

Пример 18. Расчет пространственного каркаса здания и импорт подобранной арматуры для последующего нелинейного расчета

Цели и задачи:

- произвести статический расчет пространственного каркаса здания и произвести расчет РСУ;
- продемонстрировать процедуру унификации стержневых и пластинчатых элементов;
- выполнить подбор арматуры;
- показать процедуру импорта подобранной по линейному расчету арматуры для дальнейшего расчета конструкции в нелинейной постановке.

Исходные данные:

Двухпролетное трехэтажное здание.

Размеры пролетов – 6 м, шаг колонн – 6 м, высота этажей – 3 м.

Колонны в местах опирания на фундаментную плиту жестко защемлены.

Материал – железобетон В25, арматура А-III.

Сечения элементов:



- колонны первой и последней рам – прямоугольное сечение размером 500 x 500 мм;
- крайние колонны средней рамы – тавровое сечение высотой 1200 мм (ширина полки – 1200 мм, толщина полки – 300 мм, толщина стенки – 300 мм);
- центральные колонны средней рамы – двутавровое сечение высотой 600 мм (ширина полок – 600 мм, толщина полок – 200 мм, толщина стенки – 200 мм);
- балки перекрытия и покрытия – прямоугольное сечение размером 400 x 500 мм;
- плиты перекрытия и покрытия – толщина 200 мм.

Нагрузки:

- загрузка 1 – нагрузка от собственного веса элементов схемы и ограждающих конструкций;
- загрузка 2 – равномерно распределенная $p = 0.5 \text{ т/м}^2$, приложенная на плиты перекрытия и на плиту покрытия.

Для того чтобы начать работу с ПК ЛИРА-САПР®, выполните следующую команду Windows:
Пуск ⇒ Все программы (Все приложения) ⇒ LIRA SAPR ⇒ ЛИРА-САПР 2017 ⇒ ЛИРА-САПР 2017.

Этап 1. Создание новой задачи

- Для создания новой задачи откройте меню **Приложения** и выберите пункт **Новый** (кнопка  на панели быстрого доступа).
- В появившемся диалоговом окне **Описание схемы** (рис. 18.1) задайте следующие параметры:
 - имя создаваемой задачи – **Пример18**;
 - в раскрывающемся списке **Признак схемы** выберите строку **5 – Шесть степеней свободы в узле**.
- После этого щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

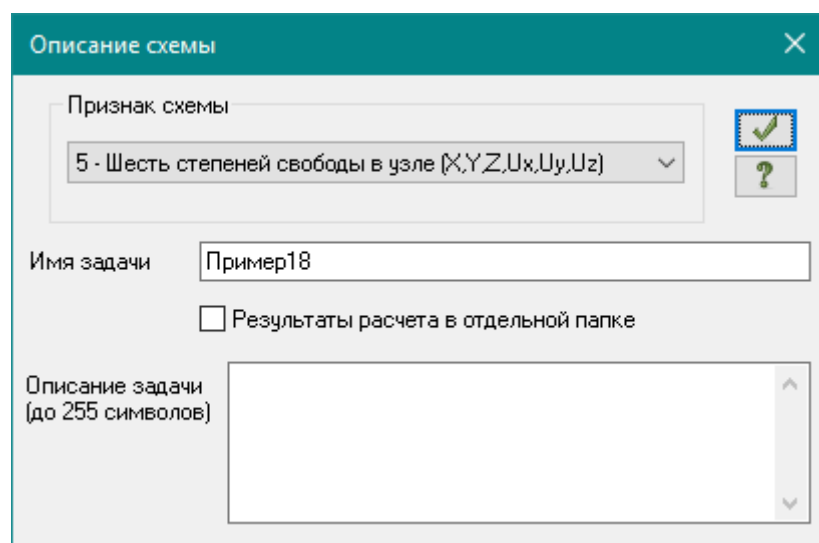




Рис.18.1. Диалоговое окно **Описание схемы**



Диалоговое окно **Описание схемы** также можно открыть с уже выбранным признаком схемы. Для этого в меню **Приложения** в раскрывающемся списке пункта **Новый** выберите команду  – **Пятый признак схемы (Шесть степеней свободы в узле)** или на панели

быстрого доступа в раскрывающемся списке **Новый** выберите команду  – **Пятый признак схемы (Шесть степеней свободы в узле)**. После этого нужно задать только имя задачи.

Установка флажка **Результаты расчета в отдельной папке** в диалоговом окне **Описание схемы** дает возможность сохранять все результаты расчета для конкретной задачи в отдельной папке с именем, которое совпадает с именем задачи. Данная папка создается в каталоге хранения результатов расчета. Это удобно в том случае, если нужно найти результаты расчета для конкретной задачи и последующей передаче файлов результатов расчета или просмотра и анализа этих файлов с помощью проводника или других файловых менеджеров.

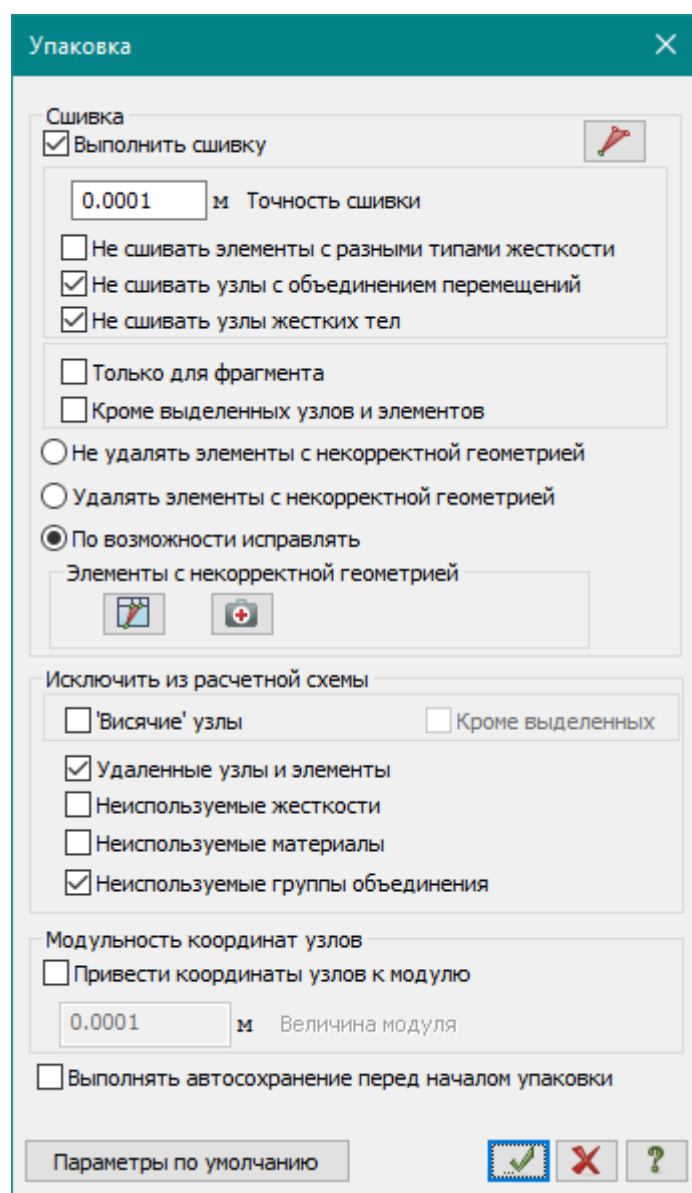







Рис.18.3. Диалоговое окно Упаковка

[Сохранение информации о расчетной схеме](#)

- Для сохранения информации о расчетной схеме откройте меню **Приложения** и выберите пункт  **Сохранить** (кнопка  на панели быстрого доступа).
- В появившемся диалоговом окне **Сохранить как** задайте:
 - имя задачи – **Пример18**;
 - папку, в которую будет сохранена эта задача (по умолчанию выбирается папка – **Data**).
- Щелкните по кнопке **Сохранить**.

Этап 3. Задание вариантов конструирования

- Вызовите диалоговое окно **Варианты конструирования** (рис.18.4) щелчком по кнопке  – **Варианты конструирования** (панель **Конструирование** на вкладке **Создание и редактирование**).
- В этом диалоговом окне задайте параметры для первого варианта конструирования:
 - в списке **Расчет сечений по:** включите радио-кнопку **PCY**;
 - для выбора таблицы PCY щелкните по кнопке  – **Добавить/Редактировать таблицу PCY**;
 - в появившемся диалоговом окне **Расчетные сочетания усилий** щелкните по кнопке  – **Подтвердить**;
 - остальные параметры диалогового окна **Варианты конструирования** принимаются по умолчанию.
- После этого в диалоговом окне **Варианты конструирования** щелкните по кнопке  – **Применить**.

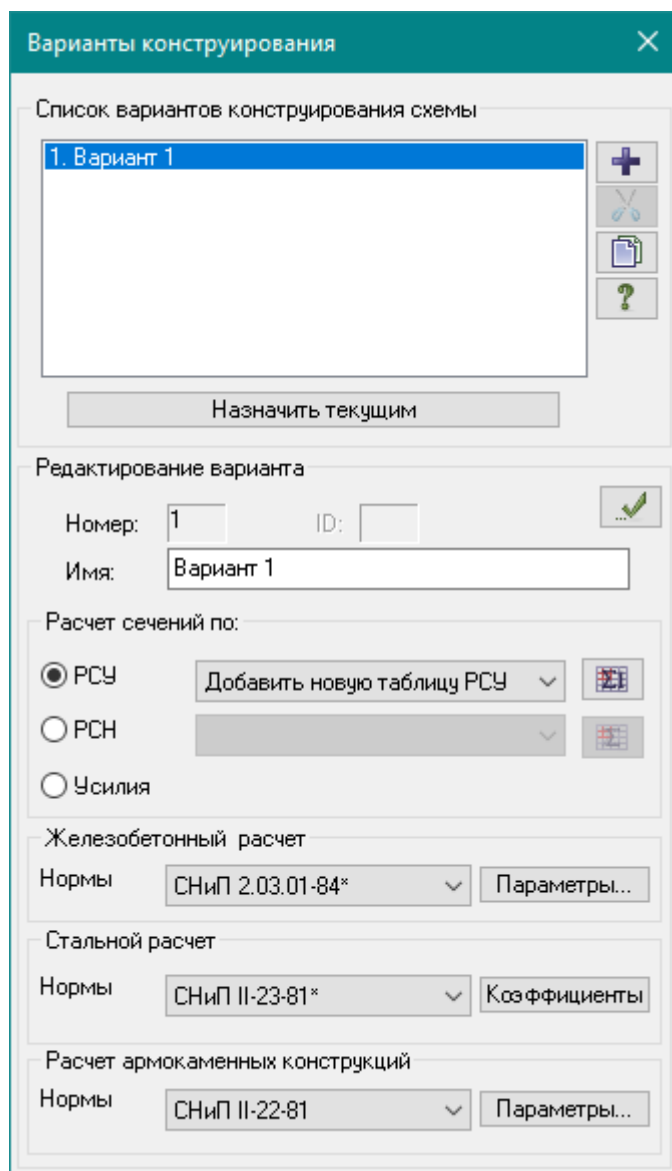



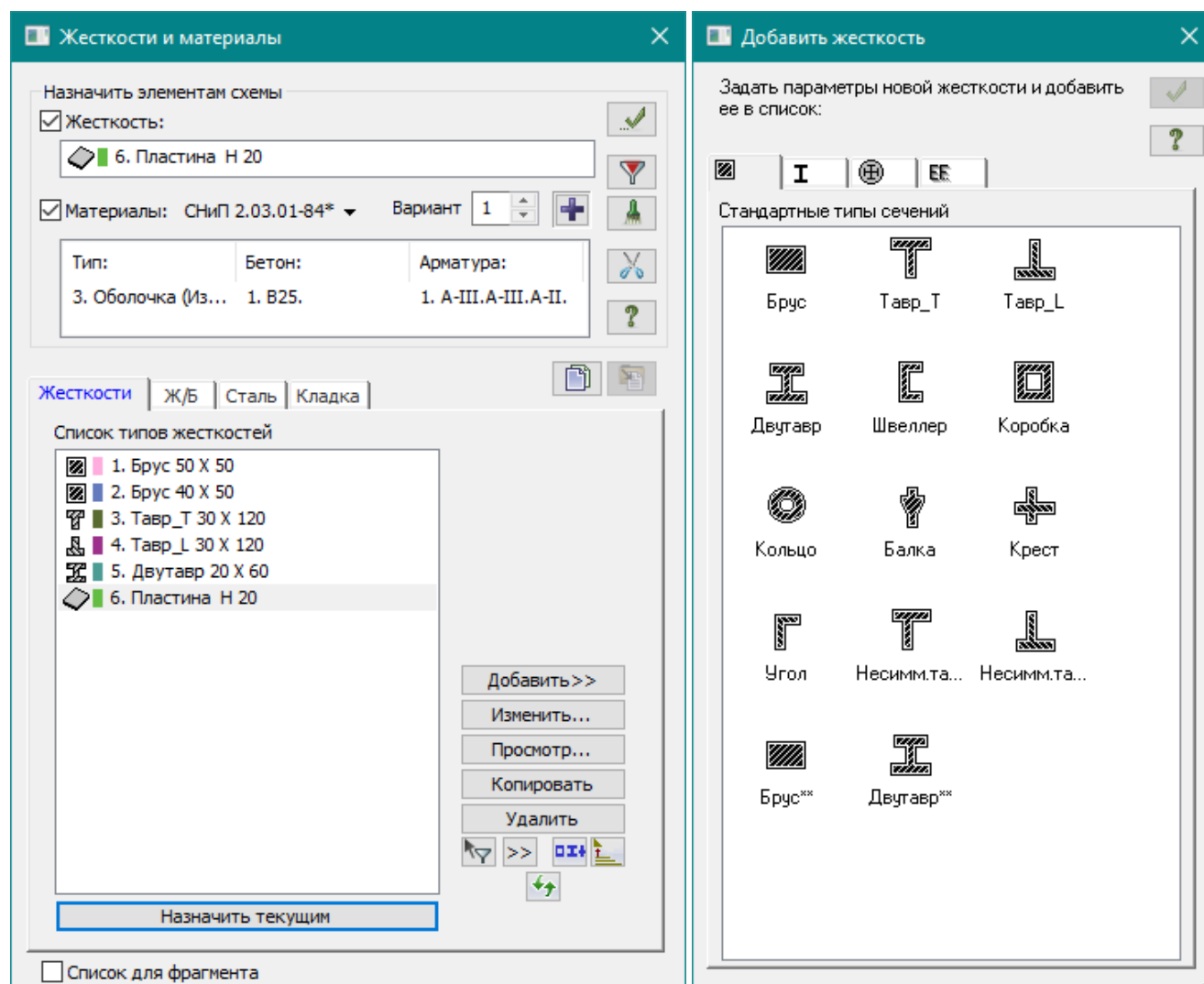
Рис.18.4. Диалоговое окно **Варианты конструирования**

- Закройте диалоговое окно **Варианты конструирования** щелчком по кнопке  – **Заккрыть**.

Этап 4. Задание жесткостных параметров и параметров материалов элементам схемы

Формирование типов жесткости


- Щелчком по кнопке  – **Жесткости и материалы** (панель **Жесткости и связи** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Жесткости и материалы** (рис.18.5,а).
- В этом окне щелчком по кнопке **Добавить** вызовите диалоговое окно **Добавить жесткость**, для того чтобы вывести список стандартных типов сечений (рис.18.5,б).
- Выберите двойным щелчком мыши на элементе графического списка тип сечения **Брус**.



а

б

Рис.18.5. Диалоговые окна: а – Жесткости и материалы, б – Добавить жесткость

- В диалоговом окне **Задание стандартного сечения** (рис.18.6) задайте параметры сечения **Брус**:
 - модуль упругости – $E = 3e6 \text{ т/м}^2$ (при английской раскладке клавиатуры);
 - геометрические размеры – $B = 50 \text{ см}$; $H = 50 \text{ см}$;
 - удельный вес материала – $R_o = 2.5 \text{ т/м}^3$.
- Для ввода данных щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

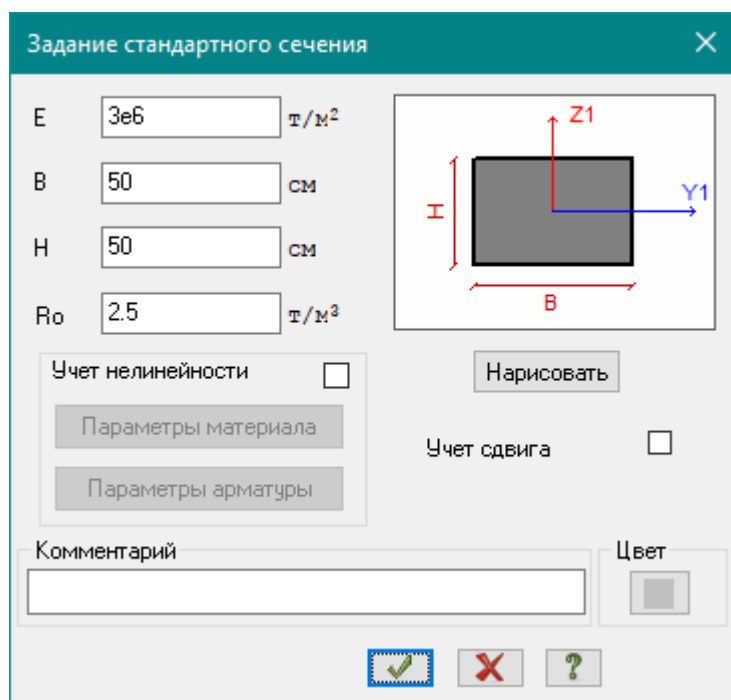







Рис.18.6. Диалоговое окно **Задание стандартного сечения**

- После этого в диалоговом окне **Добавить жесткость** еще раз двойным щелчком мыши выберите тип сечения **Брус**.
- В диалоговом окне **Задание стандартного сечения** задайте параметры нового сечения **Брус**:
 - геометрические размеры – **B** = 40 см; **H** = 50 см;
 - остальные параметры по умолчанию принимаются равными последним заданным значениям (как в предыдущей жесткости).
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.
- Далее в диалоговом окне **Добавить жесткость** двойным щелчком мыши выберите тип сечения **Тавр_Т**.
- В новом окне **Задание стандартного сечения** задайте параметры сечения **Тавр_Т**:
 - геометрические размеры – **B** = 30 см; **H** = 120 см; **B1** = 120 см; **H1** = 30 см;
 - остальные параметры по умолчанию принимаются равными последним заданным значениям.
- Для ввода данных щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.
- Затем в диалоговом окне **Добавить жесткость** двойным щелчком мыши выберите тип сечения **Тавр_L**.
- В новом окне **Задание стандартного сечения** задайте параметры сечения **Тавр_L**:
 - геометрические размеры – **B** = 30 см; **H** = 120 см; **B1** = 120 см; **H1** = 30 см;
 - остальные параметры по умолчанию принимаются равными последним заданным значениям.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.
- Далее в диалоговом окне **Добавить жесткость** двойным щелчком мыши выберите тип сечения **Двутавр**.
- В новом окне **Задание стандартного сечения** задайте параметры сечения **Двутавр**:
 - геометрические размеры – **B** = 20 см; **H** = 60 см; **B1** = 60 см; **H1** = 20 см; **B2** = 60 см; **H2** = 20 см;
 - остальные параметры по умолчанию принимаются равными последним заданным значениям.
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

- После этого в диалоговом окне **Добавить жесткость** перейдите на четвертую закладку численного описания жесткости.
- Двойным щелчком мыши выберите тип сечения **Пластины**.
- В окне **Задание жесткости для пластин** (рис.18.7) задайте параметры сечения **Пластины** (для плиты перекрытия):
 - коэф. Пуассона – **V** = 0.2;
 - толщина – **H** = 20 см.
- Для ввода данных щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

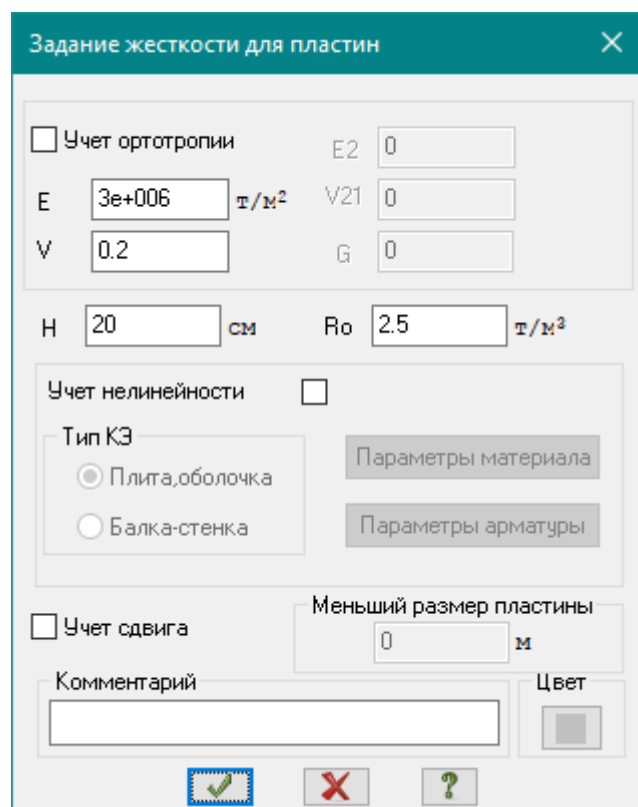


Рис.18.7. Диалоговое окно **Задание жесткости для пластин**

- Для того чтобы скрыть библиотеку жесткостных характеристик, в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке **Добавить**.

Задание материалов для железобетонных конструкций

- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по второй закладке **Ж/Б (Задание параметров для железобетонных конструкций)**.
- При включенной радио-кнопке **Тип** щелкните по кнопке **Редактировать**.
- На экран выводится диалоговое окно **Материалы для расчета Ж/Б конструкций** (рис.18.8), в котором щелкните по первой строке в списке **ТИП: СТЕРЖЕНЬ** и после этого в правой части окна задайте следующие параметры для колонн:
 - в строке **Название** задайте **Колонны**;
 - в раскрывающемся списке **Вид расчета** выберите строку **Колонна рядовая**;
 - в раскрывающемся списке **Армирование** выберите тип армирования **Симметричное**;
 - в поле **Расчет** установите флажок **Учитывать конструктивные требования**;
 - в поле **Расчет по предельным состояниям II-й группы**, при включенной радио-кнопке **Диаметр арматурных стержней**, в раскрывающемся списке выберите строку соответствующую диаметру арматуры **40 мм**;
 - в поле **Длина элемента, Расчетные длины** включите радио-кнопку **Коэффициент**;
 - задайте параметры **LY = 0.7, LZ = 0.7**;
 - все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.

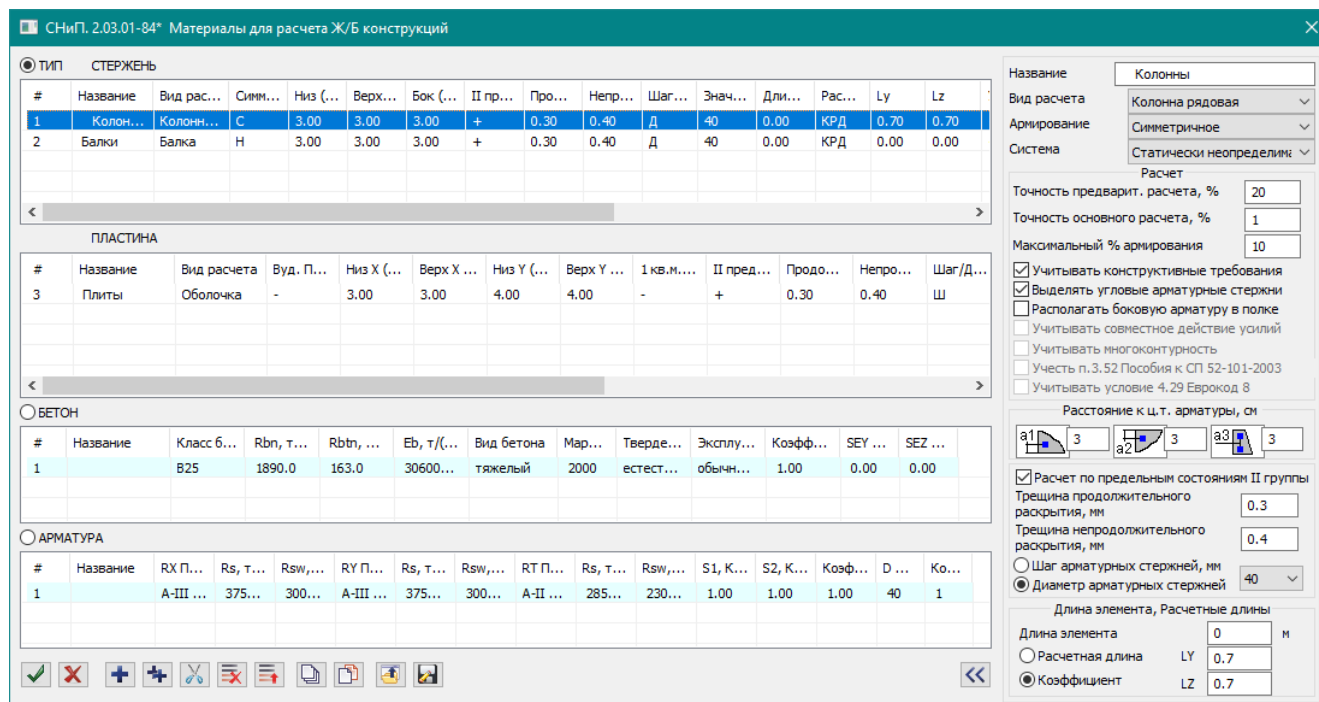


Рис.18.8. Диалоговое окно **Материалы для расчета Ж/Б конструкций**


- Для добавления новой строки задания параметров стержневым элементам щелкните по кнопке – **Добавить** и после этого в правой части окна задайте следующие параметры для балок:
 - в строке **Название** задайте **Балки**;
 - в раскрывающемся списке **Вид расчета** выберите строку **Балка**;
 - в раскрывающемся списке **Армирование** выберите тип армирования **Несимметричное**;
 - в поле **Расчет** установите флажок **Учитывать конструктивные требования**;
 - в поле **Расчет по предельным состояниям II-й группы**, при включенной радио-кнопке **Диаметр арматурных стержней**, в раскрывающемся списке выберите строку соответствующую диаметру арматуры **40** мм;
 - в поле **Длина элемента, Расчетные длины** задайте параметры **LY = 0, LZ = 0**;
 - все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.

- Чтобы добавить строку задания параметров для пластинчатых элементов, щелкните по первой строке в списке **ТИП: ПЛАСТИНА** и в правой части окна задайте следующие параметры для плит перекрытия и покрытия:
 - в строке **Название** задайте **Плиты**;
 - в раскрывающемся списке **Вид расчета** выберите строку **Оболочка**;
 - в поле **Расстояние к ц. т. арматуры** задайте параметры **A1Y = 4** см, **A2Y = 4** см;
 - все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.

- После этого щелкните по первой строке в списке **БЕТОН** и в правой части окна задайте следующие параметры:
 - в раскрывающемся списке **Класс бетона** выберите строку **B25**;
 - все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.

- Далее щелкните по первой строке в списке **АРМАТУРА** и в правой части окна задайте следующие параметры:
 - в раскрывающемся списке **Поперечная арматура** выберите строку **A-I**;
 - в раскрывающемся списке **Максимальный диаметр продольной арматуры, мм** выберите строку **40**;


- все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.

➤ После этого щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

Назначение жесткостей и материалов элементам схемы

➤ В диалоговом окне **Жесткости и материалы** установите флажок **Материалы** в поле **Назначить элементам схемы**.

➤ В этом окне в списке текущего типа жесткости должна быть установлена жесткость – **6. Пластина Н20**, а в списке текущих материалов должны быть установлены в качестве текущих: тип – **3.Оболочка**, класс бетона – **1.В25** и класс арматуры – **1.А-III**.

➤ Щелкните по кнопке  – **Отметка элементов** в раскрывающемся списке **Отметка элементов** на панели инструментов **Панель выбора** (по умолчанию находится в нижней области рабочего окна).

➤ С помощью курсора выделите все элементы схемы (выделенные элементы окрашиваются в красный цвет).



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

➤ В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.

➤ В диалоговом окне с предупреждением (рис.18.9) щелкните по кнопке **ОК**.

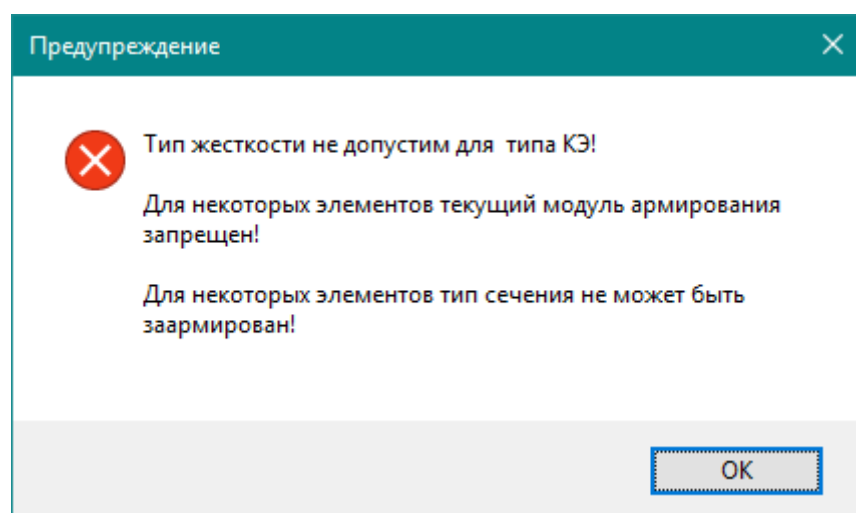



Рис.18.9. Диалоговое окно **Предупреждение**

➤ После этого в диалоговом окне **Жесткости и материалы** в списке типов общих свойств материалов для железобетонных конструкций выделите курсором строку **2.Балка. Балки**.

➤ Щелкните по кнопке **Назначить текущим** (при этом выбранный тип общих свойств материалов записывается в строке редактирования **Материалы** поля **Назначить элементам схемы**. Можно назначить текущий тип общих свойств материалов двойным щелчком по строке списка).

➤ Далее в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по первой закладке **Жесткости** и в списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **2. Брус 40x50**.







➤ Щелкните по кнопке **Назначить текущим** (при этом выбранный тип записывается в строке редактирования **Жесткость** поля **Назначить элементам схемы**).

➤ Затем в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.

➤ Далее в диалоговом окне **Жесткости и материалы** в списке типов жесткостей выделите курсором тип жесткости **1. Брус 50x50**.



➤ Щелкните по кнопке **Назначить текущим**

➤ После этого в диалоговом окне **Жесткости элементов** щелкните по второй закладке **Ж/Б** и в списке типов общих свойств материалов для железобетонных конструкций выделите курсором строку **1.Колонна рядовая. Колонны**.

- Щелкните по кнопке **Назначить текущим**.
- Далее щелкните по кнопке  – **Отметка вертикальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**.
- С помощью курсора выделите все вертикальные элементы.
- Затем в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- После этого в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по первой закладке **Жесткости** и назначьте текущим тип жесткости **3.Тавр_Т 30x120**.
- С помощью курсора выделите только колонны (с 1-го по 3-й этаж) расположенные по правому краю средней рамы каркаса.
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- В диалоговом окне с предупреждением щелкните по кнопке **Да**.
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** назначьте текущим тип жесткости **4.Тавр_Л 30x120**.
- С помощью курсора выделите только колонны (с 1-го по 3-й этаж) расположенные по левому краю средней рамы каркаса.
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- В диалоговом окне с предупреждением щелкните по кнопке **Да**.
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** назначьте текущим тип жесткости **5.Двутавр 20x60**.
- С помощью курсора выделите только колонны (с 1-го по 3-й этаж) расположенные по центру средней рамы каркаса.
- В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- В диалоговом окне с предупреждением щелкните по кнопке **Да**.
- Щелкните по кнопке  – **Отметка вертикальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**, чтобы снять активность с операции выделения вертикальных стержневых элементов.

Этап 5. Задание нагрузок

Формирование загрузки № 1

- Щелчком по кнопке  – **Добавить собственный вес** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Добавить собственный вес** (рис.18.10).
- В этом окне, при включенной радио-кнопке **все элементы схемы**, в поле **Кэф. надежности по нагрузке** задайте коэффициент равен **1.1** (так как удельный вес материалов задан нормативным, то его нужно преобразовать в расчетный).
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

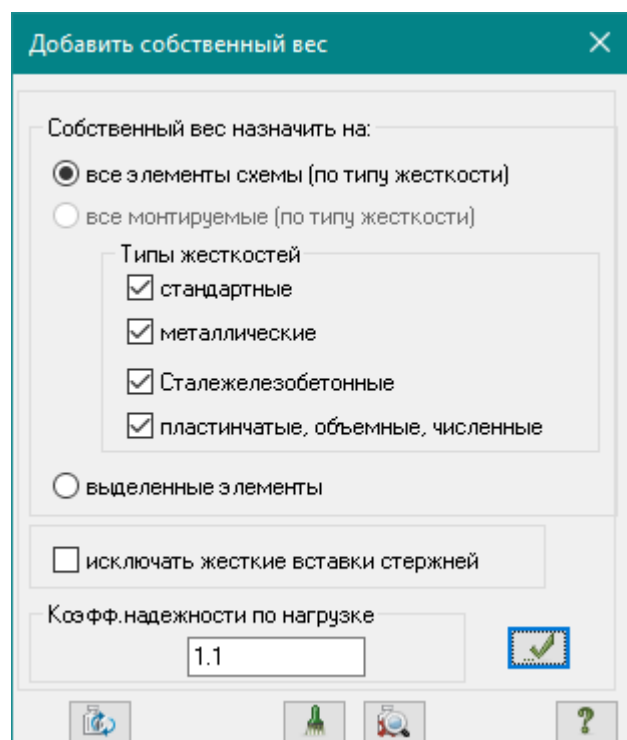





Рис.18.10. Диалоговое окно **Добавить собственный вес**

- Щелкните по кнопке  – **Отметка горизонтальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**.
- Перейдите в проекцию на плоскость XOY щелчком по кнопке  – **Проекция на XOY** на панели инструментов **Проекция** (по умолчанию находится в нижней области рабочего окна).
- С помощью "резинового окна" выделите только по периметру схемы все элементы балок.
- Вызовите диалоговое окно **Задание нагрузок** на закладке **Нагрузки на стержни** (рис.18.11) выбрав команду  – **Нагрузка на стержни** в раскрывающемся списке **Нагрузки на узлы и элементы** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**).
- В этом окне по умолчанию указана система координат **Глобальная**, направление – вдоль оси **Z**.

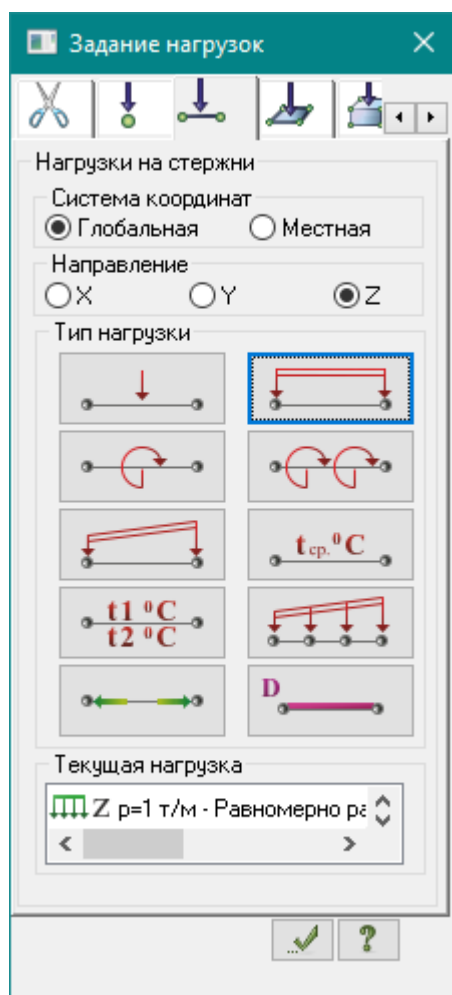


Рис.18.11. Диалоговое окно **Задание нагрузок**





- Щелчком по кнопке равномерно распределенной нагрузки вызовите диалоговое окно **Параметры**.
- В этом окне задайте интенсивность нагрузки $p = 1$ т/м (рис.18.12).
- Щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.



Рис.18.12. Диалоговое окно **Параметры**

- Перейдите в диметрическую фронтальную проекцию представления расчетной схемы щелчком по кнопке  – **Диметрическая фронтальная проекция** на панели инструментов **Проекция**.

Формирование загрузки № 2

- Смените номер текущего загружения щелчком по кнопке  – **Следующее загружение** в строке состояния (находится в нижней области рабочего окна).
- Щелкните по кнопке  – **Отметка элементов** в раскрывающемся списке **Отметка элементов** на панели инструментов **Панель выбора**.
- Выделите все элементы схемы.
- В диалоговом окне **Задание нагрузок** перейдите на четвертую закладку **Нагрузки на пластины**.
- Щелчком по кнопке равномерно распределенной нагрузки вызовите диалоговое окно **Параметры**.
- В этом окне задайте интенсивность нагрузки $p = 0.5 \text{ т/м}^2$.
- На экране появляется диалоговое окно **Предупреждение** (рис.18.13), в котором щелкните по кнопке **ОК**.

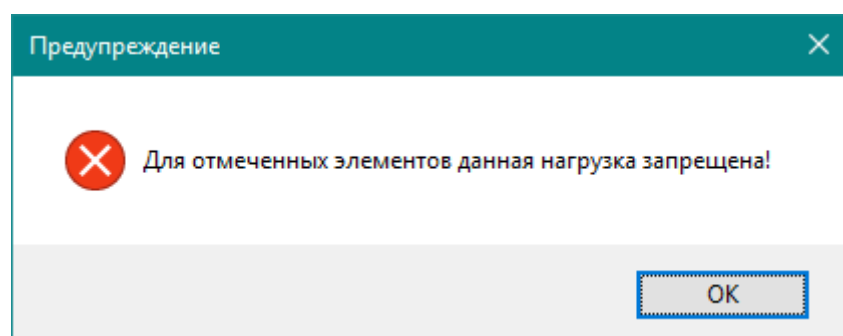






Рис.18.13. Диалоговое окно **Предупреждение**



Предупреждение связано с тем, что при выделении всех элементов схемы выделяются одновременно стержни и пластины. Задаваемая нагрузка на пластины запрещена для стержневых элементов.

- Снимите выделение с узлов и элементов щелчком по кнопке  – **Отмена выделения** на панели инструментов **Панель выбора**.

Задание расширенной информации о загружениях

- Вызовите диалоговое окно **Редактор загружений** (рис.18.14) щелчком по кнопке  – **Редактор загружений** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**).
- В этом диалоговом окне в списке загружений выделите строку соответствующую первому загружению.
- Далее в поле **Редактирование выбранного загружения** выберите в раскрывающемся списке **Вид** строку **Постоянное** и щелкните по кнопке  – **Применить**.
- После этого в списке загружений выделите строку соответствующую второму загружению, а затем в поле **Редактирование выбранного загружения** выберите в раскрывающемся списке **Вид** строку **Временное длит. / Длительное** и щелкните по кнопке  – **Применить**.

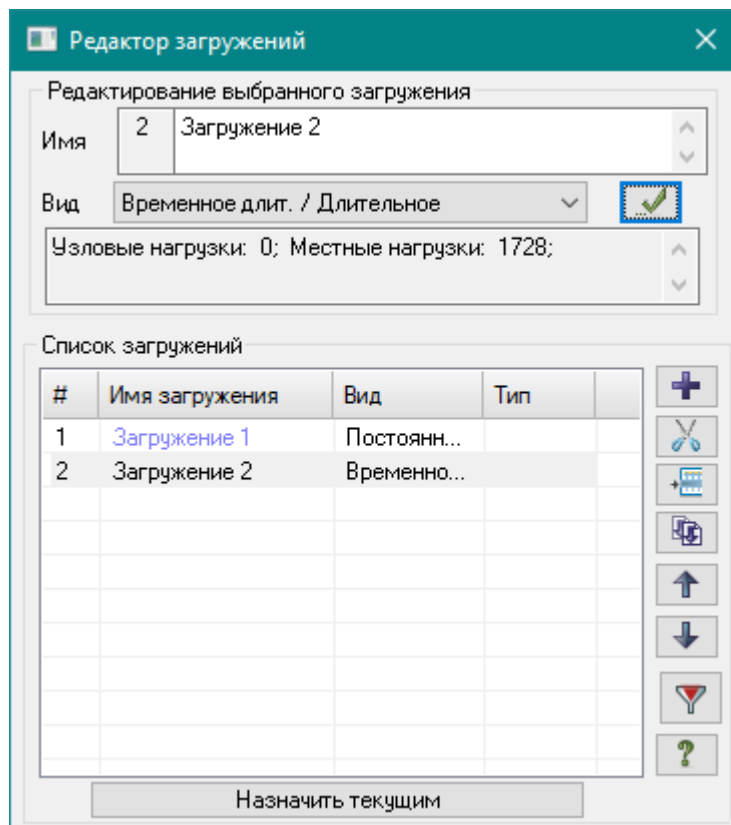



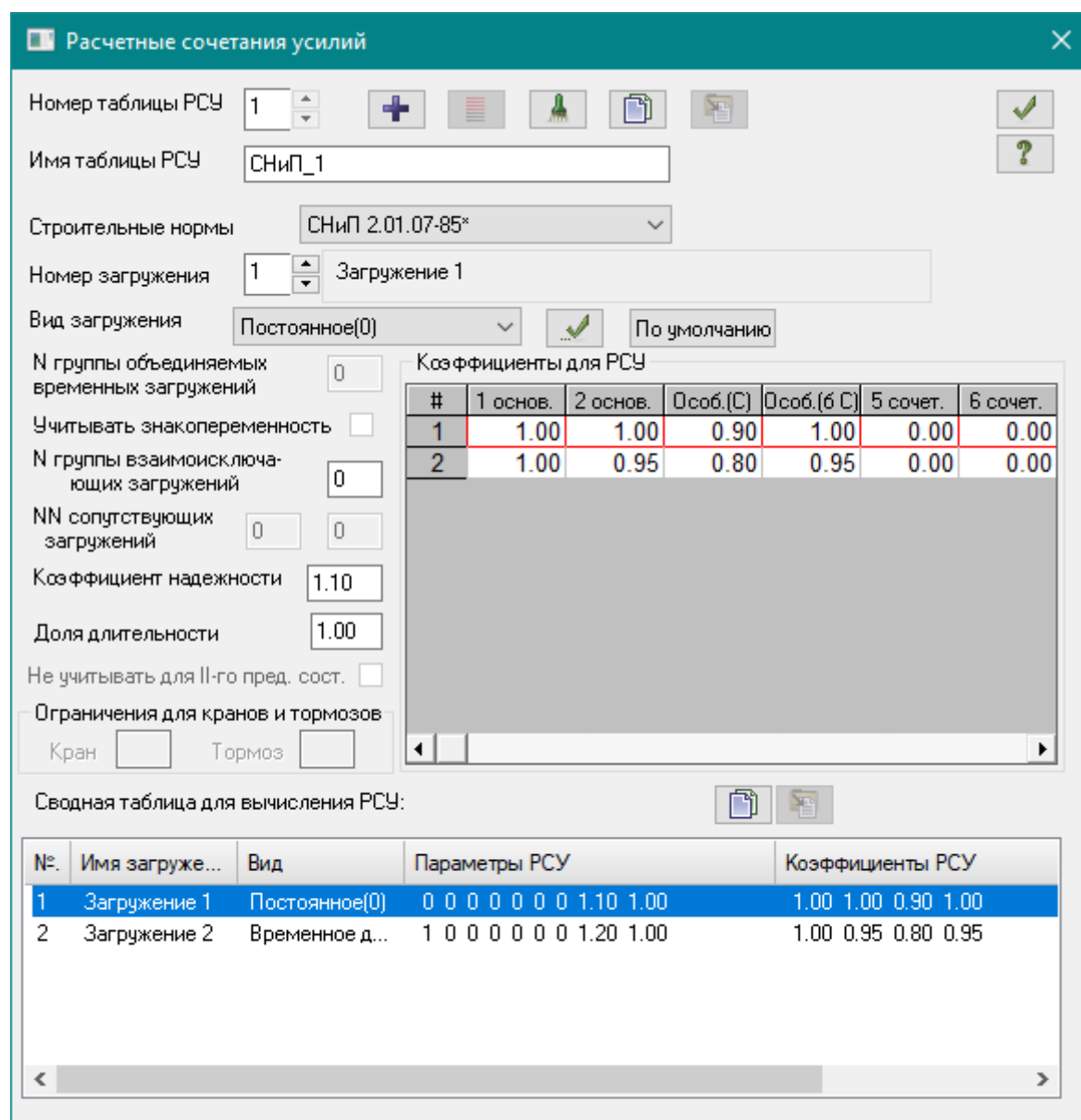


Рис.18.14. Диалоговое окно Редактор загрузений

- Закройте диалоговое окно **Редактор загрузений** щелчком по кнопке  – **Заккрыть**.

Этап 6. Генерация таблицы РСУ

- Щелчком по кнопке  – **Таблица РСУ** (панель РСУ на вкладке **Расчет**) вызовите диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий** (рис.18.15).
- В этом окне, для формирования таблицы РСУ со значениями принятыми по умолчанию для каждого нагружения, щелкните по кнопке  – **Заполнить таблицу РСУ значениями по умолчанию**.
- После этого, для подтверждения назначения параметров, принятых по умолчанию для каждого нагружения, щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.



Диалоговое окно "Расчетные сочетания усилий" содержит следующие элементы:

- Номер таблицы РСУ: 1
- Имя таблицы РСУ: СНиП_1
- Строительные нормы: СНиП 2.01.07-85*
- Номер нагружения: 1 (Загружение 1)
- Вид нагружения: Постоянное(0)
- Кнопки: +, (красные полосы), (зеленая галочка), (документ), (макет)
- Кнопки подтверждения: (зеленая галочка), (?)
- Н группы объединяемых временных нагружений: 0
- Учитывать знакопеременность:
- Н группы взаимоисключающих нагружений: 0
- NN сопутствующих нагружений: 0
- Кoeffициент надежности: 1.10
- Доля длительности: 1.00
- Не учитывать для II-го пред. сост.:
- Ограничения для кранов и тормозов: Кран Тормоз
- Сводная таблица для вычисления РСУ:



#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)	5 сочет.	6 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00

№.	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ	Кoeffициенты РСУ
1	Загружение 1	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Загружение 2	Временное д...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95

Рис.18.15. Диалоговое окно **Расчетные сочетания усилий**

Этап 7. Унификация элементов

Отключение отображения нагрузок на расчетной схеме

- Щелкните по кнопке  – **Флаги рисования** на панели инструментов **Панель выбора**.
- В диалоговом окне **Показать** перейдите на третью закладку **Общие** и снимите флажок **Нагрузки** (рис.18.16).
- Щелкните по кнопке  – **Перерисовать**.

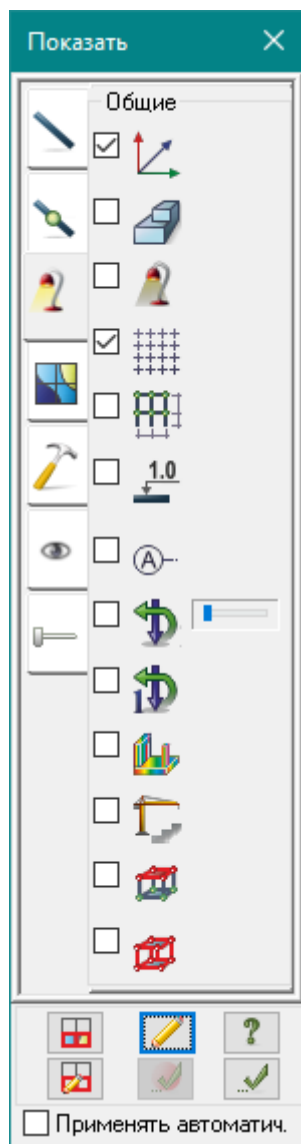



Рис.18.16. Диалоговое окно **Показать**

Унификация элементов



В данном примере для всех элементов схемы будет применяться первый тип унификации **Единое сечение для всей группы**. Для ускорения процесса унификации каждая "ячейка" схемы разделена на три части по всем направлениям.

- Перейдите в проекцию на плоскость XOY щелчком по кнопке  – **Проекция на XOY** на панели инструментов **Проекция** (по умолчанию находится в нижней области рабочего окна).

- Вызовите диалоговое окно **Унификация элементов** (рис.18.17) щелчком по кнопке  – **Унификация элементов** (панель **Конструирование** на вкладке **Создание и редактирование**).

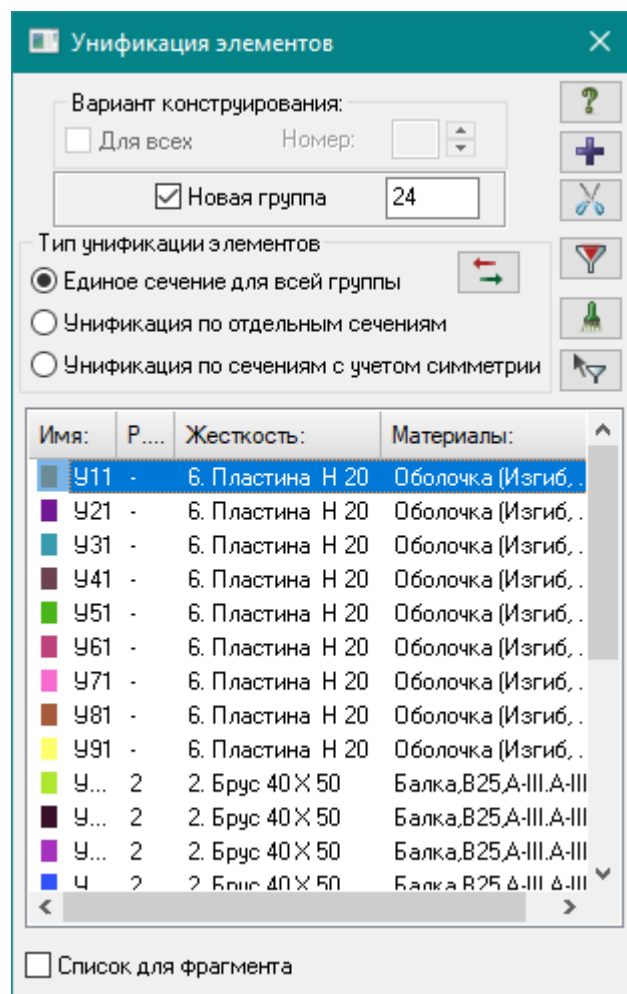



Рис.18.17. Диалоговое окно **Унификация элементов**

- Для удобства выделения нужных элементов схемы, щелчком по кнопке  – **ПолиФильтр** на панели инструментов **Панель выбора**, вызовите диалоговое окно **ПолиФильтр** (рис.18.18).
- В этом окне перейдите на вторую закладку **Фильтр для элементов**.
- Далее установите флажок **По виду КЭ** и в раскрывающемся списке выберите строку **Четырехузловые КЭ (пластины)**.

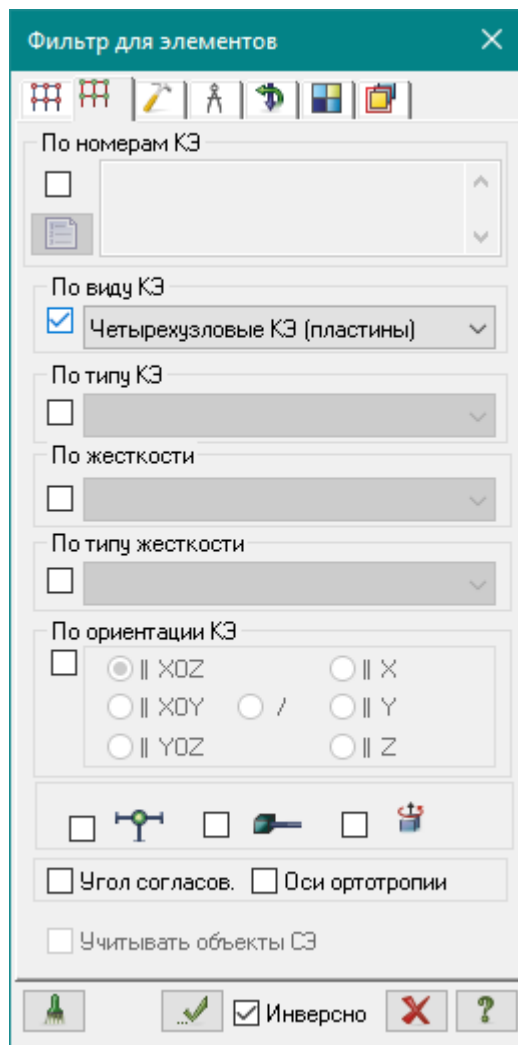










Рис.18.18. Диалоговое окно **Фильтр для элементов**

- При активной кнопке  – **Отметка элементов** в раскрывающемся списке **Отметка элементов** на панели инструментов **Панель выбора**, с помощью "резинового окна" выделите элементы опорной части плит перекрытия над центральной колонной средней рамы (квадрат включающий в себя от места расположения колонны по 4 конечных элемента в одну и другую сторону вдоль осей X и Y).
- После этого в диалоговом окне **Унификация элементов** (рис.18.17) включите радио-кнопку **Единое сечение для всей группы** в поле **Тип унификации элементов** и для создания первой группы унификации щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- Далее с помощью "резинового окна" выделите элементы средней части плит перекрытия между центральной колонной средней рамы и центральными колоннами 1-й и 3-й рам (2 прямоугольника, включающих в себя по 4 конечных элемента в одну и другую сторону вдоль оси X от балок, соединяющих эти колонны, и 4 конечных элемента вдоль оси Y).
- После этого в диалоговом окне **Унификация элементов**, при включенной радио-кнопке **Единое сечение для всей группы** в поле **Тип унификации элементов** и установленном флажке **Новая группа**, для создания второй группы унификации щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- Затем с помощью "резинового окна" выделите элементы опорных частей плит перекрытия возле центральных колонн 1-й и 3-й рам (2 прямоугольника, включающих в себя по 4 конечных элемента от колонн в одну и другую сторону вдоль оси X и 4 конечных элемента вдоль оси Y от этих колонн к середине здания).

- В диалоговом окне **Унификация элементов**, при включенной радио-кнопке **Единое сечение для всей группы** в поле **Тип унификации элементов** и установленном флажке **Новая группа**, для создания третьей группы унификации щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- После этого с помощью "резинового окна" выделите элементы опорных частей плит перекрытия посередине между центральными и крайними колоннами 1-й и 3-й рам (4 квадрата, включающих в себя по 4 конечных элемента вдоль балок, расположенных посередине пролетов 1-й и 3-й рам, вдоль оси X и 4 конечных элемента вдоль оси Y от этих балок к середине здания).
- В диалоговом окне **Унификация элементов** щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- Аналогично предыдущим операциям выполните следующие действия:
 - в группу унификации **5** включите элементы опорных частей плит перекрытия возле крайних колонн 1-й и 3-й рам (4 квадрата, включающих в себя по 4 конечных элемента от этих колонн вдоль осей X и Y);
 - в группу унификации **6** включите элементы опорных частей плит перекрытия посередине 1-го и 2-го пролетов средней рамы (2 прямоугольника, включающих в себя по 4 конечных элемента в одну и другую сторону вдоль оси Y от балок этих пролетов и 4 конечных элемента вдоль оси X посередине пролетов);
 - в группу унификации **7** включите элементы опорных частей плит перекрытия возле крайних колонн средней рамы (2 прямоугольника, включающих в себя по 4 конечных элемента в одну и другую сторону вдоль оси Y от этих колонн и 4 конечных элемента вдоль оси X к середине здания);
 - в группу унификации **8** включите элементы центральных частей плит перекрытия каждого из четырех участков, окаймленных балками (4 квадрата, включающих в себя по 4 конечных элемента вдоль осей X и Y, находящихся на расстоянии 2 м от каждой из балок);
 - в группу унификации **9** включите элементы опорных частей плит перекрытия посередине окаймляющих балок между рамами (4 квадрата, включающих в себя по 4 конечных элемента вдоль оси X от этих балок к середине здания и 4 конечных элемента вдоль оси Y посередине балок).
- Щелкните по кнопке  – **Отметка горизонтальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**.
- С помощью "резинового окна" выделите по два крайних элемента каждой из четырех балок, опирающихся на центральную колонну средней рамы (опорный участок на центральную колонну средней рамы).
- В диалоговом окне **Унификация элементов** щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- С помощью "резинового окна" выделите по два крайних элемента каждой из четырех балок, опирающихся на центральную колонну средней рамы (опорные участки на центральные колонны 1-й и 3-й рам, а также опорные участки на крайние левые и крайние правые колонны средней рамы).
- В диалоговом окне **Унификация элементов** щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- Аналогично предыдущим операциям выполните следующие действия:
 - в группу унификации **12** включите 3-е и 4-е элементы каждой из четырех балок, опирающихся на центральную колонну средней рамы (элементы возле опорного участка на центральную колонну);
 - в группу унификации **13** включите 5-е, 6-е и 7-е элементы каждой из четырех балок, опирающихся на центральную колонну средней рамы (отсчет вести от центральной колонны);
 - в группу унификации **14** включите 3-е, 4-е и 5-е элементы каждой из четырех балок, опирающихся на центральную колонну средней рамы (отсчет вести от центральных колонн 1-й и 3-й рам, а также от крайних левых и крайних правых колонн средней рамы);
 - в группу унификации **15** включите по три крайних элемента каждой из окаймляющих балок, расположенных по периметру (опорные участки этих балок на центральные колонны 1-й и 3-й рам, а также на крайние левые и крайние правые колонны средней рамы);

- в группу унификации **16** включите 4-е, 5-е и 6-е элементы каждой из окаймляющих балок, расположенных по периметру (отсчет вести от центральных колонн 1-й и 3-й рам, а также от крайних левых и крайних правых колонн средней рамы);
- в группу унификации **17** включите 4-е, 5-е и 6-е элементы каждой из окаймляющих балок, расположенных по периметру (отсчет вести от четырех угловых колонн);
- в группу унификации **18** включите по три крайних элемента каждой из окаймляющих балок, расположенных по периметру (опорные участки этих балок на угловые колонны).

- Щелкните по кнопке  – **Отметка горизонтальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**, чтобы снять активность с операции выделения горизонтальных стержневых элементов.
- Перейдите в диметрическую фронтальную проекцию представления расчетной схемы щелчком по кнопке  – **Диметрическая фронтальная проекция** на панели инструментов **Проекция**.
- Далее щелкните по кнопке  – **Отметка вертикальных стержней** на панели инструментов **Панель выбора**.
- С помощью "резинового окна" выделите только элементы центральных колонн средней рамы.
- В диалоговом окне **Унификация элементов** щелкните по кнопке  – **Создать новую УГ или...**
- Аналогично предыдущим операциям выполните следующие действия:
 - в группу унификации **20** включите только элементы крайних левых колонн средней рамы;
 - в группу унификации **21** включите только элементы крайних правых колонн средней рамы;
 - в группу унификации **22** включите только элементы центральных колонн 1-й и 3-й рам;
 - в группу унификации **23** включите только элементы всех угловых колонн.

Этап 8. Полный расчет схемы

- Запустите задачу на расчет щелчком по кнопке  – **Выполнить полный расчет** (панель **Расчет** на вкладке **Расчет**).



Этап 9. Просмотр и анализ результатов статического расчета








После расчета задачи, просмотр и анализ результатов статического расчета осуществляется на вкладке **Анализ**.



- В режиме просмотра результатов расчета по умолчанию расчетная схема отображается с учетом перемещений узлов.

Вывод на экран эпюр внутренних усилий



- Щелчком по кнопке  – **ПолиФильтр** на панели инструментов **Панель выбора**, вызовите диалоговое окно **ПолиФильтр** (рис. 18.18).
- Для выделения стержневых элементов, в этом окне перейдите на вторую закладку **Фильтр для элементов**.
- Далее установите флажок **По виду КЭ** и в раскрывающемся списке выберите строку **Стержни**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.

- Для отображения на экране только выделенных стержневых элементов, выполните фрагментацию щелчком по кнопке  – **Фрагментация** на панели инструментов **Панель выбора**.
- Выведите на экран эпюру **My** щелчком по кнопке  – **Эпюры My** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).
- Для вывода эпюры **Qz** щелкните по кнопке  – **Эпюры поперечных сил Qz** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).
- Для вывода эпюры **N** щелкните по кнопке  – **Эпюры продольных сил N** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).
- Чтобы вывести мозаику усилия **N**, выберите команду  – **Мозаика усилий в стержнях** в раскрывающемся списке **Эпюры/мозаика** (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).




Смена номера текущего загрузки

- В строке состояния (находится в нижней области рабочего окна) в раскрывающемся списке **Сменить номер загрузки** выберите строку соответствующую второму загрузению и щелкните по кнопке  – **Применить**.
- Для восстановления расчетной схемы в первоначальном виде, щелкните по кнопке  – **Восстановление конструкции** на панели инструментов **Панель выбора**.



Вывод на экран изополей перемещений

- Чтобы вывести на экран изополя перемещений по направлению Z, выберите команду  – **Изополя перемещений в глобальной системе** в раскрывающемся списке **Мозаика/изополя** и после этого щелкните по кнопке  – **Изополя перемещений по Z** (панель **Деформации** на вкладке **Анализ**).

Вывод на экран мозаик напряжений

- Чтобы вывести на экран мозаику напряжений по **Mx**, выберите команду  – **Мозаика напряжений** в раскрывающемся списке **Мозаика/изополя** и после этого щелкните по кнопке  – **Мозаика напряжений по Mx** (панель **Напряжения в пластинах и объемных КЭ** на вкладке **Анализ**).
- Для отображения мозаики напряжений по **Nx**, щелкните по кнопке  – **Мозаика напряжений по Nx** (панель **Напряжения в пластинах и объемных КЭ** на вкладке **Анализ**).

Формирование и просмотр таблиц результатов расчета

- Для вывода на экран таблицы со значениями расчетных сочетаний усилий в элементах схемы, выберите команду  – **Стандартные таблицы** в раскрывающемся списке **Документация** (панель **Таблицы** на вкладке **Анализ**).
- После этого в диалоговом окне **Таблицы** (рис.18.19) выделите строку **PCU расчетные**.
- Щелкните по кнопке  – **Применить**.



По умолчанию стандартные таблицы создаются в формате CSV. Информация, которая выводится в данных таблицах, разделена по разным закладкам: исходные данные

(например, коэффициенты для РСУ), если такие имеются; результаты для стержневых элементов; результаты для пластинчатых элементов и т. д.

При установке флажка **Создать обновляемую таблицу «Книги отчетов»** таблица будет создана только в формате CSV и вставлена в «Книгу отчетов». Таблицу, которая находится в «Книге отчетов», можно в дальнейшем обновлять в случае необходимости и верстать в отчет средствами «Книги отчетов».

Чтобы изменить формат создаваемой таблицы, нужно в диалоговом окне **Стандартные таблицы** щелкнуть по кнопке **Выбрать формат** и в появившемся окне **Формат таблиц** выбрать нужный формат и подтвердить выбор щелчком по кнопке **ОК** (для создания таблиц в текстовом формате нужно включить радио-кнопку **Текстовые**. 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**).

Выбранный формат таблиц запоминается и будет использован по умолчанию при дальнейшей работе со стандартными таблицами.

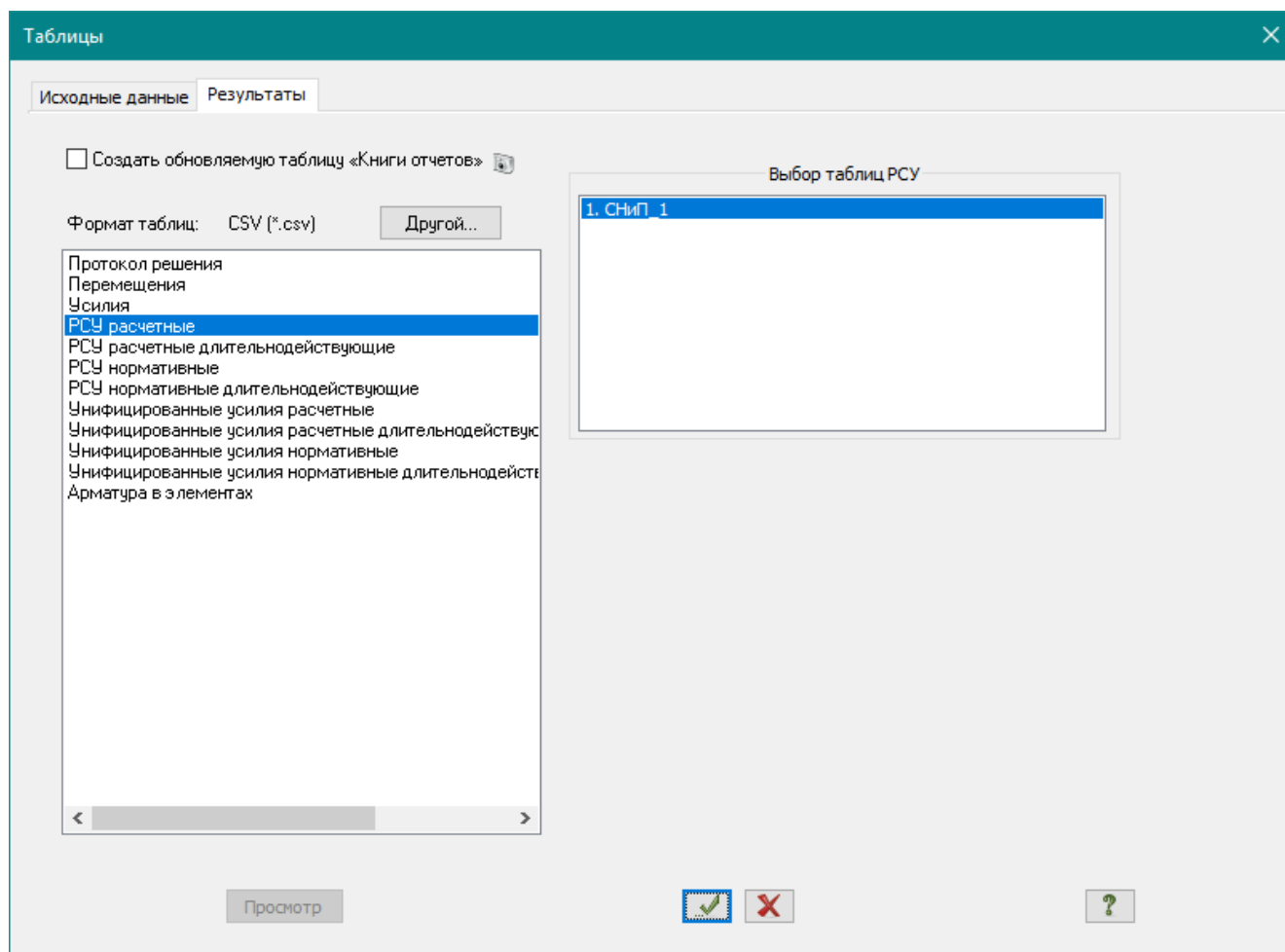


Рис.18.19. Диалоговое окно **Таблицы**









- После анализа закройте таблицу щелчком по кнопке  – **Закреть**.

Этап 10. Просмотр и анализ результатов армирования





После расчета задачи, просмотр и анализ результатов армирования осуществляется на вкладке **Железобетон** (для стиля ленточного интерфейса **Лента Плюс**).




Просмотр результатов армирования

- Для просмотра информации о подобранной арматуре в одном из элементов, щелкните по кнопке  – **Информация об узле или элементе** на панели инструментов **Панель выбора** и укажите курсором на любой стержневой или пластинчатый элемент.
- В появившемся диалоговом окне перейдите на закладку **Информация о подобранной арматуре** (в этом окне содержится полная информация 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, щелкните по кнопке  – **Нижняя арматура в пластинах по оси X1** (панель **Армирование пластин** на вкладке **Железобетон**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси Y1, щелкните по кнопке  – **Нижняя арматура в пластинах по оси Y1** (панель **Армирование пластин** на вкладке **Железобетон**).
- Для установки режима отображения симметричного армирования в сечениях стержней, выберите команду  – **Симметричное армирование** в раскрывающемся списке **Армирование** (панель **Армирование стержней** на вкладке **Железобетон**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади продольной арматуры в нижнем левом угле сечения стержня AU1, щелкните по кнопке  – **Угловая арматура AU1** (панель **Армирование стержней** на вкладке **Железобетон**).
- Чтобы посмотреть мозаику отображения площади продольной арматуры в нижнем правом угле сечения стержня AU2, щелкните по кнопке  – **Угловая арматура AU2** (панель **Армирование стержней** на вкладке **Железобетон**).
- Для установки режима отображения несимметричного армирования в сечениях стержней, выберите команду  – **Несимметричное армирование** в раскрывающемся списке **Армирование** (панель **Армирование стержней** на вкладке **Железобетон**).

Формирование и просмотр таблиц результатов подбора арматуры

- Вызовите диалоговое окно **Таблицы**, выбрав команду  – **Таблицы результатов для ЖБ** в раскрывающемся списке **Документация** (панель **Таблицы** на вкладке **Железобетон**).
- В этом окне по умолчанию выделена строка **Арматура в элементах**, а в поле **Арматура** включена радио-кнопка **в стержнях**.
- Для создания таблицы результатов подбора арматуры в стержневых элементах щелкните по кнопке  – **Применить**.

Этап 11. Импорт результатов подбора арматуры для создания нелинейной задачи

- Щелчком по кнопке  – **Жесткости и материалы** (панель **Конструирование** на вкладке **Железобетон**) вызовите диалоговое окно **Жесткости и материалы**.
- В этом окне щелкните по кнопке  – **Заменить жесткости по данным конструирования...**
- В появившемся диалоговом окне **Замена жесткостей** (рис.18.20) для создания нелинейной задачи щелкните по кнопке  – **Подтвердить**.

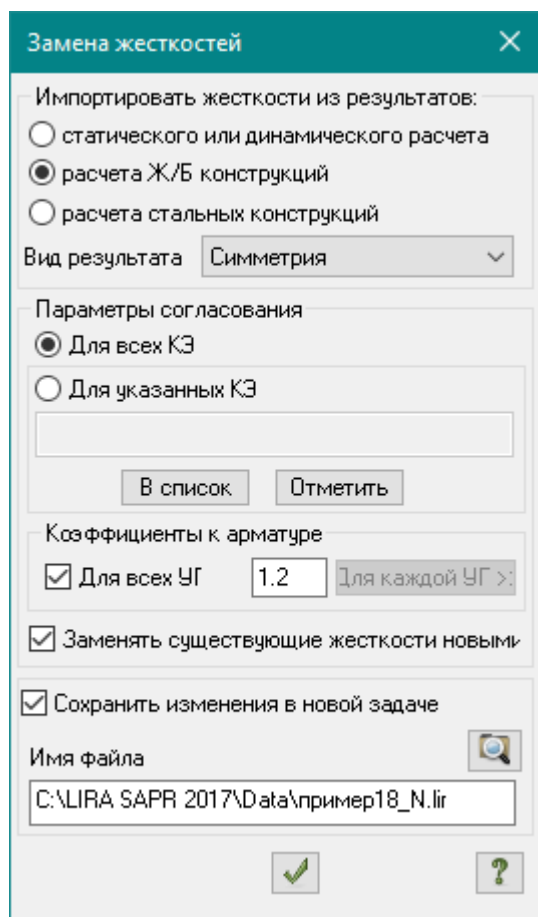


Рис.18.20. Диалоговое окно **Замена жесткостей**

Завершение формирования нелинейной задачи



После того как произведен импорт результатов подбора арматуры в новый файл, происходит автоматическая смена типа конечных элементов на физически нелинейные, а также происходит автоматическая замена жесткостных параметров с учетом нелинейности (автоматически задаются параметры материалов и параметры арматуры).

- После создание нелинейной задачи, для завершения формирования расчетной схемы, нужно задать следующие данные:
 - удалить нагрузку от собственного веса и задать её по-новому с коэф. надежности по нагрузке равном **1** (нормативное значение);
 - с помощью корректировки нагрузок изменить расчетные значения нагрузок от ограждающих конструкций и нагрузки второго заграждения на нормативные значения путем деления на соответствующие коэф. надежности по нагрузке;
 - удалить таблицу РСУ;

- в соответствии с описанием примера 7 выполнить формирование таблицы моделирования нелинейных нагрузжений.
- По окончании формирования расчетной схемы можно выполнять физически нелинейный расчет схемы и просматривать результаты расчета.