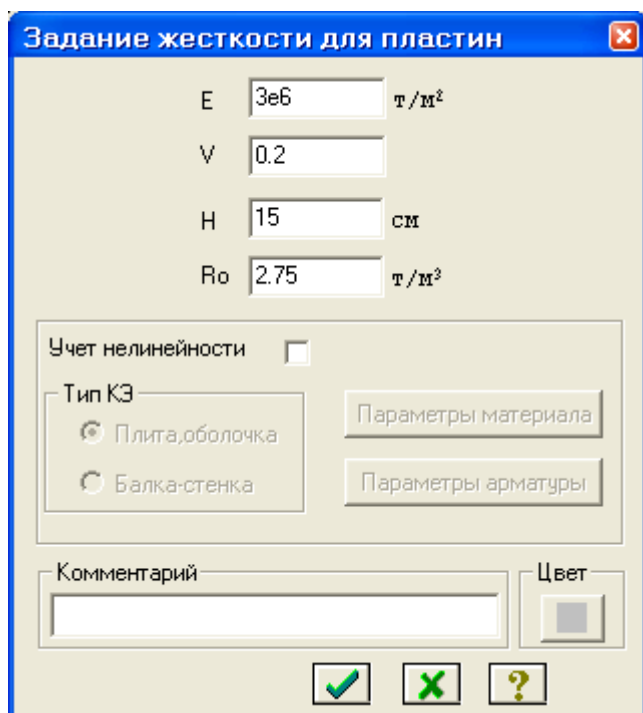



Рис.2.8. Диалоговое окно Задание жесткости для пластин

- Чтобы скрыть библиотеку жесткостных характеристик, в диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните

по кнопке **Добавить**.

#### Назначение жесткостей элементам плиты

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** в списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **1.Пластина Н 15**.
- 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 на строке списка).
- Выполните пункт меню **Выбор ⇒ Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью курсора выделите все элементы схемы (выделенные элементы окрашиваются в красный цвет).



*Отметка элементов выполняется с помощью одиночного указания курсором или растягиванием "резинового окна" вокруг группы элементов.*

- В диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните по кнопке **Назначить** (с элементов снимается выделение. Это свидетельство того, что выделенным элементам присвоена текущая жесткость).



### Задание нагрузок

#### Этап 5. Задание нагрузок

##### Формирование загрузки № 1

- Для задания нагрузки от собственного веса плиты, вызовите диалоговое окно **Добавить собственный вес** (рис.2.9) с помощью меню **Нагрузки ⇒ Добавить собственный вес**.

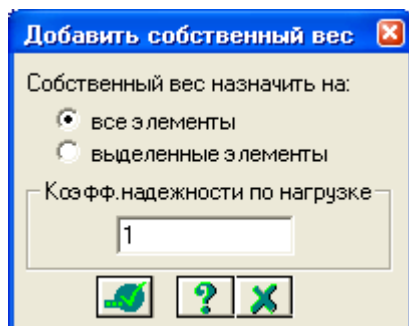





Рис.2.9. Диалоговое окно **Добавить собственный вес**

- В этом окне, при включенной радио-кнопке **все элементы** и заданном коэф. надежности по нагрузке равном **1**, щелкните по кнопке  – **Применить** (в соответствии с заданным объемным весом  $R_0$  элементы загружаются нагрузкой от собственного веса).

##### Формирование загрузки № 2

- Смените номер текущего загрузки, вызвав диалоговое окно **Активное загрузке** (рис.2.10) с помощью меню **Нагрузки ⇒ Выбор загрузки** (кнопка  на панели инструментов).
- В этом диалоговом окне задайте номер загрузки **2**.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

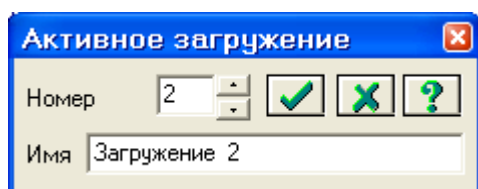


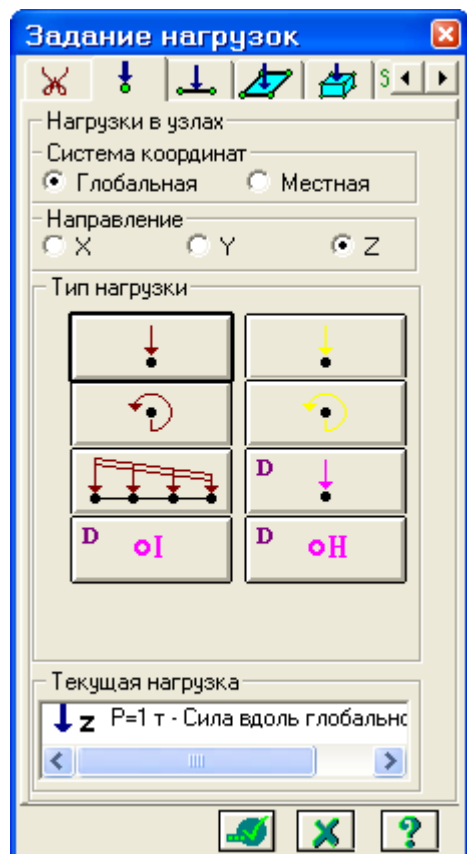

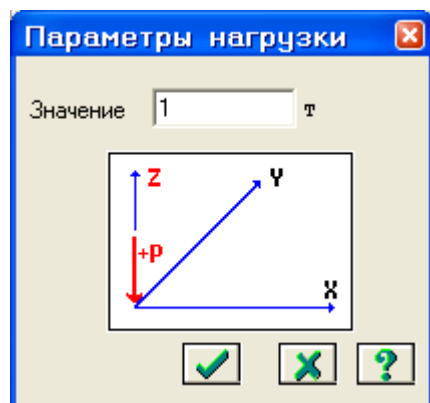


Рис.2.10. Диалоговое окно **Активное загрузке**

- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка узлов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью курсора выделите узлы № 18, 46 и 74.
- Из меню **Нагрузки** ⇒ **Нагрузка на узлы и элементы** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Задание нагрузок** (рис.2.11).
- В этом окне для закладки **Нагрузки в узлах** по умолчанию указана система координат **Глобальная**, направление – вдоль оси **Z**.

Рис.2.11. Диалоговое окно **Задание нагрузок**






- Щелчком по кнопке сосредоточенной силы вызовите диалоговое окно **Параметры нагрузки**.
- В появившемся окне введите значение  $P = 1$  т (рис.2.12).
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

Рис.2.12. Диалоговое окно **Параметры нагрузки**

- После этого в диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке  – **Применить**.

[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 переключите номер загрузки на **3**.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.
- Для вывода на экран номеров элементов, в диалоговом окне **Показать** (рис.2.4) перейдите на первую закладку **Элементы** и установите флажок **Номера элементов**.
- Щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.
- Выделите элементы № 14, 23, 30, 31, 42, 43, 50, 59.
- В диалоговом окне **Задание нагрузок** (рис.2.11) перейдите на закладку **Нагрузки на пластины** (по умолчанию указана система координат **Глобальная**, направление – вдоль оси **Z**).
- Щелчком по кнопке сосредоточенной силы вызовите диалоговое окно **Параметры**.
- В этом окне задайте параметры:
  - **P** = 1 т;
  - **A** = 0.25 м;
  - **B** = 0.25 м.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.
- После этого в диалоговом окне **Задание нагрузок** щелкните по кнопке  – **Применить**.



## Генерация таблицы РСУ

### Этап 6. Генерация таблицы РСУ

- С помощью пункта меню **Нагрузки** ⇒ **PCY** ⇒ **Генерация таблицы РСУ** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий** (рис.2.13).
- В этом окне при выбранных строительных нормах **СНиП 2.01.07-85** задайте следующие данные:
  - для Загрузки 1 выберите в списке Вид загрузки – **Постоянное (0)** и щелкните по кнопке **По умолчанию** (в строке **Номер загрузки** номер автоматически изменился на **2**);
  - для Загрузки 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 Загрузки 3 выберите в списке Вид загрузки – **Временное длит. (1)** 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: Загрузка 3

Вид загрузки: Временное длит. (1)

N группы объединяемых временных нагрузений: 0

Учитывать знакопеременность: ☐

N группы взаимоисключающих нагрузений: 0

NN сопутствующих нагрузений: 0

Коэффициент надежности: 1.20

Доля длительности: 1.00

Ограничения для кранов и тормозов: Кран ☐ Тормоз ☐

Коэффициенты для РСЧ

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	0.95	0.80

Сводная таблица для вычисления РСЧ:

N назв.	Параметры РСЧ	Коэффициенты РСЧ
1	< 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00 >	< 1.00 > < 1.00 > < 0.90 >
2	< 1 0 0 0 0 0 1.20 1.00 >	< 1.00 > < 0.95 > < 0.80 >
3	< 1 0 0 0 0 0 1.20 1.00 >	< 1.00 > < 0.95 > < 0.80 >

Рис.2.13. Диалоговое окно Расчетные сочетания усилий



## Статический расчет плиты



### Этап 7. Статический расчет плиты

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



## Просмотр и анализ результатов расчета

### Этап 8. Просмотр и анализ результатов расчета

- После расчета задачи, переход в режим результатов расчета осуществляется с помощью меню **Режим** ⇒ **Результаты расчета** (кнопка  на панели инструментов).
- В режиме просмотра результатов расчета по умолчанию расчетная схема отображается с учетом перемещений узлов (рис.2.14). Для отображения схемы без учета перемещений узлов выполните пункт меню **Схема** ⇒ **Исходная схема** (кнопка  на панели инструментов).

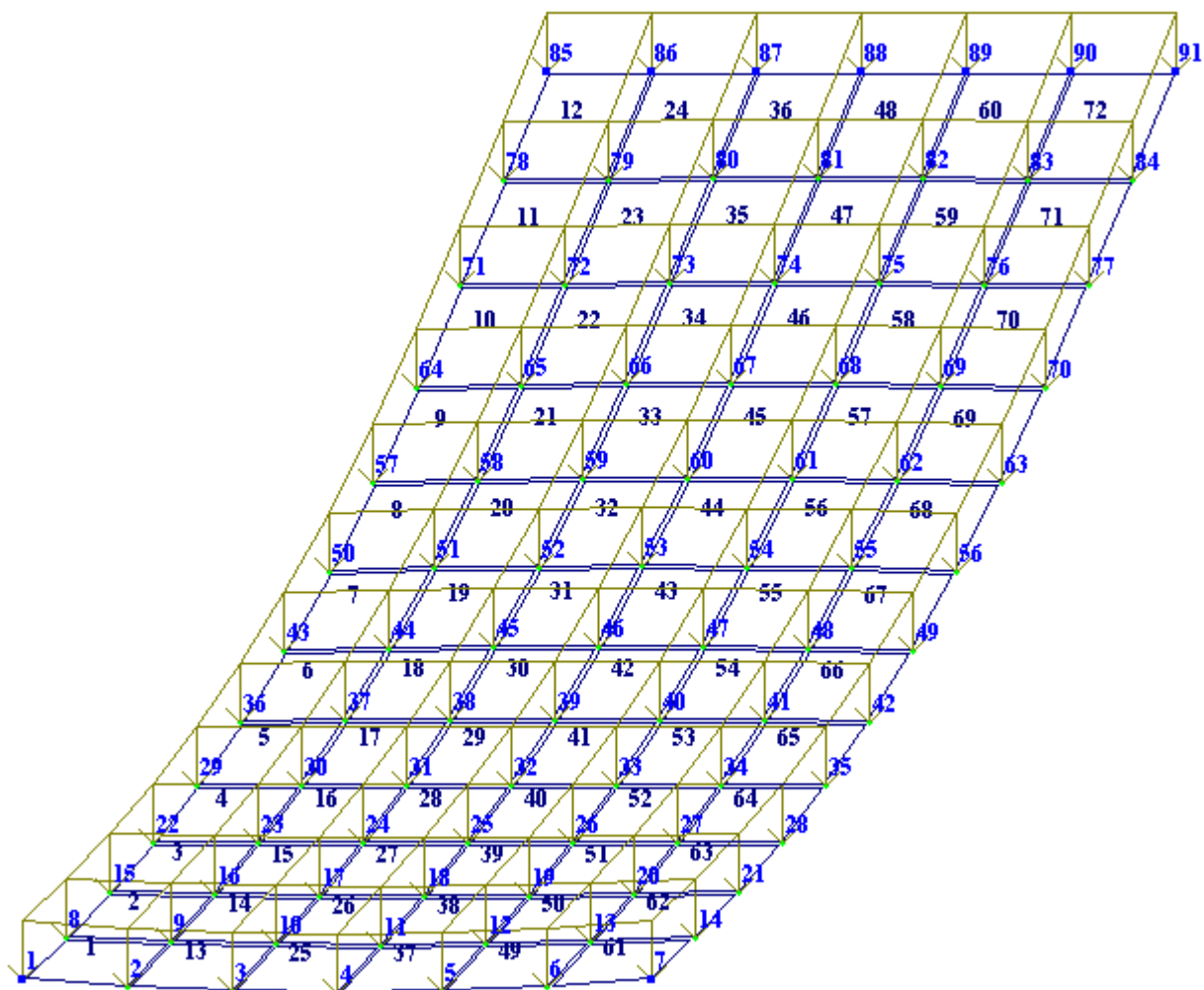









Рис.2.14. Расчетная схема с учетом перемещений узлов

- Для отображения схемы без номеров элементов, номеров узлов и приложенных нагрузок выполните пункт меню **Опции** ⇒ **Флаги рисования** (кнопка  на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Показать** при активной закладке **Элементы** снимите флажок **Номера элементов**.
- После этого перейдите на закладку **Узлы** и снимите флажок **Номера узлов**.
- Далее перейдите на закладку **Общие** и снимите флажок **Нагрузки**.
- Щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.

#### Вывод на экран изополей перемещений

- Выведите на экран изополя перемещений по направлению Z с помощью меню **Деформации** ⇒ **В глобальной системе** ⇒ **Изополя перемещений** ⇒ **Изополя перемещений по Z** (кнопки , а затем  на панели инструментов).


#### Вывод на экран мозаик напряжений

- Чтобы вывести на экран мозаику напряжений по  $M_x$ , выполните пункт меню **Усилия** ⇒ **Изополя** ⇒ **Мозаика напряжений** ⇒  **$M_x$**  (кнопки , а затем  на панели инструментов).
- Для отображения мозаики напряжений по  $M_y$ , выполните пункт меню **Усилия** ⇒ **Изополя** ⇒ **Мозаика напряжений** ⇒  **$M_y$**  (кнопка  на панели инструментов).

#### Смена номера текущего нагружения

- На панели инструментов **Загружения**  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.2.15) 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**).

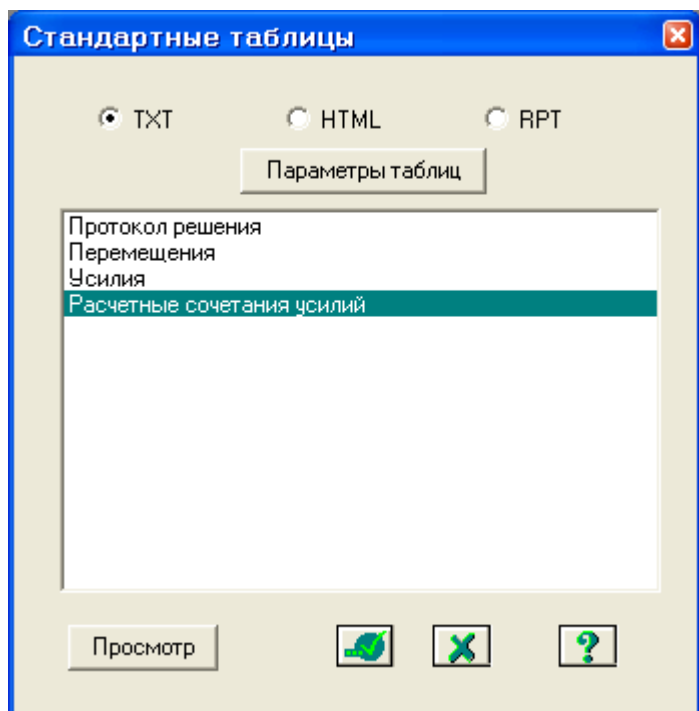


Рис.2.15. Диалоговое окно **Стандартные таблицы**

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




### Импорт расчетной схемы в систему ЛИР-АРМ

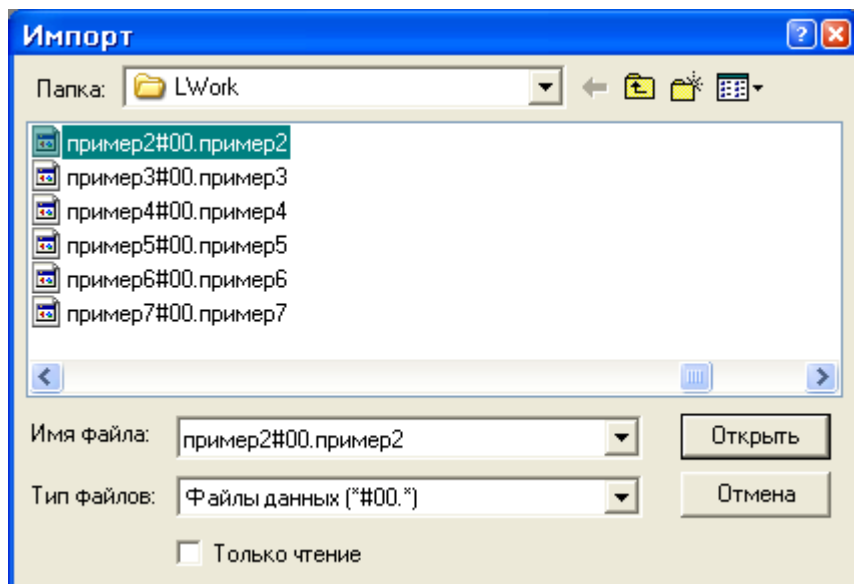
#### Подбор арматуры в системе ЛИР-АРМ

Для того чтобы начать работу с модулем **ЛИР-АРМ**, выполните следующую команду Windows:

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

#### Этап 9. Импорт расчетной схемы

- Для импорта расчетной схемы выполните пункт меню **Файл** ⇒ **Импорт** (кнопка  на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Импорт** (рис.2.16) выделите файл **пример2#00.пример2**.
- Щелкните по кнопке **Открыть**.


Рис.2.16. Диалоговое окно **Импорт**

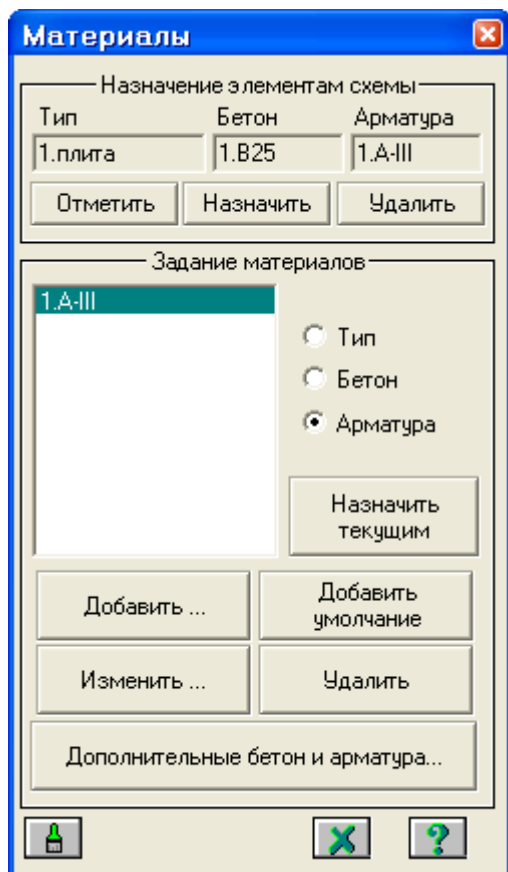
Запуск модуля **ЛИР-АРМ** также может быть произведен из режима результатов расчета **ЛИР-ВИЗОР** с помощью меню **Окно** ⇒ **ЛИР-АРМ**. В этом случае импорт расчетной схемы производится автоматически.




## Задание и выбор материала

### Этап 10. Задание и выбор материала

- С помощью меню **Редактирование** ⇒ **Задание и выбор материала** (кнопка  на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Материалы** (рис.2.17).

Рис.2.17. Диалоговое окно **Материалы**

- В этом диалоговом окне включите радио-кнопку **Тип** и щелкните по кнопке **Добавить**.
- На экран выводится диалоговое окно **Общие характеристики армирования** (рис.2.18), в котором задайте следующие параметры:
  - в раскрывающемся списке выберите модуль армирования – **плита** (все остальные параметры остаются заданными по умолчанию).
- После этого щелкните по кнопке  – **Применить**.

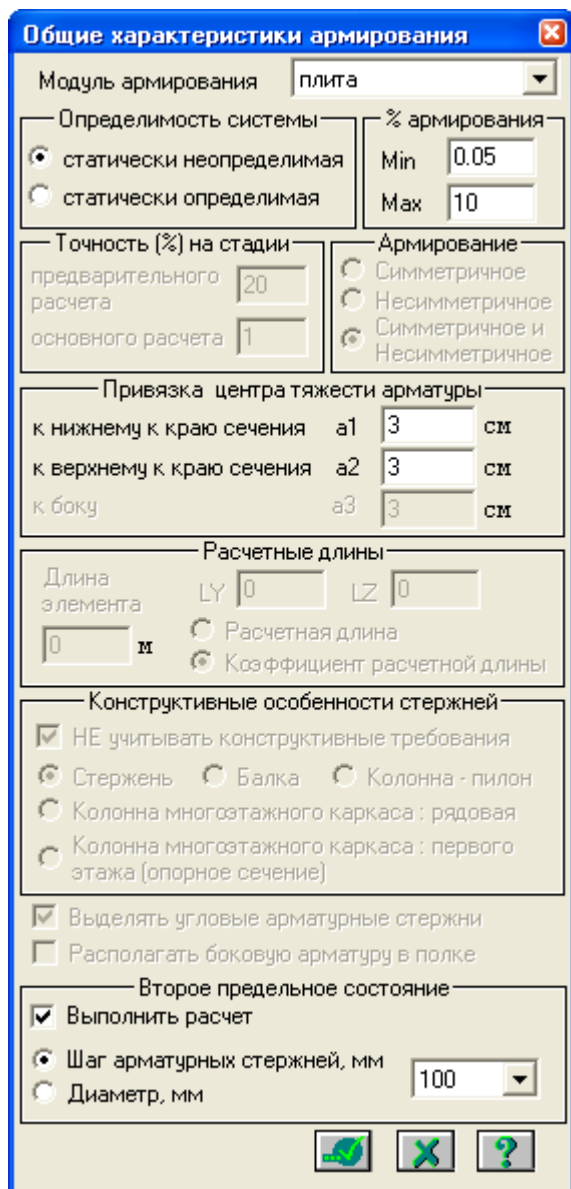




Рис.2.18. Диалоговое окно **Общие характеристики армирования**

- Система возвращается к диалоговому окну **Материалы**. В этом окне щелкните по кнопке **Назначить текущим**.
- В диалоговом окне **Материалы** включите радио-кнопку **Бетон**.
- Щелкните по кнопкам **Добавить умолчание** и **Назначить текущим** (этой операцией по умолчанию принимается бетон класса В25).
- В этом же окне включите радио-кнопку **Арматура**.
- Щелкните по кнопкам **Добавить умолчание** и **Назначить текущим** (этой операцией по умолчанию принимается арматура класса А-III).



## Назначение материала

### Этап 11. Назначение материала


- Выполните пункт меню **Выбор** ⇒ **Отметка элементов** (кнопка  на панели инструментов).
- С помощью курсора выделите все элементы схемы.
- В диалоговом окне **Материалы** щелкните по кнопке **Назначить**.
- Закройте диалоговое окно **Материалы** щелчком по кнопке  **Заккрыть**.



## Расчет армирования и просмотр результатов подбора арматуры

### Этап 12. Расчет армирования и просмотр результатов подбора арматуры

#### Подбор арматуры

- Запуск задачи на подбор арматуры производится через меню **Режим** ⇒ **Расчет арматуры** (кнопка  на панели инструментов).
- В диалоговом окне **Расчет** (рис.2.19) включите радио-кнопку **Расчет по РСУ**.
- Щелкните по кнопке **Выполнить расчет**.
- После окончания расчета щелкните по кнопке **Заккрыть**.

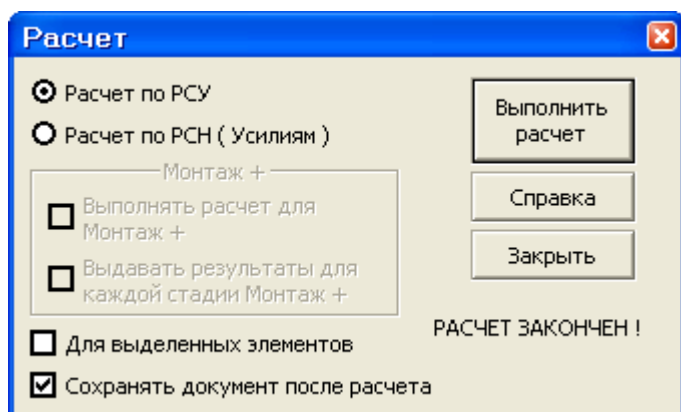




Рис.2.19. Диалоговое окно **Расчет**

#### Просмотр результатов армирования


- Для просмотра информации о подобранной арматуре в одном из конечных элементов, выполните пункт меню **Результаты** ⇒ **Информация о подобранной арматуре** (кнопка  на панели инструментов) и укажите курсором на любой элемент (появляется диалоговое окно с полной информацией о выбранном элементе, в том числе и с результатами подбора арматуры).
- Закройте диалоговое окно щелчком по кнопке  **Заккрыть**.
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси X1, выполните пункт меню **Результаты** ⇒ **Пластины** ⇒ **Площадь нижней арматуры вдоль X1** (кнопка  на панели инструментов, которая становится доступной после выполнения пункта меню **Результаты** ⇒ **Результаты для пластин** (кнопка  на панели инструментов)).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси Y1, выполните пункт меню **Результаты** ⇒ **Пластины** ⇒ **Площадь нижней арматуры вдоль Y1** (кнопка  на панели инструментов).

#### Формирование таблиц результатов подбора арматуры в текстовом формате

- Выполните пункт меню **Результаты** ⇒ **Текстовые файлы** ⇒ **Формирование результатов для**

**выбранных элементов** (кнопка  на панели инструментов).

#### Просмотр таблиц результатов подбора арматуры

- Для просмотра результатов подбора арматуры в текстовом формате, выполните пункт меню **Результаты** ⇒ **Текстовые файлы** ⇒ **Результаты армирования** (кнопка  на панели инструментов).

#### Формирование и просмотр таблиц результатов подбора арматуры в формате HTML

- Вызовите диалоговое окно **Таблицы результатов** (рис.2.20) с помощью меню **Результаты** ⇒ **Таблицы результатов**.
- В этом окне в поле **Элементы** включите кнопку **Арматура в пластинах**, а в поле **Формат таблиц** включите радио-кнопку **HTML** (по умолчанию в поле **Создать таблицу** включена радио-кнопка **для всех элементов**).
- Щелкните по кнопке **Таблицу на экран**.
- Создание таблиц результатов в других форматах производится аналогично формату HTML.

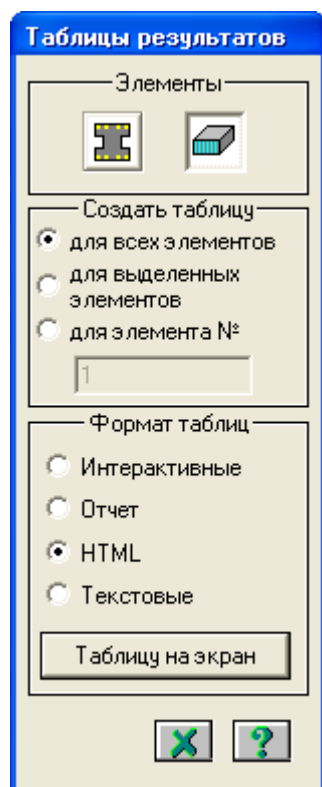


Рис.2.20. Диалоговое окно **Таблицы результатов**

