

*SCAD Group*



**ФОРУМ**

**Формирование укрупненных  
моделей**

**Руководство пользователя**

## Содержание

Общие принципы создания модели.....	4
Графическая среда .....	5
Меню .....	6
Инструментальная панель .....	8
Фильтры .....	11
Управление визуализацией .....	12
Диалоговые окна .....	12
Курсоры.....	13
Структура модели .....	14
Узлы.....	15
Блоки .....	15
Элементы .....	15
Создание новой модели .....	16
Новый проект.....	17
Координационные оси .....	18
Генерация узлов на осях .....	19
Создание нового блока .....	19
Ввод элементов.....	19
Колонны .....	20
Балки .....	21
Перекрытия .....	22
Стены .....	22
Копирование блоков и элементов .....	23
Перенос элементов из одного блока в другой.....	24
Операции с узлами.....	25
Генерация узлов на сетке.....	25
Удаление узлов.....	25
Ввод узлов на заданном расстоянии от выбранных .....	25
Генерация узлов по дуге .....	26
Ввод дополнительных узлов между существующими узлами.....	26
Перенос узлов в заданную плоскость .....	27
Перенос узлов .....	27
Сведение совпадающих узлов.....	28
Табличный ввод и корректировка узлов .....	28
Перенос начала общей системы координат .....	29
Операции с элементами.....	30
Удаление элементов .....	30
Выбор элементов по идентификации .....	31
Выбор элементов по параметрам .....	31
Выбор элементов по положению в модели .....	32
Сведение совпадающих элементов.....	32
Перенос элементов .....	33
Дерево проекта .....	34
Панель управления.....	35
Просмотр и корректировка параметров элементов.....	36
Корректировка геометрии элементов .....	37
Курсоры.....	38
Габариты элемента .....	38
Координатная сетка.....	39

Корректировка контура элемента .....	40
Отмена операции .....	40
Восстановление отмененной операции .....	40
Ввод отверстий и проемов .....	41
Удаление отверстий и проемов .....	41
Сглаживание углов .....	42
Перенос узлов .....	43
Копирование отверстий и проемов .....	43
Дублирование отверстий и проемов .....	44
Корректировка координат узлов .....	44
Удаление узлов .....	45
Отображение сетки .....	45
Привязка курсора к сетке .....	45
Узлы на окружности .....	45
Показать узлы .....	45
Фильтры отображения .....	46
Показать/скрыть дерево проекта .....	46
Информация об узле .....	46
Информация об элементе .....	47
Показать номера узлов и элементов .....	48
Расстояние между узлами .....	48
Показать узлы .....	48
Показать координационные оси .....	48
Показать начало общей системы координат .....	49
Диалоговое окно настройки фильтров .....	49
Сброс настроек фильтров в исходное состояние .....	50
Сброс отметок .....	50
Управление визуализацией .....	51
Поворот изображения модели вокруг заданной оси .....	51
Проецирование изображение модели .....	51
Выделение плоского фрагмента модели .....	51
Фрагментация рамкой .....	52
Масштабирование изображения .....	52
Фрагментация на координационных осях .....	53
Экспорт модели в SCAD .....	54
Генерация конечноэлементной модели .....	55
Диалоговое окно Результаты генерации .....	56
Связь с архитектурными системами .....	57
Установка программы экспорта ArchiCAD–SCAD .....	58
Настройка препроцессора ФОРУМ .....	59
Настройка экранных шрифтов .....	59
Настройка шрифтов шапки печати .....	60
Настройка цветовой схемы .....	60
Настройка фильтров отображения .....	61
Параметры работы .....	61
Назначение рабочих директорий .....	61
Каталоги металлопроката .....	62
Назначение шрифта закладок .....	62

## Общие принципы создания модели

В отличие от конечноэлементных моделей, где в качестве «кирпичиков», из которых складывается расчетная схема, выступают конечные элементы, в основу модели в препроцессоре **ФОРУМ** положены *укрупненные элементы (объекты)*, максимально приближенные по своему назначению и наименованию к функциональным составным частям реального сооружения. В их число входят такие, наиболее часто используемые объекты, как *колонны, балки, стены, перекрытия и крыши*. Группы объектов могут быть объединены в более крупные подсистемы сооружения — *блоки*. Как правило, объединение выполняется по позиционному принципу, при котором в один блок входят элементы, моделирующие один этаж сооружения или одна секция многосекционного здания, хотя возможны и другие условия группировки (например, блоком можно объявить все колонны здания).

Такой подход к моделированию часто используется в системах автоматизированного проектирования архитектурной части проекта, что создает предпосылки к переходу от архитектурной модели к расчетной и, в какой-то мере, упрощает создание геометрии расчетной схемы, для которой архитектурная модель может служить некоторой подосновой.

Очевидным преимуществом укрупненных моделей является их относительная простота по сравнению с соответствующими им конечноэлементными моделями, что значительно облегчает контроль больших схем. Наличие укрупненной модели, состоящей из объектов, позволяет автоматизировать процесс объединения конечных элементов в конструктивные элементы (по принадлежности одному объекту). Конструктивные элементы используются в комплексе **SCAD** при проверке и подборе арматуры в элементах железобетонных конструкций, проверке сечений элементов стальных конструкций, а также в некоторых проектирующих программах системы **SCAD Office**. Кроме того, по тем же признакам, что и конструктивные элементы при переходе от укрупненной модели к конечноэлементной автоматически создаются группы элементов. Переход от укрупненной модели к расчетной схеме комплекса **SCAD** выполняется путем автоматического или управляемого пользователем преобразования элементов модели в конечные элементы.

# Графическая среда

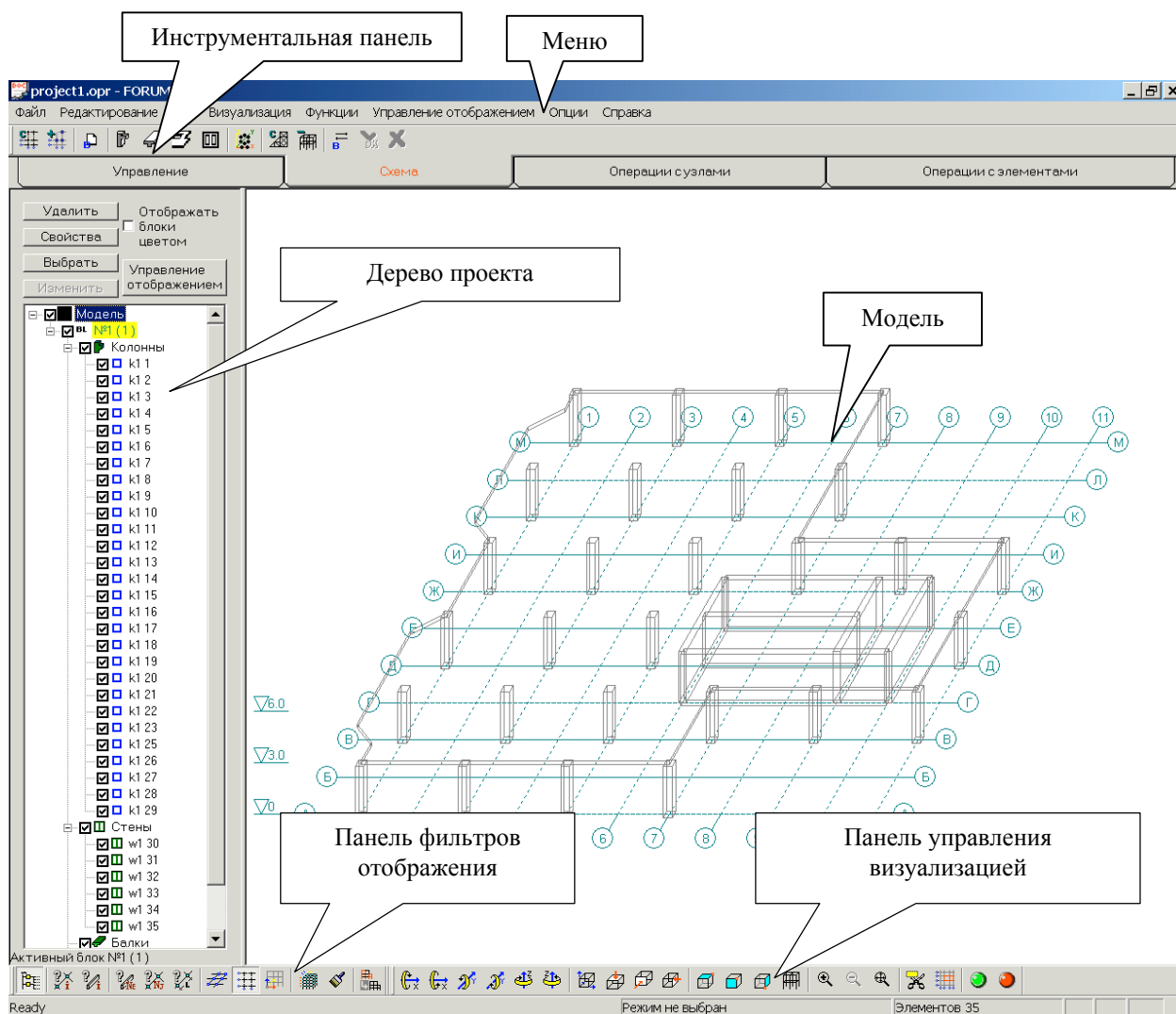


Рис. 1. Общий вид рабочего окна препроцессора **ФОРУМ**

Управление препроцессором осуществляется с помощью меню, инструментальных панелей, фильтров и диалоговых окон.

## Меню

Меню расположено в верхней части окна и содержит разделы: **Файл**, **Редактирование**, **Графическая среда**, **Визуализация**, **Функции**, **Управление отображением**, **Опции** и **Справка**.

Раздел **Файл** включает следующие операции:

*Новый проект* — создание нового проекта;  
*Открыть проект* — загрузка существующего проекта;  
*Сохранить проект* — сохранение проекта в файле с расширением .OPR под именем, заданным при создании проекта;  
*Сохранить проект как ...* — сохранение проекта под новым именем;  
*Печатать* — вывод изображения модели на печать;  
*Предварительный просмотр* — вывод на экран изображения модели, соответствующего текущим настройкам принтера;  
*Установки принтера* — настройка принтера;  
*Параметры проекта* — активизация диалогового окна с информацией о модели;  
*Идентификационные данные проекта* — вызов одноименного диалогового окна с наименованием проекта, организационно-разработчика и т.п.;  
*Отослать проект по почте* — активизация окна подготовки сообщений почтовой системы с присоединенным файлом проекта;  
*Выход* — завершение работы с программой.

В раздел **Редактирование** включены следующие операции:



— отказ от выполнения последней операции;  
*Выбрать блок* — вызов диалогового окна **Выбор блока**;  
*Выбрать все* — отметка всех элементов модели.

Раздел **Графическая среда** содержит четыре маркера, с помощью которых можно установить на экране или скрыть дерево проекта, панели фильтров отображения и визуализации, а также строку состояния.

Из раздела **Визуализация** можно активизировать вывод на модели координатных осей (*Показать координатные оси*), а также выполнить *вращение* модели и *фрагментацию* (дублируются аналогичные операции панели фильтров управления визуализацией).

Раздел **Функции** полностью дублирует набор операций закладки **Схема** инструментальной панели. Он включает:

*Создать/редактировать координатную сетку* — описание сетки координатных осей;  
*Генерация узлов на сетке* — порождение узлов в точках пересечения осей;

*Создать блок* — создание нового блока и задание его параметров;  
*Ввод элемента типа «Колонна»* — описание параметров и ввод колонн;  
*Ввод элемента типа «Балка»* — описание параметров и ввод балок;  
*Ввод элемента типа «Перекрытие»* — описание параметров и ввод перекрытий;  
*Ввод элемента типа «Стена»* — описание параметров и ввод стен;  
*Копирование* — копирование блоков или отдельных элементов;  
*Генерация результирующего проекта* — автоматическое формирование сетки конечных элементов и вызов системы SCAD;  
*Операции с блоками* — перенос элементов из одного блока в другой.

Раздел **Управление отображением** в основном дублирует фильтры управления отображением и включает такие операции, как Номера узлов, Номера элементов, Узлы, Координатные оси, Начало системы координат, Информация об узле, Информация об элементе, Сброс установок фильтров,.

В раздел **Опции** включены такие операции настройки программы, как Настройка экранных шрифтов, Настройка шрифтов шапки печати, Настройка цветовой схемы, Настройка фильтров отображения, Параметры работы, Назначение рабочих директорий, Каталоги металлопроката, Назначение шрифта закладок.

**Справка** — раздел включает справочную информацию по управлению формированием модели, настройке среды и т.п.

## Инструментальная панель

Инструментальная панель содержит четыре раздела с элементами управления: Управление, Схема, Операции с узлами и Операции с элементами. Переключение разделов выполняется указанием курсора на «закладки» с наименованиями разделов.

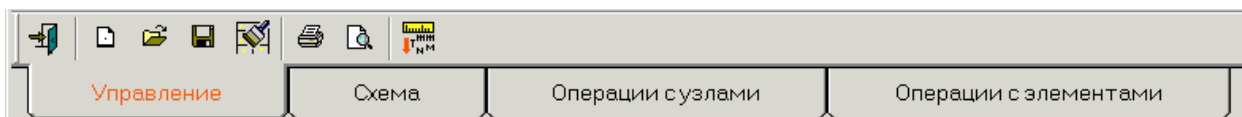










Рис. 2. Раздел **Управление** инструментальной панели

Раздел **Управление** включает следующие операции:

-  — **Выход** — завершение работы с программой;
-  — **Новый проект** — создание нового проекта;
-  — **Открыть проект** — загрузка существующего проекта;
-  — **Сохранить** — сохранение проекта под текущим именем;
-  — **Упаковка данных** — исключение из проекта удаленных узлов и элементов;
-  — **Печать** — вывод установленного на экране изображения модели (или ее фрагмента) на печать;
-  — **Предварительный просмотр** — просмотр изображения модели перед выводом на печать;
-  — **Единицы измерения.**

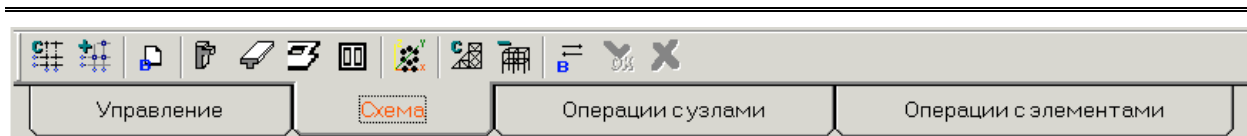


Рис. 3. Раздел **Схема** инструментальной панели

Из раздела **Схема** вызываются следующие операции:























-  — **Оси** — ввод параметров координационных осей;
-  — **Генерация узлов на сетке** — задание области ввода узлов в точках пересечения координационных осей;
-  — **Создать блок** — ввод параметров и создание нового блока;
-  — ввод колонн, балок, плит перекрытий и стен соответственно;
-  — **Копирование** — копирование блоков и элементов;
-  — **Генерация результирующего проекта** — автоматическое формирование сетки конечных элементов и вызов системы SCAD;
-  — **Удаление модели**;
-  — **Операции с блоками** — перенос элементов из одного блока в другой;
-  — **Подтверждение** — команда выполнения выбранной операции;
-  — **Отказ** — сброс выбранной операции.



Рис. 4. Раздел инструментальной панели **Операции с узлами**

Раздел инструментальной панели **Операции с узлами** включает следующие операции:

-  — **Генерация узлов на сетке** — задание области ввода узлов в точках пересечения координационных осей;
-  — **Удаление узлов**;
-  — **Ввод узлов на заданном расстоянии от выбранных** — операция позволяет создать новые узлы, которые будут лежать на заданном расстоянии от отмеченных узлов;
-  — **Генерация узлов по дуге** — с помощью этой операции можно ввести новые узлы, расположенные по дуге окружности, которая лежит в заданной плоскости, совпадающей с одной из плоскостей общей системы координат;
-  — **Ввод дополнительных узлов между существующими узлами** — эта операция позволяет ввести новые узлы, которые дробят участок между существующими узлами по заданному правилу;
-  — **Перенос узлов в заданную плоскость**;
-  — **Перенос узлов** — с помощью этой операции выполняется перенос выбранных узлов на заданное расстояние;
-  — **Сведение совпадающих узлов** — операция служит для удаления из модели узлов, координаты которых совпадают с координатами ранее введенных узлов;
-  — **Табличный ввод и корректировка узлов**;
-  — **Перенос начала общей системы координат**;
-  — **Подтверждение** — команда выполнения выбранной операции;
-  — **Отказ** — сброс выбранной операции.

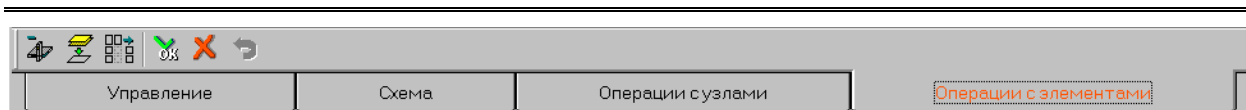







Рис.5. Раздел инструментальной панели **Операции с элементами**

Раздел инструментальной панели **Операции с элементами** включает следующие операции:

-  — **Удаление элементов**;
-  — **Сведение совпадающих элементов** — операция служит для удаления из модели элементов, координаты всех узлов которых совпадают с координатами всех узлов ранее введенных элементов;
-  — **Перенос элементов** — с помощью этой операции выполняется перенос выбранных элементов на заданное расстояние;
-  — **Подтверждение** — команда выполнения выбранной операции;
-  — **Отказ** — сброс выбранной операции.

## Фильтры

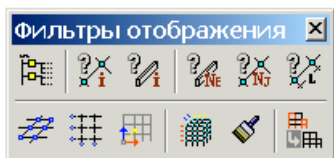














Рис. 6. Фильтры отображения

Для управление отображением модели используются фильтры. С их помощью можно установить как вид отображаемой информации, так и правила отображения. Управление фильтрами сосредоточено в перемещаемой панели **Фильтры отображения**. На ней расположены следующие кнопки:

-  — показать/скрыть дерево проекта;
-  — информация об узле;
-  — информация об элементе;
-  — показать номера элементов;
-  — показать номера узлов;
-  — определить расстояние между узлами;
-  — показать узлы;
-  — показать координационные оси;
-  — показать начало общей системы координат;
-  — вызов диалогового окна настройки фильтров;
-  — вернуть настройки фильтров в исходное состояние;
-  — отменить отметку узлов и элементов.

## Управление визуализацией

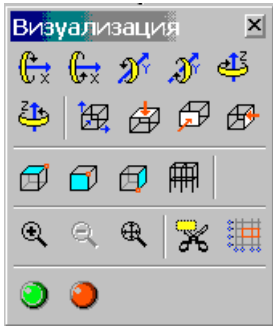


Рис. 7. Панель Визуализация

Управление функциями визуализации модели сосредоточено в перемещаемой инструментальной панели **Визуализация**. С помощью этих функций выполняются операции поворота изображения модели вокруг заданных осей, проецирование изображения на плоскости прямоугольной системы координат, а также различные операции по выделению фрагмента модели.

Функции режима визуализации имеют приоритет перед другими функциями. Это значит, что если при активной функции задания исходных данных (например, назначения связей) активизируется одна из функций визуализации, то управление будет передано последней. Ранее установленный режим остается активным и после выполнения функций визуализации с ним можно продолжить работу. Кнопки панели **Визуализация** служат для выполнения следующих операций:



— поворот изображения модели вокруг заданной оси;



— проецирование изображения модели на одну из плоскостей общей системы координат;



— выделения фрагмента модели, лежащего в плоскости, параллельной одной из плоскостей общей системы координат;



— возврат изображения модели в исходное положение;



— выделение произвольного фрагмента модели с помощью рамки;



— увеличение, уменьшение и восстановление исходного размера изображения модели;



— фрагментация на координационных осях;



— зеленая и красная кнопки служат соответственно для подтверждения и отмены назначенной операции фрагментирования.

## Диалоговые окна

В тех случаях, когда для выполнения операции требуются дополнительные данные или установки, на экран выводится соответствующее диалоговое окно. Диалоговые окна включают различные элементы управления — таблицы, кнопки, поля ввода, списки и т.п. Ввод, удаление или изменение данных выполняется с клавиатуры. Если выход из диалогового окна выполняется нажатием кнопки **ОК**, то все выбранные установки запоминаются. Если для выхода использована кнопка **Cancel** (Отмена), то новые установки не сохраняются и при работе будут использоваться выбранные ранее или принимаемые по умолчанию.

## Курсоры

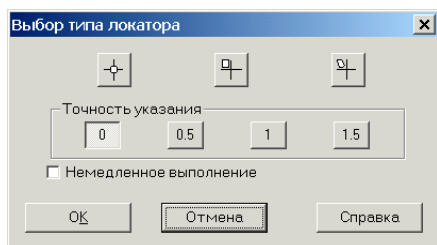


Рис. 8. Диалоговое окно  
Выбор типа курсора

Большинство операций по созданию модели выполняются с помощью мыши. Для инициализации основных функций используется левая кнопка мыши. Правая кнопка служит для управления курсорами. Если нажать на нее в тот момент, когда курсор расположен в рабочем поле, то появится диалоговое окно **Выбор типа курсора** (рис. 8). В этом окне можно выбрать следующие типы курсоров:

- перекрестье с мишенью — для выбора одного узла или элемента;
- перекрестье с изображением прямоугольника — для одновременного выбора группы узлов или элементов с помощью рамки прямоугольной формы;
- перекрестье с изображением произвольного многоугольника — для одновременного выбора группы узлов или элементов с помощью рамки произвольной формы.

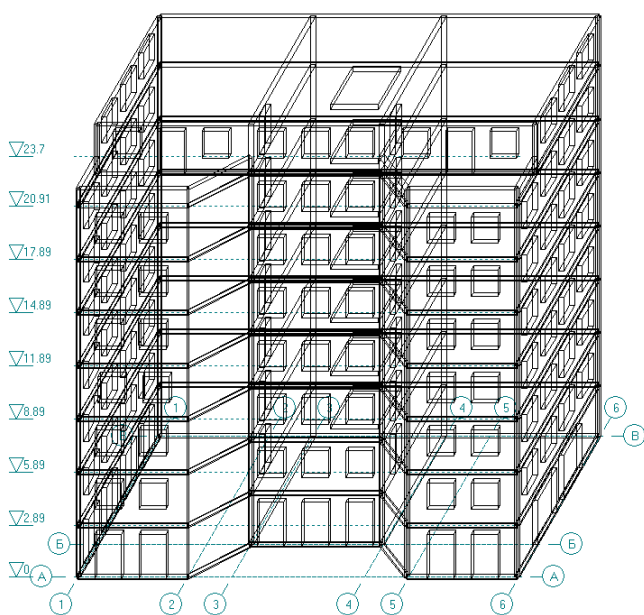
Если активизировать опцию **Немедленное выполнение**, многие операции создания модели (например, ввод элементов) будут выполняться сразу, без использования кнопки подтверждения.

## Структура модели

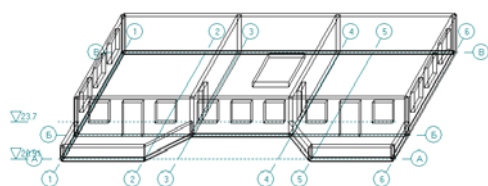
В общем виде модель объекта представляется в виде четырехуровневой древовидной структуры — «модель» (рис. 9, а), «блок» (рис. 9, б), «группа однотипных элементов», «элемент» (рис. 9, в). Блоки и элементы могут иметь уникальные имена (идентификаторы). Кроме того, элементы имеют порядковые номера в составе модели. Описание особенностей представления данных на каждом уровне и возможные операции с объектами этих уровней описаны ниже.

Структуризация дает возможность создавать модель как совокупность конструктивных элементов определенного типа, сохраняя за элементами (в том числе и конечными) признак принадлежности к конкретному конструктивному элементу на всех этапах преобразования — формирования расчетной схемы, расчета, анализа результатов и конструирования.

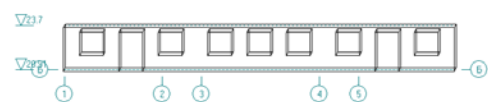
Структура модели отображается в виде дерева проекта (рис. 9, г), которое строится автоматически по ходу формирования модели.



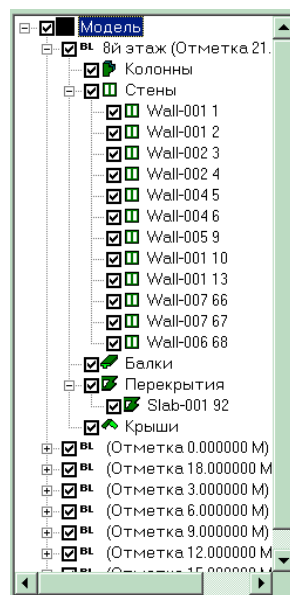
а)



б)



в)



г)

Рис. 9. Структура модели  
 а) полная модель здания,  
 б) блок (этаж на отметке 20.91),  
 в) элемент (стена по оси Б),  
 г) представление древовидной структуры модели в программе

## Узлы

Позиционирование элементов в модели выполняется путем их привязки к *узлам*. Узлы могут вводиться в модель как точки пересечения *разбивочных* (координационных) *осей* или с помощью операций ввода узлов.

## Блоки

Блоки могут иметь разный физический смысл, например, этажи, отдельно стоящие части сооружения, части здания, разделенные температурным швом и т.п. Наличие в модели по крайней мере одного блока является обязательным. Перед тем, как в модель будет введен первый элемент, должен быть создан блок, в который этот элемент входит. В некоторых случаях блоки создаются автоматически. Это происходит при выполнении операции копирования блока, а также при импорте данных из архитектурных систем (например, ArchiCAD®).

## Элементы






В зависимости от назначения в сооружении различают пять типов элементов: *колонна*, *балка*, *стена*, *перекрытие* и *крыша*. Первые два типа являются двухузловыми элементами, и в конечноэлементной расчетной схеме моделируются стержнями. Три последних элемента — плоскостные. Они могут иметь произвольное число узлов, включать внутренние контуры, моделирующие проемы и отверстия, и при включении в расчетную схему разбиваются на трех- и четырехузловые элементы оболочки (по умолчанию), плиты или балки стенки. При вводе все элементы привязываются своим первым узлом к узлу модели.

Элементы типа *крыша* попадают в модель только при импорте данных из архитектурных систем. При создании модели «руками» их ввод не предусмотрен. Если возникает потребность ввода крыш, то это можно сделать путем задания перекрытия, в том числе и наклонного. В целом, проверка положения элемента в модели не выполняется, что позволяет «положить» стену или колонну или поставить перекрытие вертикально.

При задании элементов выполняется ввод их геометрических параметров и характеристик материала, из которого они изготовлены. В программе предусмотрена возможность копирования свойств ранее введенных элементов при вводе новых, а также корректировка геометрии элементов. Все элементы привязываются своим первым узлом к узлу модели.

## Создание новой модели

При создании новой модели рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

- ↪ на странице **Управление** инструментальной панели нажать кнопку **Новый проект** — ;
- ↪ в диалоговом окне **Новый проект** ввести идентификационные данные проекта и назначить единицы измерения основных величин (здесь и далее подразумевается, что выход из диалогового окна после ввода данных выполняется нажатием на кнопку **ОК**);
- ↪ в диалоговом окне **Сохранить как ...** ввести имя файла, в котором будет сохраняться проект;
- ↪ на странице **Схема** инструментальной панели нажать кнопку **Оси** — ;
- ↪ в диалоговом окне **Координационные оси** задать параметры осей;
- ↪ на странице **Схема** инструментальной панели нажать кнопку **Генерация узлов на сетке** — ;
- ↪ в диалоговом окне **Генерация узлов на координационных осях** назначить границы участка в рамках которого на пересечениях осей будут генерироваться узлы;
- ↪ на странице **Схема** инструментальной панели нажать кнопку **Создать блок** — ;
- ↪ в диалоговом окне **Параметры блока** задать имя блока и назначить цвет, которым блок будет отображаться на модели. После выполнения этой операции в дереве проекта появится секция (пока пустая) с элементами нового блока;
- ↪ на странице **Схема** инструментальной панели нажать кнопку с изображением вводимого элемента (например, колонны) — ;
- ↪ в диалоговом окне **Характеристики колонны** задать параметры элемента (материал, форма и размеры сечения, правила ввода);
- ↪ ввести элемент.

Если модель состоит из нескольких блоков, то после ввода элементов, входящих в текущий блок, следует создать новый блок и повторить операции ввода элементов.

Приведенный выше порядок построения модели не включает операции с узлами и элементами, копирования, сдвига и др. Все они будут описаны в соответствующих разделах руководства.

## Новый проект

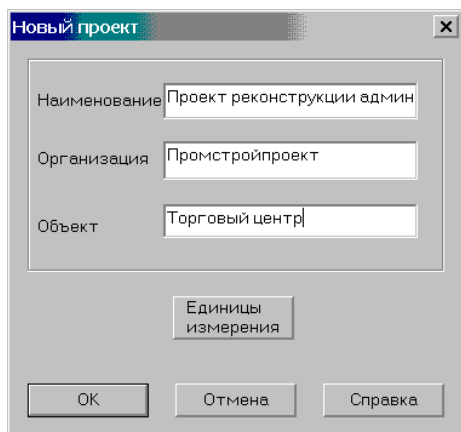


Рис. 10. Диалоговое окно  
Новый проект



Идентификационные данные нового проекта вводятся в диалоговом окне **Новый проект** (рис. 10). Кроме того, из этого окна вызывается режим назначения единиц измерения (кнопка **Единицы измерения**).

Единицы измерения назначаются при создании проекта в одноименном окне (рис. 11) и сохраняются неизменными на весь период работы над проектом. В процессе работы допускаются изменения точности (количества значащих цифр после запятой) и формы представления информации (с десятичной точкой или в экспоненциальном виде).

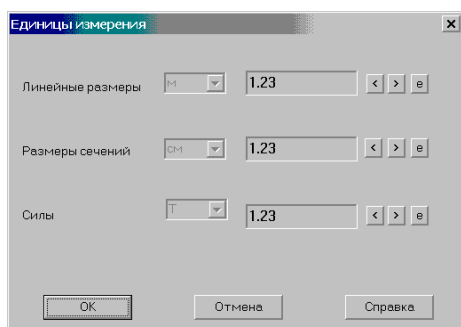


Рис. 11. Диалоговое окно  
Единицы измерения

## Координационные оси



Координационные оси являются базой для создания модели средствами препроцессора **ФОРУМ**. Создание новой модели **всегда начинается с описания осей**. Если модель создается путем импорта данных из других систем, то оси могут быть введены (если это необходимо) после выполнения импорта. Сетка осей может быть только ортогональной и параллельной осям основной системы координат.

Описание осей выполняется в диалоговом окне **Координационные оси** (рис. 12). Окно содержит три страницы, на которых задаются данные для поперечной (вдоль направления оси X) и продольной (вдоль направления оси Y) разбивки осей, а также вводятся отметки уровней.

На первой и второй страницах находятся списки **Имена осей**, определяющие правила маркировки разбивочных осей, а также маркер, активизирующий операцию замены имен осей в случаях, когда они отличаются от принятых по умолчанию. С помощью маркера **Вызвать генерацию узлов на сетке** инициируется операция автоматического порождения узлов в точках пересечения осей.

На странице задания отметок уровней необходимо ввести значение отметки нижнего (первого) уровня, которое по умолчанию принимается равным 0.0.

Информация о разбивочных осях может неоднократно корректироваться. И если при первом вводе данные в таблицах задаются с учетом повторителей, то при повторном обращении они разворачиваются, и каждый шаг занимает отдельную строку.

Для удаления и вставки строк в середину таблицы можно воспользоваться динамическим меню (рис. 13), которое открывается после нажатия на правую кнопку мыши (курсор при этом должен находиться в поле таблицы).

Отображение осей выполняется при нажатой кнопке



— **Координационные оси**, которая расположена на панели фильтров.

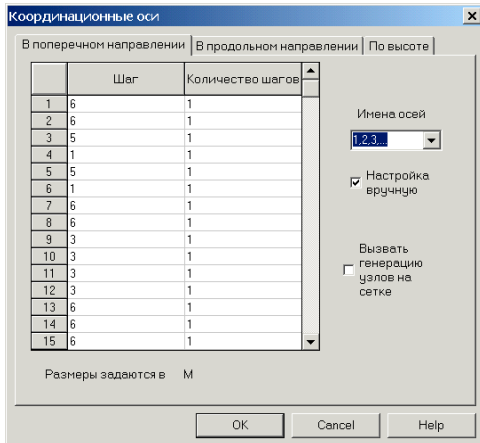


Рис. 12. Диалоговое окно **Координационные оси**

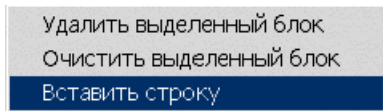


Рис. 13. Динамическое меню

## Генерация узлов на осях

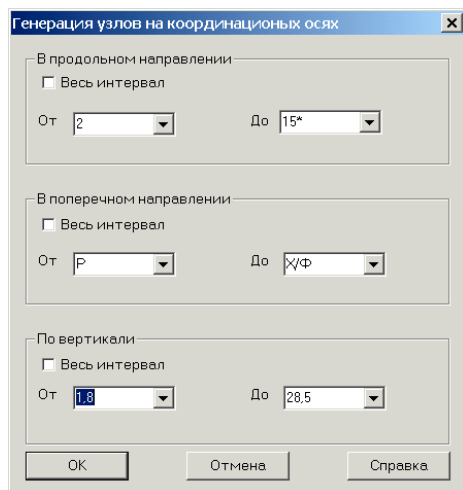


Рис. 14. Диалоговое окно Генерация узлов на координатных осях



## Создание нового блока

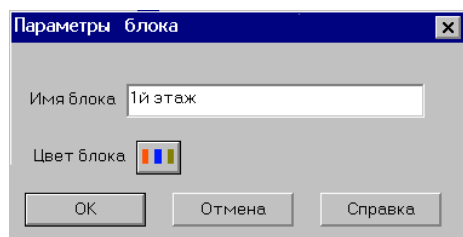



Рис. 15. Диалоговое окно Параметры блока

## Ввод элементов

Эта функция позволяет породить узлы на пересечении осей в заданной области. При этом отметки уровней рассматриваются как координаты узлов по оси Z. Назначение области генерации выполняется в диалоговом окне **Генерация узлов на координатных осях** (рис. 14), которое включает три группы элементов управления для задания границ области в продольном и поперечном направлениях, а также по вертикали. Начало (**От**) и конец (**До**) области назначаются путем выбора наименований осей и значений отметок в выпадающих списках или активизацией маркеров **Весь интервал**.

Отображение узлов выполняется при нажатой кнопке  — **Показать узлы**, которая расположена на панели фильтров.

Обратите внимание на состояние опции **Отображать узлы, принадлежащие только видимым элементам**, которая находится в диалоговом окне **Настройка фильтров отображения** (страница **Узлы**). Если эта опция активна, то вводимые узлы не будут видны на экране, т.к. к ним не примыкают элементы.



Новый блок может быть создан на любом шаге формирования модели. Параметры блока (имя и цвет отображения) задаются в одноименном диалоговом окне (рис. 15). Вновь созданный блок автоматически становится **активным**, т.е. в него будут включаться все элементы, которые вводятся непосредственно после создания блока.

Здесь следует отметить, что при вводе элементы всегда попадают только в активный блок, имя которого выделяется в дереве проекта желтым фоном. Для того, чтобы сделать блок активным достаточно указать курсором на его имя в дереве проекта.

Как уже отмечалось выше, в программе предусмотрен ввод четырех типов элементов: *колонны*, *балки*, *перекрытия* и *стены*. Для каждого типа элемента необходимо задать физико-механические характеристики материала и геометрические параметры. Кроме того, каждый элемент может иметь идентификатор (имя). Порядковые номера элементов в модели присваиваются автоматически в процессе ввода.

## Колонны

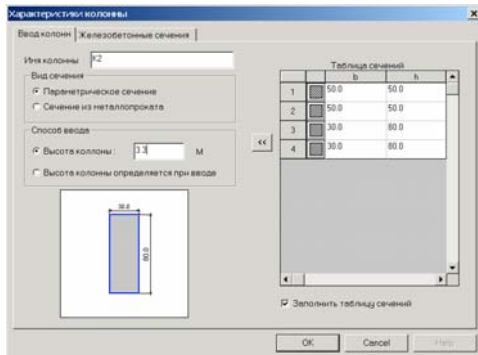


Рис. 16. Диалоговое окно Характеристики колонны страница Свойства элемента

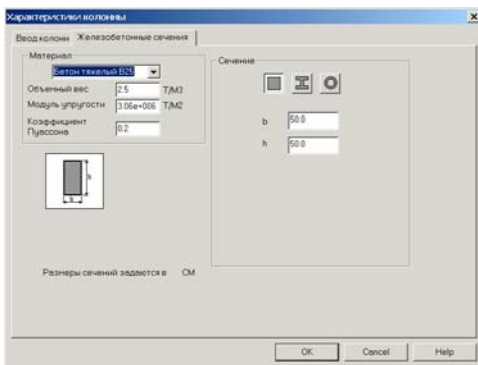


Рис.17. Диалоговое окно Характеристики колонны страница Параметрические сечения

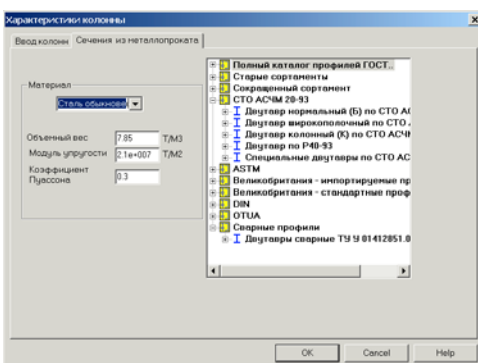


Рис. 18. Диалоговое окно Характеристики колонны страница Сечения из металлопроката

Сечение вводимых колонн может быть двух видов. К первому виду относятся колонны, сечения которых описываются как параметрические и задаются в виде прямоугольника, двутавра или кольца (как правило, такое описание используется для железобетонных колонн или сварных двутавров). Второй вид — это стальные колонны из прокатных профилей, при назначении сечений которых используется база данных стального проката.

После активизации операции ввода колонн появляется диалоговое окно **Характеристики колонны** (рис. 16). На странице **Свойства элемента** этого окна задается имя колонны (или группы колонн), назначается вид сечения (параметрическое или стальной прокат), определяется способ ввода (с фиксированной высотой или по двум узлам). Кроме того, на этой странице расположена таблица с геометрическими параметрами ранее введенных колонн, заполнение которой выполняется после активизации маркера **Заполнить таблицу сечений**.

Если новой колонне назначается тот же набор параметров, что и ранее введенной, то достаточно отметить нужную строку в таблице сечений и нажать кнопку <<. В остальных случаях сечение колонны и характеристики материала задаются на страницах **Параметрические сечения** (рис. 17) или **Сечения из металлопроката** (рис. 18), которые появляются в зависимости от выбранной опции **Вид сечения**.

Ввод колонны на модели можно выполнить двумя способами. Если активна опция **Высота колонны**, то ввод выполняется указанием на один узел привязки колонны, а высота колонны определяется значением, записанным в поле ввода (если значение высоты отрицательное, то колонна направлена от точки привязки вниз). Если в окне **Выбор типа курсора** активна опция **Немедленное выполнение**, то ввод колонны и ее отображение на экране будет выполняться немедленно после указания курсором на узел привязки колонны. Естественно, что вводимые таким способом колонны всегда вертикальны.

Активная опция **Высота колонны определяется при вводе** означает, что колонна будет вводиться путем привязки к двум узлам (от первого узла ко второму протягивается «резиновая нить»). При этом способе ввода контроль положения колонны (вертикальная или наклонная) не выполняется, что позволяет при необходимости реализовать нестандартные ситуации.

## Балки



Ввод балок выполняется всегда по двум узлам, между которыми протягивается «резиновая нить». Ограничений на положение балки в модели нет. Сечение балок, как и сечение колонн, может быть параметрическим или выбираться из базы стального проката. Страницы **Ввод параметров балки**, **Параметрические сечения** и **Сечения из металлопроката** показаны на рисунках 19–21 соответственно.

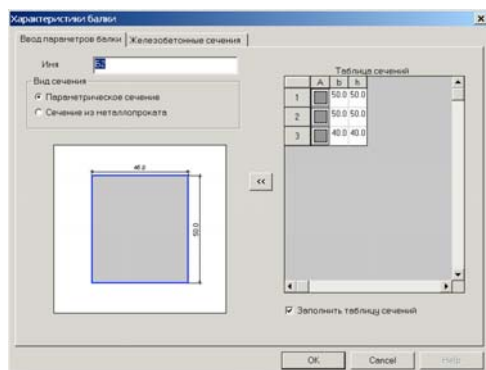


Рис. 19. Страница Ввод параметров балки

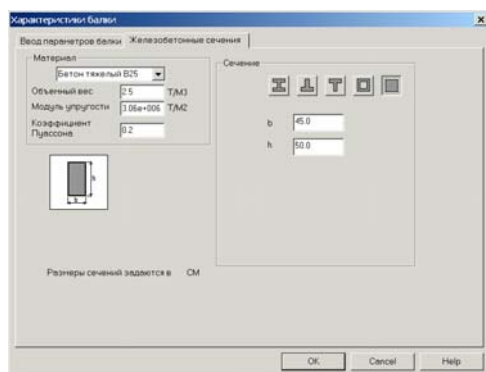


Рис. 20. Страница Параметрические сечения

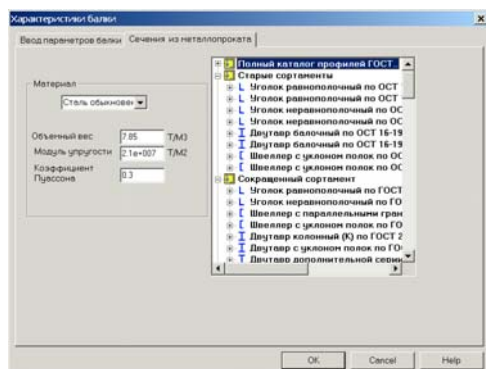


Рис. 21. Страница Сечения из металлопроката

## Перекрытия

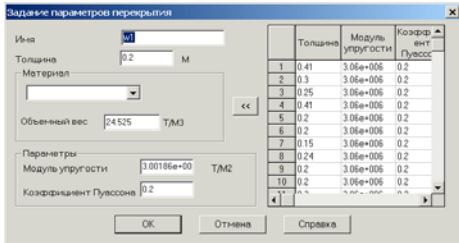


Рис. 22. Диалоговое окно Характеристики перекрытия

Перекрытие вводится как плоский многоузловой элемент произвольной формы. Ввод осуществляется с помощью резиновой нити, которая протягивается от узла к узлу и завершается повторным указанием на первый узел перекрытия. Положение перекрытия в модели не контролируется — его можно сделать наклонным и даже вертикальным. Это позволяет использовать элемент перекрытия для ввода элементов крыши и даже стен. Внутри контура перекрытия могут быть отверстия и проемы, форма и количество которых не лимитируется.

После активизации операции ввода перекрытия появляется диалоговое окно **Характеристики перекрытия** (рис. 22). В этом окне задается имя перекрытия (или группы перекрытий), назначается его толщина и материал. В окне расположена таблица с параметрами ранее введенных перекрытий. Если новому перекрытию назначается тот же набор параметров, что и ранее введенному, то достаточно отметить нужную строку в таблице и нажать кнопку <<.

## Стены

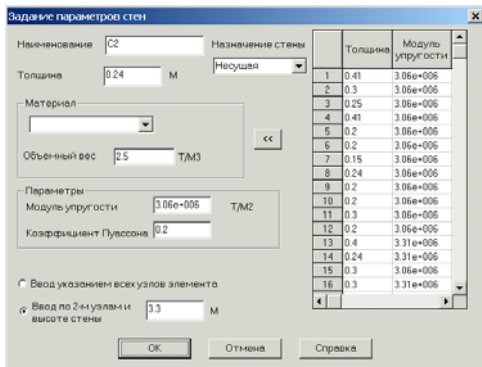


Рис. 23. Диалоговое окно Характеристики стены

Стена вводится как плоский многоузловой элемент произвольной формы. Ввод стены на модели можно выполнить двумя способами. В первом случае это делается с помощью «резиновой нити», которая протягивается от узла к узлу и завершается повторным указанием на первый узел стены. В этом случае положение стены в модели не контролируется. Во втором случае высота стены фиксируется и для ввода достаточно указать только два узла (между ними протягивается «резиновая нить»). Внутри контура стены могут быть отверстия и проемы, форма и количество которых не лимитируется. Вводимые таким способом стены всегда вертикальны. Если в окне **Выбор типа курсора** активна опция *Немедленное выполнение*, то ввод стены и ее отображение на экране будет выполняться немедленно после указания курсором на узлы привязки стены.

Ввод параметров стены и выбор способа ввода выполняется в диалоговом окне **Характеристики стены**, которое появляется после активизации операции ввода. В этом окне задается имя стены (или группы стен), назначается ее толщина и материал. В окне расположена таблица с параметрами ранее введенных стен. Если новой стене назначается тот же набор параметров, что и ранее введенной, то достаточно отметить нужную строку в таблице и нажать кнопку <<.

## Копирование блоков и элементов

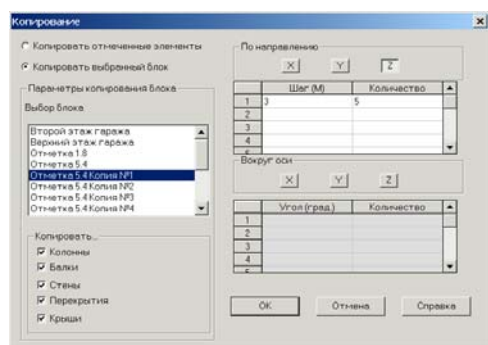


Рис. 24. Диалоговое окно **Копирование**



С помощью этой операции можно выполнить копирование в заданном направлении выбранных блоков или элементов с переменным или постоянным шагом. Управление копированием выполняется в диалоговом окне **Копирование** (рис. 24). В программе предусмотрено два способа копирования — копирование отмеченных (выбранных) элементов и выбранных блоков. Назначение способа осуществляется путем активизации нужного маркера. Порядок работы при использовании первого способа следующий:

- ☞ активизировать маркер соответствующей опции в окне **Копирование**;
- ☞ нажать кнопку-указатель направления копирования; если выбрано направление «вдоль оси», то в первом столбце таблицы задается список шагов, а во втором — количество повторений для каждого шага, при выборе направления «вокруг оси» в первом столбце задается список углов разворота в градусах, а во втором — количество повторений;
- ☞ выйти из окна, нажав кнопку **ОК**;
- ☞ отметить на модели копируемые элементы;
- ☞ нажать кнопку **ОК** в разделе **Схема**.

Копируемые элементы попадают в активный блок. Если по какой-либо причине их нужно записать в другой блок, то для этого следует воспользоваться операцией переноса элементов из одного блока в другой (**Операции с блоками**).

В случае выбора второго способа копирования открывается доступ к списку блоков. В этом списке следует отметить копируемый блок, а затем с помощью маркеров группы **Копировать** указать, какие элементы этого блока должны копироваться. Задание данных в таблицах параметров копирования аналогично первому способу. Копирование выполняется после выхода из диалогового окна нажатием на кнопку **ОК**. Каждая копия записывается в виде самостоятельного блока и имеет имя копируемого блока с добавлением номера копии (например, блок с именем «1-й этаж» будет скопирован под именем «1-й этаж, копия № 1»).

## Перенос элементов из одного блока в другой

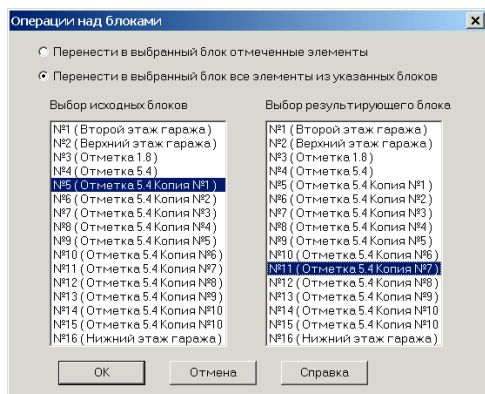


Рис. 25. Диалоговое окно  
Операции с блоками



Эта операция служит для переноса элементов из одного блока в другой. После ее активизации появляется диалоговое окно **Операции над блоками** (рис. 25), которое включает два маркера для назначения вида переносимых объектов и списки для выбора исходного (откуда взять объекты) и результирующего (куда их поместить) блоков.

При переносе в результирующий блок выбранных (отмеченных) элементов порядок выполнения операций будет следующим:

- ☞ активизировать маркер соответствующей опции в окне **Операции над блоками**;
- ☞ в списке **Выбор результирующего блока** отметить блок, в который переносятся элементы;
- ☞ нажать кнопку **ОК** и выйти из диалогового окна;
- ☞ выбрать (отметить) на модели переносимые элементы;
- ☞ нажать кнопку **ОК** в разделе **Схема**.

Если выбрана опция переноса всех элементов из одного блока в другой, то в левом списке следует отметить исходный блок, в правом — результирующий и нажать кнопку **ОК**. Диалоговое окно закроется — и элементы будут перенесены.

## Операции с узлами

Управления операциями ввода, удаления и модификации узлов и элементов сосредоточено в инструментальной панели в разделах **Операции с узлами** и **Операции с элементами**.

### Генерация узлов на сетке



Эта кнопка дублирует аналогичную кнопку в разделе **Схема**.

### Удаление узлов



Для удаления узлов необходимо:

- ↳ нажать кнопку **Удаление узлов**;
- ↳ выбрать на модели удаляемые узлы (выбранный узел окрашивается красным цветом);
- ↳ нажать на кнопку **ОК** в разделе **Операции с узлами**.

Одновременно с удалением узлов будут удалены и примыкающие к ним элементы.

### Ввод узлов на заданном расстоянии от выбранных



Операция позволяет ввести новые узлы, каждый из которых будет находиться на заданном расстоянии от выбранных на модели узлов-прототипов. После активизации операции появляется диалоговое окно **Ввод узлов** (рис. 26), в таблице которого задаются расстояния в виде приращений к координатам выбранных узлов и количество повторений.

Для выполнения операции введем в окне необходимую информацию, выйдем из окна, выберем на модели узлы и нажмем кнопку **ОК** в разделе **Операции с узлами** инструментальной панели.

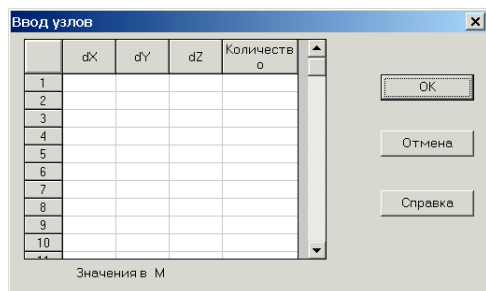


Рис. 26. Диалоговое окно **Ввод узлов**

## Генерация узлов по дуге

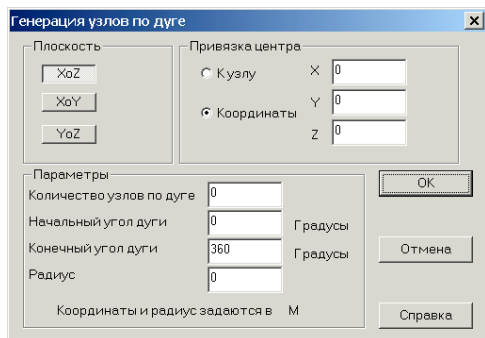


Рис. 27. Диалоговое окно Генерация узлов по дуге

С помощью этой операции можно ввести узлы по дуге окружности, лежащей в заданной плоскости. Управление операцией и назначение параметров дуги выполняется в диалоговом окне **Ввод узлов по дуге окружности** (рис. 27). В этом окне назначается плоскость, в которой лежат новые узлы, количество узлов по дуге, углы начала и конца дуги, радиус окружности и координаты ее центра. Центр может быть привязан как к узлу, так и к точке с любыми координатами.

Если центр задан лежащим в узле, то следует выбрать этот узел и нажать кнопку **ОК** в разделе **Узлы операции с узлами** инструментальной панели. После этого на модели появятся новые узлы. В случае, когда центр задан координатами, новые узлы будут добавлены в модель сразу после нажатия кнопки **ОК** диалогового окна.

## Ввод дополнительных узлов между существующими узлами

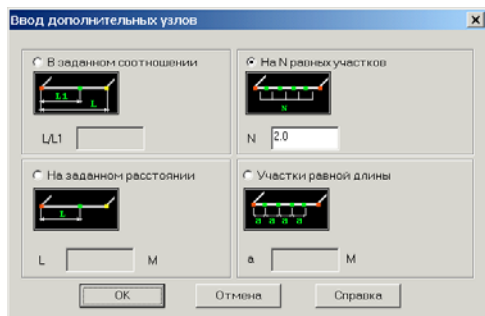


Рис. 28. Диалоговое окно Ввод дополнительных узлов

Эта функция используется в тех случаях, когда необходимо добавить узлы на прямой, соединяющей два ранее введенных узла. После нажатия кнопки **Ввод дополнительных узлов между узлами** появляется диалоговое окно (рис. 28), в котором можно выбрать одну из четырех операций:

- ввод нескольких узлов, равномерно делящих интервал между двумя выбранными узлами;
- ввод одного узла, делящего интервал между двумя выбранными узлами в заданном соотношении;
- ввод одного узла в интервал между двумя выбранными узлами на заданном расстоянии от первого выбранного узла;
- ввод нескольких узлов, делящих интервал между двумя выбранными узлами с заданным шагом (невязка «сбрасывается» в конец интервала).

Для назначения операции следует активизировать соответствующую опцию в окне и затем ввести числовые характеристики. После выхода из окна нажатием кнопки **ОК** следует:

- ☞ выбрать первый узел (для второго и третьего вариантов существенно, какой из узлов выбран первым);
- ☞ выбрать второй узел;
- ☞ нажать на кнопку **ОК** в разделе **Операции с узлами**.

## Перенос узлов в заданную плоскость

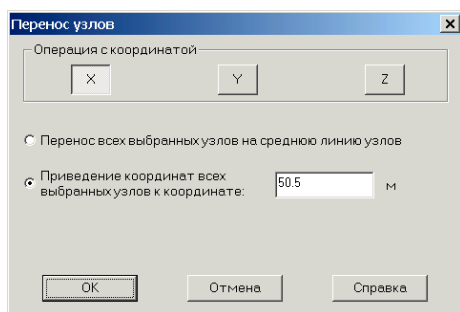


Рис. 29. Диалоговое окно **Перенос узлов**



С помощью этой операции можно переместить группу выбранных узлов таким образом, что одна из координат у всех узлов группы получит одинаковое значение (две другие координаты остаются неизменными). Параметры настройки задаются в диалоговом окне **Перенос узлов** (рис. 29). В группе **Операция с координатой** этого окна указывается, с какой координатой будет выполнено действие, а с помощью маркеров выбирается способ переноса:

- перенос узлов в положение, определяемое средним значением заданной координаты всех выбранных узлов;
- приведение заданной координаты выбранных узлов к указанному значению.

Для выполнения операции необходимо:

- ↪ нажать кнопку **Перенос узлов в заданную плоскость**;
- ↪ выбрать на модели переносимые узлы (они окрашиваются в красный цвет);
- ↪ нажать кнопку **ОК** в разделе **Операции с узлами**.

## Перенос узлов

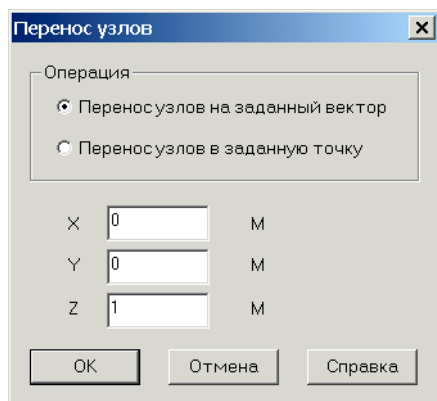


Рис. 30. Диалоговое окно **Перенос узлов**



Функция переноса узлов включает две операции: перенос на заданный вектор и перенос в заданную точку. Выбор операции и установка параметров выполняется в диалоговом окне **Перенос узлов** (рис. 30), которое появляется после активизации функции.

В первом случае каждый  $i$ -й узел из выбранной группы узлов (или один узел) перемещается в пространстве в точку, определяемую путем сложения координат  $i$ -го узла ( $X_i, Y_i, Z_i$ ) с заданными приращениями по каждому направлению ( $dX, dY, dZ$ ). В результате все узлы группы перемещаются на заданное расстояние.

Перенос узла в заданную точку эквивалентен смене координат узла на новые координаты, заданные в диалоговом окне.

Для выполнения операции необходимо:

- ↪ нажать кнопку **Перенос узлов**;
- ↪ задать необходимые данные в диалоговом окне;
- ↪ выбрать на модели смещаемые узлы (выбранные узлы окрашиваются красным цветом);
- ↪ нажать кнопку **ОК** в разделе **Операции с узлами**.

## Сведение совпадающих узлов



После нажатия этой кнопки из каждой группы узлов с совпадающими координатами в модели останется только один узел, а остальные будут удалены. В элементах, примыкавших к удаленным узлам, номера узлов заменятся на оставшиеся в модели.

Напомним, что узлы считаются совпадающими, если расстояние между ними меньше величины, установленной в диалоговом окне **Параметры работы** (см. раздел **Опции** в меню).

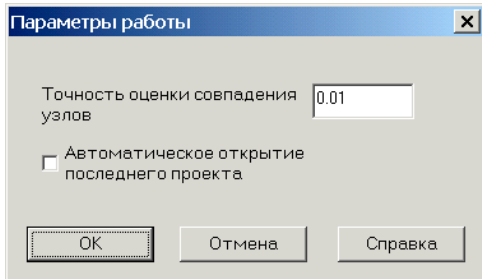


Рис. 31. Диалоговое окно **Параметры работы**

## Табличный ввод и корректировка узлов



Этот режим предназначен для ввода, удаления и корректировки координат узлов в табличном виде. Диалоговое окно **Таблица узлов** (рис. 32), которое загружается после активизации режима, включает таблицу с координатами всех узлов модели. В последнем столбце строки с координатами находится маркер, активизация которого означает удаление соответствующего узла.

Кнопка **Добавить** используется в случае включения в модель нового узла. После ее нажатия в конец таблицы добавляется строка, в столбцах которой следует записать координаты нового узла. Ввод узла будет выполнен после нажатия кнопки **Применить**.

Если отметить строку, то соответствующий ей узел будет выделен на модели красным кольцом. Для удаления узлов достаточно активизировать их маркеры в столбце **Удален** и нажать кнопку **Применить**.

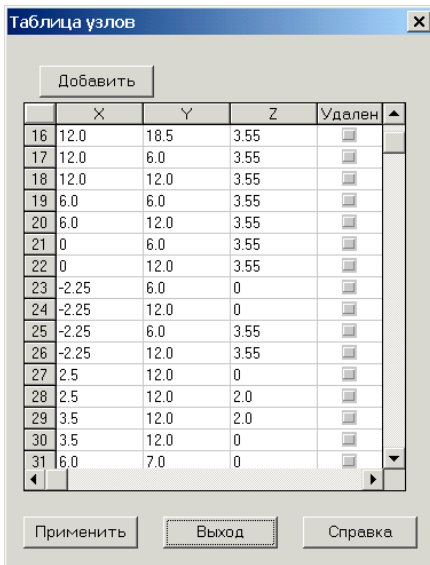


Рис. 32. Диалоговое окно **Таблица узлов**




При удалении узлов удаляются и все, примыкающие к ним элементы, независимо от того, принадлежит этот узел внешнему контуру элемента или контуру проема (отверстия).

## **Перенос начала общей системы координат**



Для выполнения операции следует нажать кнопку вызова операции в инструментальной панели, выбрать на модели узел, в который переносится начало общей системы координат, и выполнить перенос нажатием кнопки **ОК** в разделе **Операции с узлами**. Для контроля выполненной

операции можно воспользоваться кнопкой фильтров  — **Отображение системы координат**.

## Операции с элементами

### Удаление элементов

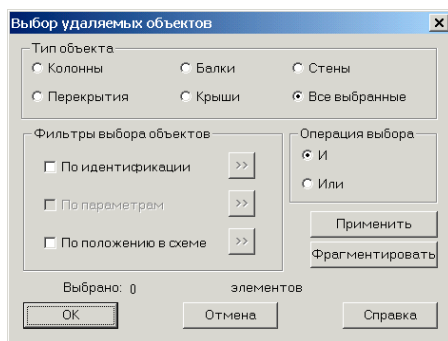


Рис. 33. Диалоговое окно Выбор удаляемых объектов

Ниже описаны функции раздела **Операции с элементами** инструментальной панели.




Операция удаления выполняется для выбранных элементов с учетом параметров настройки режима удаления. Параметры настройки назначаются в диалоговом окне **Выбор удаляемых объектов**, которое открывается при обращении к операции.

Активная опция **Все выбранные** означает, что элементы будут отмечаться на модели «вручную» и в этом случае порядок удаления может быть следующим:

- ☞ выйти из диалогового окна по нажатию кнопки **ОК**;
- ☞ выбрать на модели удаляемые элементы (это можно сделать с помощью курсоров различного вида);
- ☞ нажать кнопку **ОК** в разделе **Схема**.

Кроме того, в этом режиме можно использовать фильтры для отбора элементов по идентификации и по положению в модели. Правила работы с этими фильтрами описаны ниже.

Если в группе **Тип объекта** выбирается конкретный вид элемента, то могут быть настроены фильтры, с помощью которых выполняется автоматический поиск удаляемых элементов по заданным признакам. Поскольку фильтры можно настроить на одновременный поиск по нескольким признакам, то в первую очередь следует активизировать маркер, устанавливающий правила учета этих признаков (группа **Операция выбора**). Выбор опции **И** означает, что найдены будут только те элементы, у которых одновременно присутствуют все указанные признаки. При назначении опции **ИЛИ** для выбора элемента достаточно, чтобы присутствовал один из набора признаков.

Для назначения признаков используются фильтры выбора объектов, вызов которых осуществляется из одноименной группы. Для этого следует активизировать маркер с наименованием используемого признака и нажать кнопку , стоящую справа от маркера.

Отбор элементов можно выполнять по идентификации (т.е. по именам элементов в модели), по параметрам (т.е. по геометрическим характеристикам) и по положению в модели (т.е. по привязке и положению элементов в модели). Настройка выполняется соответственно в диалоговых окнах **Выбор элементов по идентификации** (рис. 34), **Выбор элементов по параметрам** (рис. 35) и **Выбор элементов по положению в модели** (рис.36, 37).

После отработки фильтров в окне **Выбор удаляемых объектов** будет показано, сколько элементов отобрано в соответствии с заданными настройками. Одновременно все эти элементы будут отмечены на модели. После выхода из диалогового окна можно нажать кнопку **ОК** в разделе **Операции с элементами** и выполнить удаление.

## Выбор элементов по идентификации

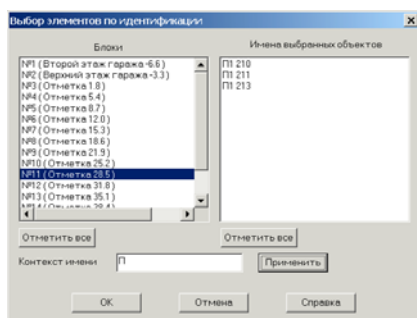


Рис. 34. Диалоговое окно  
Выбор элементов по идентификации

Смысл выбора объектов для удаления по идентификации заключается в том, что в указанных (отмеченных) блоках отыскиваются все элементы, у которых в имени присутствует заданный контекст.

Рекомендуется следующий порядок работы в окне:

- ☒ в списке **Блоки** отметить имена блоков, из которых удаляются элементы;
- ☒ в поле **Контекст имени** ввести контекст, по которому будет выполняться поиск;
- ☒ нажать кнопку **Применить**, после чего в списке **Имена выбранных объектов** появится перечень имен найденных элементов;
- ☒ отметить в списке имена удаляемых элементов;
- ☒ нажать кнопку **OK** для выхода из диалогового окна.

Кнопки **Инвертировать отметку** используются для одновременной смены состояния выбора для всех элементов соответствующих списков.

## Выбор элементов по параметрам

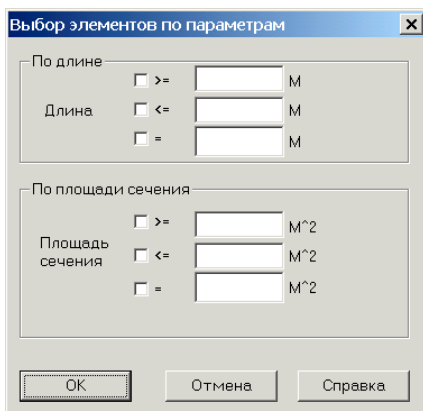


Рис. 35. Диалоговое окно  
Выбор элементов по параметрам

В зависимости от типа элемента выбор выполняется по следующему параметрам:

- для колонн и балок — длина элемента и площадь сечения;
- для перекрытий, стен и крыш — толщина и площадь.

Для настройки параметров следует активизировать маркеры соответствующих опций в нужных группах и ввести параметры отбора.

## Выбор элементов по положению в модели

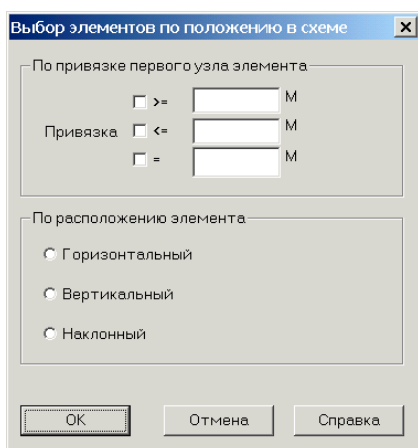


Рис. 36. Диалоговое окно  
Выбор элементов по положению в модели

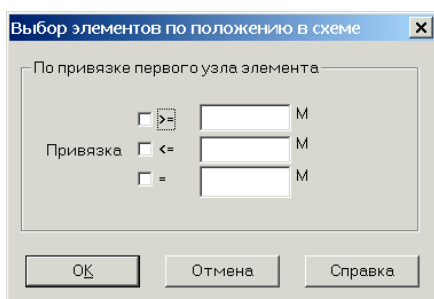


Рис. 37. Диалоговое окно  
Выбор элементов по положению в модели (без учета ориентации элемента)

В этом окне отбор элементов выполняется по двум параметрам: по координатам привязки первого узла элемента и по положению элемента в модели.

По первому параметру будут отобраны все элементы, у которых координаты первого узла лежат в заданном интервале. Для настройки параметров следует активизировать соответствующие опции в соответствующей группе и ввести параметры отбора.

Для отбора элементов по второму параметру достаточно активизировать нужный маркер в группе **По расположению элемента**.

Если выбор осуществляется при включенной опции **Все выбранные**, то в диалоговом окне отсутствует группа **По расположению элемента** и окно будет иметь вид, показанный на рисунке 37.

## Сведение совпадающих элементов



Эта операция позволяет исключить из модели совпадающие элементы, т.е. такие, у которых совпадают номера всех узлов. При этом не анализируются характеристики элементов. В результате выполнения операции из нескольких совпадающих в модели остается тот элемент, у которого номер меньше.

## Перенос элементов

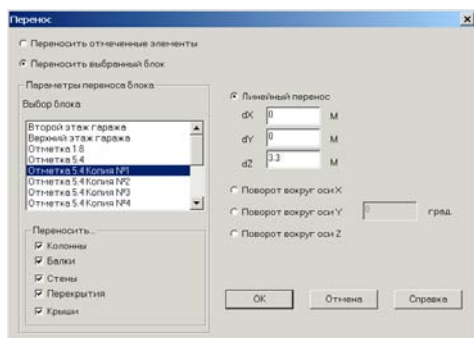


Рис. 38. Диалоговое окно **Перенос**

Эта операция используется для переноса фрагмента модели, состоящего из выбранных элементов. Параметры управления переносом задаются в диалоговом окне **Перенос** (рис. 38), которое появляется после активизации операции. В программе реализовано два способа переноса: перенос выбранных элементов и выбранных блоков. Выбор способа осуществляется с помощью соответствующих маркеров. Порядок работы при использовании первого способа следующий:

- ☞ активизировать маркер соответствующей опции в окне **Перенос**;
- ☞ активизировать маркер с указанием направления переноса; если выбран «линейный перенос», то в полях ввода задается величина смещения вдоль осей общей системы координат, если перенос выполняется путем поворота вокруг оси, то активизируется маркер «поворот вокруг оси ...» и в поле ввода задается угол поворота относительно начала общей системы координат;
- ☞ выйти из окна, нажав кнопку **ОК**;
- ☞ отметить на модели элементы, которые переносятся;
- ☞ нажать кнопку **ОК** в разделе **Операции с элементами**.

В случае выбора второго способа переноса открывается доступ к списку блоков. В этом списке следует отметить блок, который переносится, а затем с помощью маркеров группы **Переносить** указать, какие элементы этого блока должны быть перенесены. Данные о направлении и величине переноса готовятся аналогично первому способу. Перенос выполняется после выхода из диалогового окна нажатием кнопки **ОК**.

## Дерево проекта

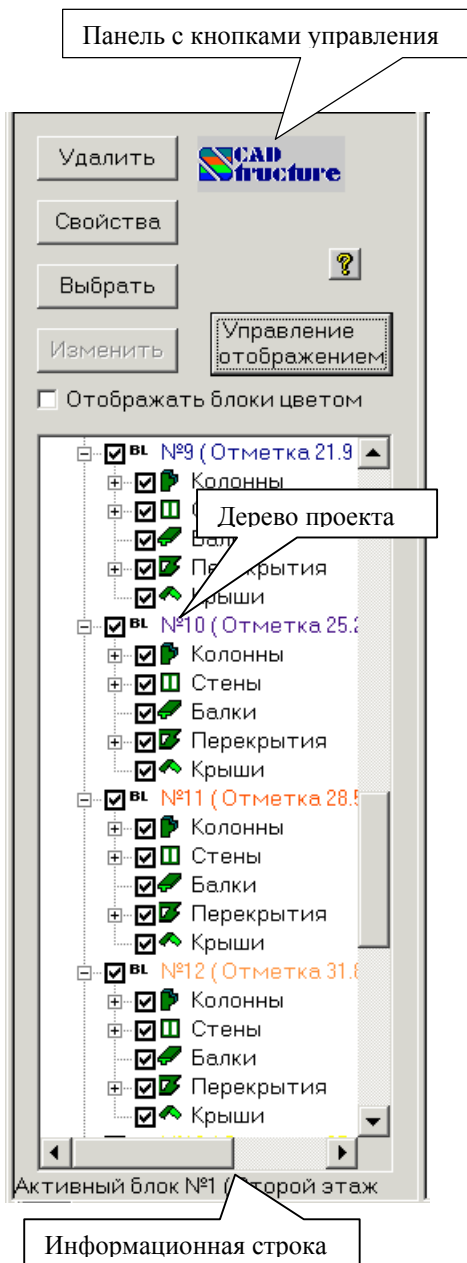


Рис. 39. Дерево проекта

Дерево проекта строится автоматически в процессе формирования модели. Дерево включает панель с набором кнопок управления, собственно дерево проекта и информационную строку с наименованием активного блока.

Дерево имеет многоуровневую структуру и включает следующие уровни представления модели: модель, блок, группа элементов, элемент. Группы элементов могут быть пяти видов: колонны, стены, балки, перекрытия, крыши. Управление деревом выполняется с помощью двух видов кнопок-маркеров: а) и б) (рис. 40).

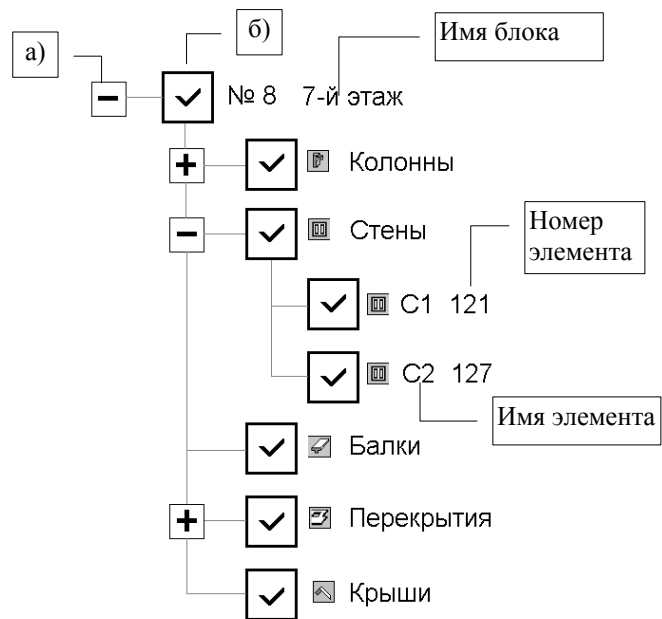


Рис. 40. Фрагмент дерева проекта

Маркеры вида а) используются для того, чтобы развернуть  или свернуть  уровень дерева, рядом с которым они стоят. На рисунке показана развернутая группа элементов Стены. Если маркер вида а) отсутствует, то это означает, что в блоке нет элементов соответствующего типа.

С помощью маркеров вида б) включается  и отключается  отображения объектов на экране. Отключить можно всю модель (например, для того, чтобы потом сделать видимым только один блок), один или несколько блоков, группы элементов и отдельные элементы.

Важным понятием при работе с деревом является активный блок. Новые элементы автоматически попадают только в активный блок. Имя активного блока записано в информационной строке нижней части панели дерева проекта, а в самом дереве оно отображается на желтом фоне. Для активизации блока следует указать курсором на его имя в дереве. Кроме активного блока может быть активной группа элементов и отдельный элемент (он выделяется на модели цветом).

## Панель управления

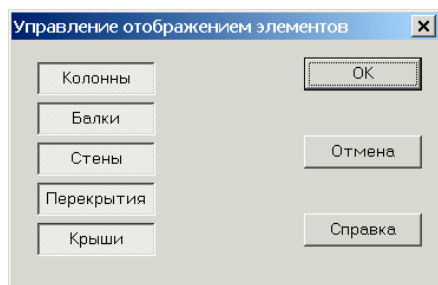


Рис. 41. Диалоговое окно  
Управление отображением элементов

Верхнюю часть панели дерева проекта занимают кнопки управления. К ним относятся кнопки **Удалить**, **Свойства**, **Выбрать**, **Изменить** и **Управление отображением**.

С помощью кнопки **Удалить** удаляются активные (отмеченные в дереве) объекты. Это относится как ко всей модели целиком, так и к блокам, группам и отдельным элементам.

Кнопка **Свойства** служит для доступа и корректировки параметров активного элемента.

При нажатии на кнопку **Выбрать** активный объект отмечается на модели.

Кнопка **Изменить** используется для модификации геометрии (например, для задания проемов) таких элементов, как стены, перекрытия и крыши.

С помощью кнопки **Управление отображением** можно отключить вывод на экран элементов заданного типа. Отключение выполняется в одноименном диалоговом окне (рис. 41), которое появляется после нажатия этой кнопки.

## Просмотр и корректировка параметров элементов

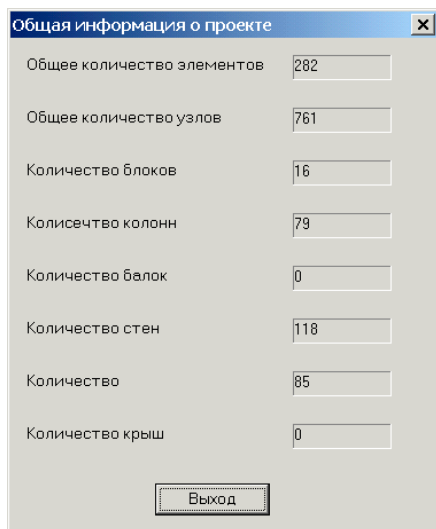


Рис. 42. Диалоговое окно  
Общая информация о проекте

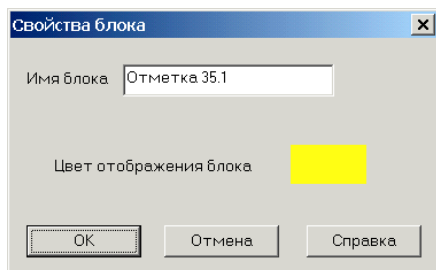


Рис. 43. Диалоговое окно  
Свойства блока

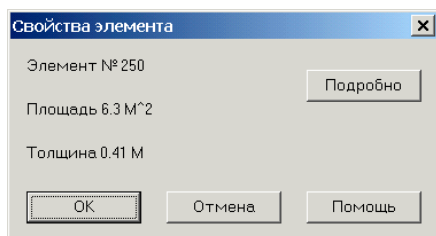


Рис. 44. Диалоговое окно  
Свойства элемента

Параметры выбранных в дереве объектов можно просмотреть или откорректировать, воспользовавшись кнопкой **Свойства**.

Если активным объектом в дереве является модель (верхний уровень), то после нажатия этой кнопки появляется окно **Общая информация о проекте** (рис. 42), в котором приведены данные о количественных характеристиках модели.

При активном блоке — появляется диалоговое окно **Свойства блока** (рис. 43), в котором приведены и могут быть изменены имя блока и цвет отображения блока в модели. Для изменения цвета надо указать курсором на цветное поле и выбрать цвет в стандартном окне **Color (Цвет)**.

Если работа идет с элементами, то после нажатия кнопки появляется диалоговое окно **Свойства элемента** (рис. 44), в котором в зависимости от вида элемента дана информация о площади сечения и длине или о площади элемента и толщине. Кроме того, в этом окне находится кнопка **Подробнее**, нажатие которой приводит к появлению диалоговых окон **Характеристики элемента** (они описаны выше), в которых можно изменить заданные ранее характеристики.

## Корректировка геометрии элементов

Если активным элементом является стена, перекрытие или крыша, то можно воспользоваться кнопкой **Изменить** для корректировки геометрии элементов такого типа. В данном случае под корректировкой понимается изменение границ (контура) элемента, включение оконных и дверных проемов, отверстий и т.п. Для выполнения перечисленных операций вызывается специальная программа (модификация программы формирования сечений **Консул**), описание которой приводится ниже.

Программы **Консул** и **ФОРУМ** оперируют разными объектами. В первом случае — это сечение стержня, а во втором — элемент конструкции. В связи с этим в описание придется ввести некоторые общие для этих объектов понятия, которые ранее не использовались при описании формирования модели, но используются в этом разделе руководства. В первую очередь это контур. Контур может быть внешним — и в этом контексте он представляет собой очертание элемента. Внутренний контур — это очертание отверстия или проема. Вершины контура в понятиях модели являются узлами.

Окно программы корректировки (рис. 45) включает меню, инструментальную панель, рабочее поле (с полосами прокрутки при необходимости) и строку состояния.

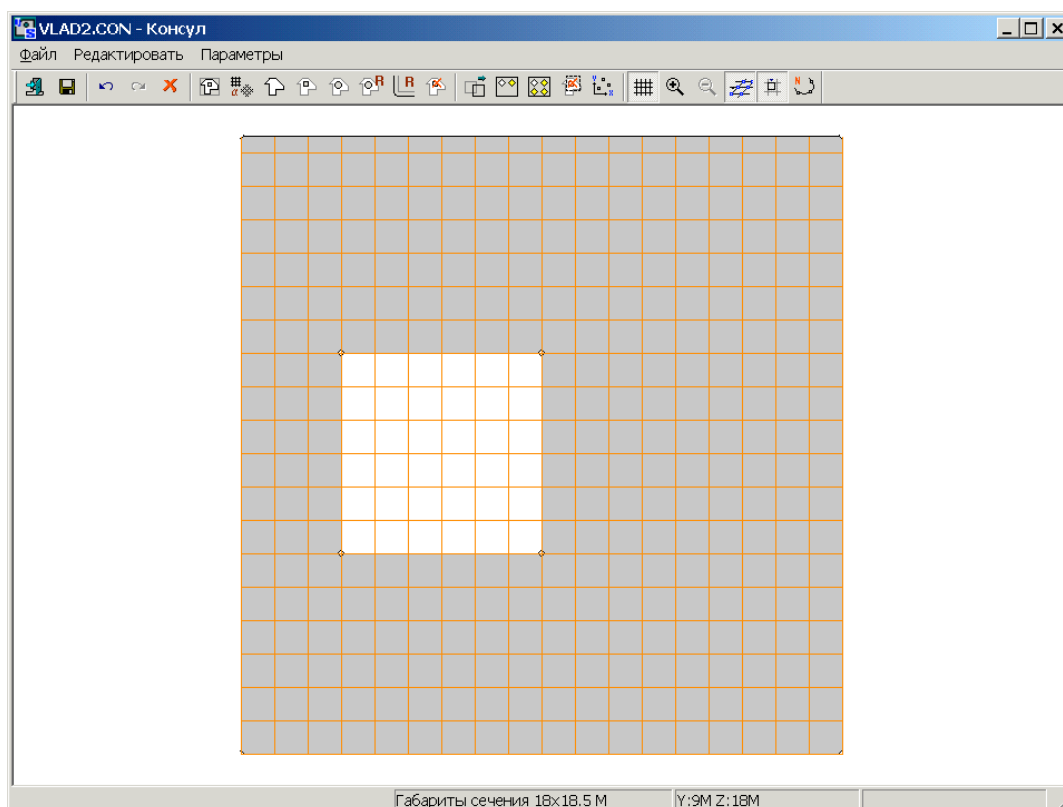






Рис. 45. Окно программы корректировки геометрии элементов

## Курсоры

Все операции в рабочем поле выполняются с помощью курсора. При перемещении курсора по экрану или при выполнении некоторых команд форма курсора меняется. Например, при выборе команды из меню или инструментальной панели он принимает форму стрелки, при обработке команд — форму песочных часов (курсор ожидания). Если курсор попадает на контур элемента, он изображается в виде перекрестья, координаты центра которого и определяют текущее положение курсора. При попадании в узел курсор имеет вид перекрестья с мишенью.

-  стандартный курсор — для выбора функции, режима или операции;
-  перекрестье с центральной мишенью — для выбора одного узла;
-  перекрестье с изображением прямоугольника — для выбора группы узлов или элементов с помощью рамки прямоугольной формы или полигоном;
-  курсор используется при переносе узлов, проемов и отверстий, а также при их копировании и дублировании.

Координаты текущего положения курсора выводятся во втором поле строки состояния.

## Габариты элемента



Рис. 46. Диалоговое окно  
Размеры сечения



В рабочем поле область, в которую выводится элемент, ограничена его габаритами. Корректировка элемента возможна только в рамках заданного габарита. В тех случаях, когда изменения требуют выхода за габарит, необходимо задать новые значения размеров.

После выхода из указанного диалогового окна в рабочем поле отображается прямоугольник, ограничивающий новые габариты элемента (рис. 46).

## Координатная сетка

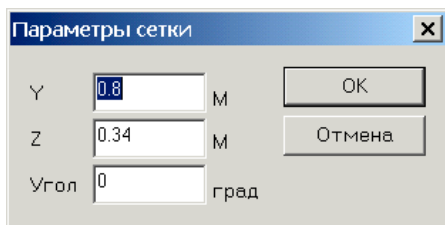


Рис. 47. Диалоговое окно  
Параметры сетки

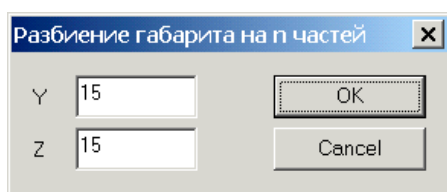


Рис. 48. Диалоговое окно  
Разбиение габарита на n частей



Для удобства корректировки элементов можно воспользоваться координатной сеткой. Ввод параметров координатной сетки выполняется в диалоговом окне **Параметры сетки** (рис. 47), которое появляется после инициализации соответствующей функции. В полях ввода этого окна задаются шаг сетки по горизонтали и по вертикали, а также угол наклона сетки в градусах относительно горизонтальной оси. Вращение сетки производится вокруг начала системы координат.

Следует отметить, что шаг сетки и угол ее наклона могут неоднократно меняться в процессе ввода внутренних контуров (проемов и отверстий) или корректировки внешнего контура. Это позволяет настраивать сетку в соответствии с размерами или положением в элементе вводимого контура.

Кроме того, из раздела меню **Параметры** можно вызвать операцию **Шаг сетки**, с помощью которой можно нанести сетку, разбивающую габарит на заданное количество шагов. Количество шагов по вертикали и горизонтали задается в диалоговом окне **Разбиение габарита на n частей** (рис. 48), которое появляется после инициализации операции.

В программе реализован режим привязки курсора к узлам сетки, что облегчает корректировку геометрии элементов. Инициализация режима привязки выполняется нажатием кнопки



Если этот режим включен, то при вводе и корректировке контуров элементов и отверстий новые узлы будут автоматически привязываться к ближайшему к курсору узлу сетки.

На экране сетка появляется после ввода параметров (рис. 45). Отображение сетки включается/выключается кнопкой



— Сетка на инструментальной панели.

## Корректировка контура элемента



Нажатие кнопки **Внешний контур** в инструментальной панели активизирует режим корректировки внешнего контура элемента. Для корректировки необходимо подвести курсор к любой точке на контуре. После смены вида курсора (перекрестье для произвольной точки или перекрестье с мишенью для точки перелома) нажать левую кнопку мыши и «перетянуть» выбранную точку в новое положение. Фиксация новой точки перелома выполняется двойным нажатием левой кнопки мыши.

На рис. 49 показан элемент после корректировки внешнего контура. Следует обратить внимание на дверные проемы, которые представляют собой «углубления» во внешнем контуре, а не отверстия в нем.

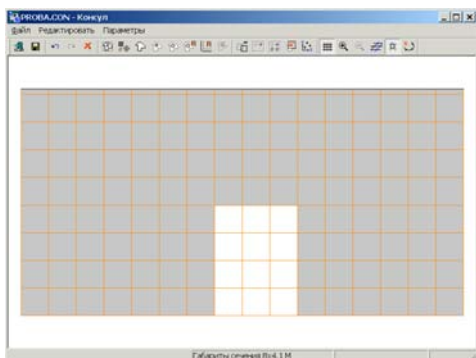


Рис. 49. Корректировка внешнего контура



**При перемещении вершин не допускаются самопересечения ребер, образующих внешний контур элемента, и выход отверстий за границы внешнего контура.**

## Отмена операции



Нажатие кнопки **Отмена** вызывает отмену предыдущей операции. Максимальная глубина истории не ограничена.

## Восстановление отмененной операции



Нажатие кнопки **Восстановление** возвращает отмененное ранее действие.

## Ввод отверстий и проемов

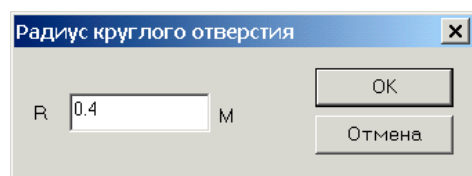


Рис. 50. Диалоговое окно Радиус круглого отверстия




В программе предусмотрены три вида операций для ввода внутренних контуров:

- ввод контура в виде замкнутого полигона;
- ввод контура в виде окружности с динамическим назначением ее размеров;
- ввод контура в виде окружности заданного радиуса.

Порядок операций при вводе и корректировке контура в виде замкнутого полигона не отличается от ввода внешнего контура сечения.

При выполнении операции ввода контура в виде окружности с динамическим назначением ее размеров необходимо установить курсор в точку сечения, соответствующую центру окружности, и после нажатия на левую кнопку мыши перемещать курсор до тех пор, пока не будут достигнуты необходимые размеры окружности. После двойного нажатия на левую кнопку мыши контур отверстия будет зафиксирован. Если в процессе операции нажать правую кнопку мыши, ввод контура будет прерван.

Если вводится окружность заданного радиуса, то после выбора операции появляется диалоговое окно **Радиус круглого отверстия** (рис. 50), в котором задается радиус отверстия. После указания курсором точки привязки центра в поле сечения появляется заданное отверстие.

Количество точек (узлов) на дуге окружности задается с помощью операции узлы на окружности, которая инициализируется нажатием кнопки .



**При вводе многоугольных внутренних контуров не допускается их пересечение с внешним контуром.**

**При выборе количества узловых точек на окружности следует помнить, что задание слишком большого числа точек на дуге может привести к возникновению вырожденных конечных элементов и, как следствие, потере точности решения.**

## Удаление отверстий и проемов




Для удаления отверстия или проема после нажатия этой кнопки следует установить курсор в любое место внутри удаляемого внутреннего контура и нажать левую кнопку мыши.

## Сглаживание углов



Сглаживание углов выполняется путем вписывания в угол дуги окружности заданного радиуса. После активизации операции следует указать курсором на точку перелома контура (внешнего или внутреннего), и после смены типа курсора на перекрестье с мишенью нажать левую кнопку мыши. В появившемся диалоговом окне **Радиус скругления** (рис. 51) задать радиус и нажать кнопку **ОК**. На рис. 52 показан элемент со сглаженными углами.

Количество точек (узлов) на дуге окружности задается с помощью операции узлы на окружности, которая

инициализируется нажатием кнопки .

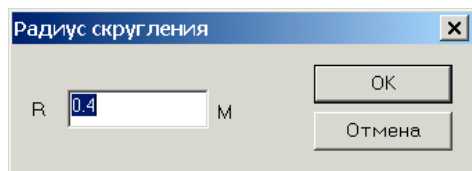


Рис. 51. Диалоговое окно Радиус скругления

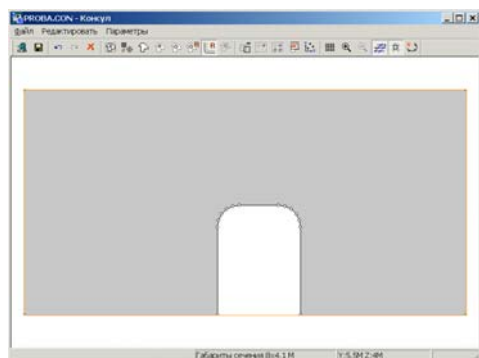


Рис. 52. Элемент со сглаженными углами



При выборе количества узловых точек на окружности следует помнить, что задание слишком большого числа точек на дуге может привести к возникновению вырожденных конечных элементов и, как следствие, потере точности решения.

## Перенос узлов

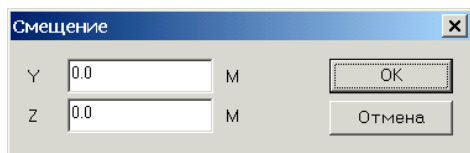


Рис. 53. Диалоговое окно **Смещение**

С помощью этой функции выполняется перемещение группы узлов, выбранных с помощью рамки (прямоугольной или полигональной). Для ее выполнения следует:

- ☞ активизировать функцию;
- ☞ выбрать в выпадающем меню вид рамки;
- ☞ захватить рамкой перемещаемые узлы;
- ☞ переместить курсор внутрь рамки и после смены вида курсора сдвинуть рамку вместе с захваченными ею узлами в новое положение.

Новое положение узлов фиксируется нажатием левой кнопки мыши.

Если узлы необходимо сместить на заданное расстояние, то после переноса курсора внутрь рамки следует нажать правую кнопку мыши и задать величину смещения в открывшемся диалоговом окне **Смещение** (рис. 53).



**При перемещении узлов не допускаются самопересечения ребер, образующих внешний контур элемента, и выход полигональных отверстий за границы внешнего контура.**

## Копирование отверстий и проемов

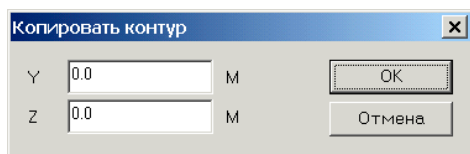


Рис. 54. Диалоговое окно **Копировать контур**

Эта операция позволяет скопировать один или несколько проемов (отверстий), захваченных рамкой. Для выполнения операции следует:

- ☞ активизировать функцию;
- ☞ выбрать в выпадающем меню вид рамки;
- ☞ захватить рамкой копируемые проемы (в поле рамки должны попасть все узлы проемов);
- ☞ переместить курсор внутрь рамки и после смены вида курсора, нажав левую кнопку мыши, сдвинуть рамку вместе с захваченными ею проемами в новое положение.

Если копию отверстия надо поместить в заданное место внутри элемента, то после переноса курсора внутрь рамки следует нажать правую кнопку мыши и задать величину смещения в открывшемся диалоговом окне **Копировать контур** (рис. 54).



**При перемещении проемов не допускаются самопересечения проемов и выход проемов за границы внешнего контура.**

## Дублирование отверстий и проемов



С помощью этой операции можно продублировать несколько раз один или несколько захваченных рамкой проемов (отверстий). Для выполнения операции следует:

- ☞ активизировать функцию;
- ☞ выбрать в выпадающем меню вид рамки;
- ☞ захватить рамкой дублируемые проемы (в поле рамки должны попасть все узлы проемов);
- ☞ переместить курсор внутрь рамки и после смены вида курсора нажать правую кнопку мыши;
- ☞ в появившемся диалоговом окне **Размножить контур** (рис. 55) задать параметры дублирования;
- ☞ нажать кнопку **ОК** в диалоговом окне, после чего окно закроется и операция дублирования будет выполнена.

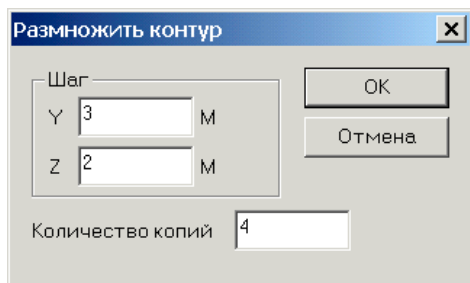


Рис. 55. Диалоговое окно  
Размножить контур



**При перемещении проемов не допускаются самопересечения проемов и выход проемов за границы внешнего контура.**

## Корректировка координат узлов



Корректировку положения узлов внешнего и внутреннего контуров элемента можно выполнить путем изменения их координат с помощью функции **Вершины** меню **Редактировать**. После ее активизации появляется диалоговое окно **Координаты вершин** (рис. 56), которое включает список контуров в порядке их создания и таблицу с координатами узлов выбранного из списка контура. Для корректировки положения узлов следует выполнить следующие действия:

- ☞ выбрать из списка контур (в элементе узлы выбранного контура будут пронумерованы);
- ☞ изменить координаты узлов в таблице координат;
- ☞ нажать кнопку **Применить** или **ОК**.

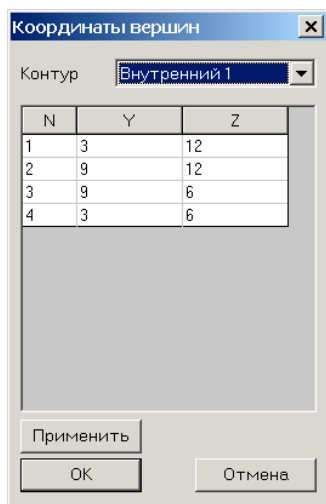


Рис. 56 Диалоговое окно  
Координаты вершин



**При перемещении узлов не допускаются самопересечения ребер, образующих внешний контур элемента, и выход отверстий и проемов за границы внешнего контура.**

## Удаление узлов



Эта операция используется для удаления узлов как на внешнем, так и на внутренних контурах элемента. Для ее выполнения необходимо:

- ☞ активизировать операцию;
- ☞ выбрать в выпадающем меню вид курсора (для указания на один узел или нужную рамку для удаления группы);
- ☞ указать на удаляемый узел или захватить рамкой группу удаляемых узлов;
- ☞ нажать левую кнопку мыши.

## Отображение сетки



Эта кнопка используется для включения/выключения отображения координатной сетки в пределах габарита элемента.

## Привязка курсора к сетке



Если эта кнопка нажата, то при вводе и корректировке контуров элементов точки перелома (узлы) будут автоматически притягиваться к ближайшему узлу координатной сетки.

## Узлы на окружности



С помощью этой операции задается количество узлов на полной окружности, которое будет использовано при скруглении углов и вводе круглых отверстий.

**При выборе количества узловых точек на окружности следует помнить, что задание слишком большого числа точек на дуге может привести к возникновению вырожденных конечных элементов и, как следствие, потере точности решения.**



## Показать узлы



Если эта кнопка нажата, то отображаются узлы на внешнем и внутренних контурах элементов.

## Фильтры отображения

Фильтры используются для управление отображением модели. Они расположены на перемещаемой панели **Фильтры отображения**.

### Показать/скрыть дерево проекта



Эта кнопка используется для включения/отключения отображения дерева проекта.

### Информация об узле



Фильтр **Информация об узле** позволяет получить информацию о координатах узла. Информация выдается в одноименном диалоговом окне (рис. 57).

Для получения информации следует нажать кнопку фильтров и указать курсором на интересующий узел. Выбранный узел маркируется на модели цветным кружком, и информация о нем попадает в окно. Для поиска нужного узла можно также указать его номер в поле **№ узла** и нажать кнопку **Найти**.

В поле **Координаты узла** выводятся значения координат, которые можно изменить. Изменения фиксируются кнопкой **Применить**. С помощью кнопки **Удалить** узел и примыкающие к нему элементы можно удалить.

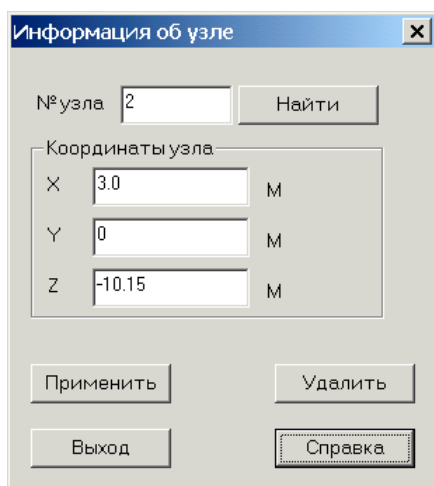


Рис. 57. Информация об узле

## Информация об элементе

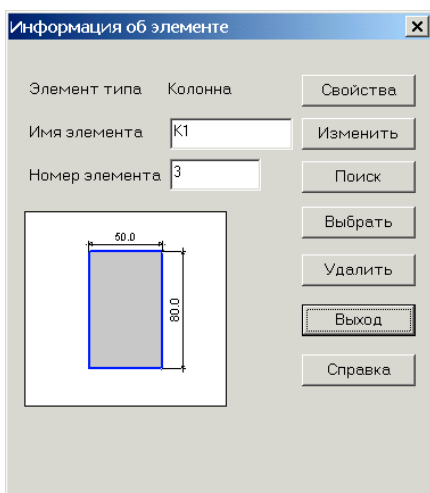


Рис. 58. Диалоговое окно **Информация об элементе** (колонны и балки)

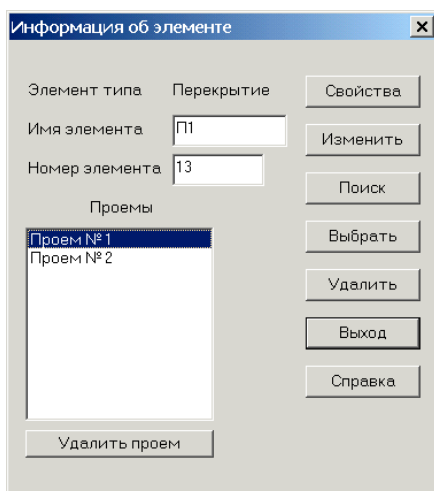


Рис. 59. Диалоговое окно **Информация об элементе** (перекрытия, стены и крыши)



Фильтр **Информация об элементе** позволяет получить информацию о типе, имени и номере элемента, форме и размерах сечения для колонн и балок и количестве отверстий (проемов) в стенах, перекрытиях и крышах. Информация об элементе выдается в одноименном диалоговом окне (рис. 58).

Для получения информации следует нажать кнопку фильтров и выбрать курсором на модели интересующий элемент. Выбранный элемент маркируется цветным кружком, и информация о нем попадает в окно. Для поиска элемента можно также указать его номер в поле **Номер элемента** и нажать кнопку **Поиск**.

В диалоговом окне **Информация об элементе** предусмотрены следующие операции:

- изменение имени элемента — после смены имени следует нажать кнопку **Применить**;
- отметка элемента на модели (кнопка **Выбрать**);
- удаление элемента (кнопка **Удалить**);
- просмотр и корректировка характеристик элемента (кнопка **Свойства**);
- удаление отверстий (проемов) в стенах, перекрытиях и крышах (кнопка **Удалить проем**).

Остановимся подробнее на последней операции. С ее помощью можно удалить проемы. Для этого следует выбрать в списке **Проемы** удаляемый проем (он будет отмечен на модели красным цветом) и нажать кнопку **Удалить проем**.

## Показать номера узлов и элементов



При выводе номеров узлов и элементов можно назначить вид, цвет и размер шрифта. Вызов операции настройки выполняется из раздела меню **Опции** (пункт **Настройка экранных шрифтов**).

## Расстояние между узлами



С помощью этой операции можно определить расстояние между двумя узлами модели. После активизации фильтра появляется диалоговое окно **Расстояние между узлами** (рис.), в котором отображаются результаты выполнения операции. Для определения расстояния следует выбрать на модели первый узел (назовем его базовым), который маркируется красным кольцом, а затем второй (он маркируется сиреневым кольцом). В соответствующих полях ввода отображаются координаты выбранных узлов, а также смещения между узлами по трем координатам и расстояние между ними.

Для определения расстояния между базовым узлом и другим узлом модели достаточно выбрать на модели этот узел, не активизируя повторно фильтр. Для смены базового узла используется одноименная кнопка в диалоговом окне. После ее нажатия можно назначить новый базовый узел.

В этом диалоговом окне можно откорректировать координаты узлов, т.е. перенести узлы в точки с другими координатами. Для этого следует ввести в поля ввода координат новые значения и нажать кнопку **Применить**. Если результаты переноса узла требуется отменить, то нажимается кнопка **Отмена переноса**.

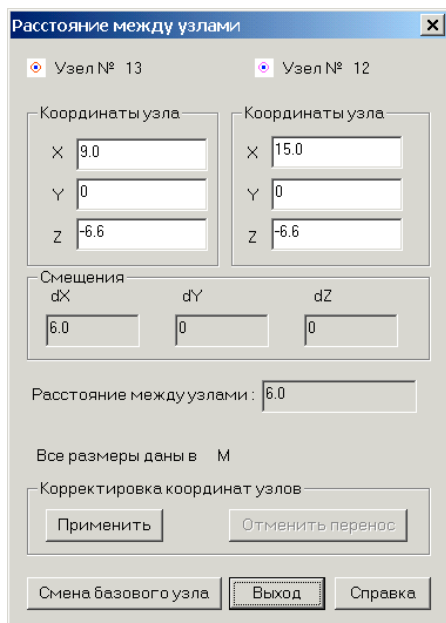


Рис. 60. Диалоговое окно **Расстояние между узлами**

## Показать узлы



Если этот фильтр активен, то на модели отображаются узлы. Правила отображения узлов назначаются на странице **Узлы** диалогового окна **Настройка фильтров отображения**, описание которого приводится ниже.

## Показать координационные оси



Если этот фильтр активен, то на модели отображаются координационные оси. Правила отображения осей назначаются на странице **Координационные оси** диалогового окна **Настройка фильтров отображения**, описание которого приводится ниже.

## Показать начало общей системы координат



Если эта кнопка нажата, то на экране показано направление и точка привязки осей общей системы координат.

## Диалоговое окно настройки фильтров



Эта кнопка служит для вызова диалогового окна **Настройка фильтров отображения**.

Окно включает три страницы: **Узлы** (рис. 61), **Элементы** (рис. 62) и **Координационные оси** (рис. 62).

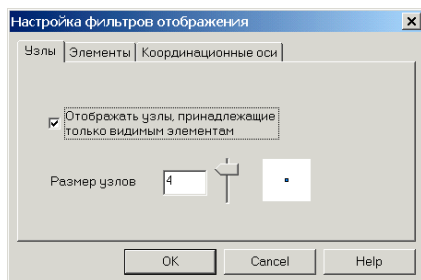


Рис. 61. Страница Узлы

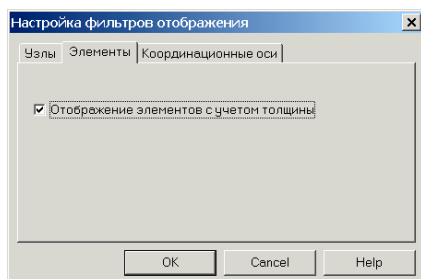


Рис. 62. Страница Элементы

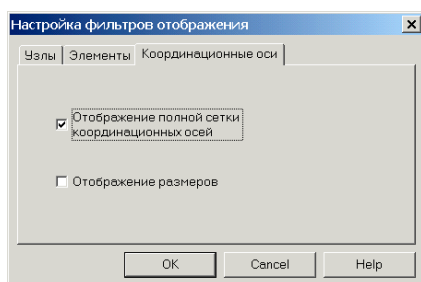


Рис. 63. Страница Координационные оси

На странице **Узлы** с помощью «ползунка» выполняется настройка размеров узлов при отображении их на экране. Тут же с помощью опции **Отображать узлы, принадлежащие только видимым элементам**, устанавливается правило вывода узлов. Если маркер опции активен, то на экране будут видны только те узлы, которые примыкают к видимым в данный момент элементам.

На странице **Элементы** находится только одна опция — **Отображение элементов с учетом толщины**. Если ее маркер активен, то все элементы модели будут отображаться с учетом заданных для них размеров сечений и толщин.

На странице **Координационные оси** пока используется только опция **Отображение полной сетки координационных осей**. Если маркер этой опции активен, то независимо от того, какой фрагмент модели отображается на экране, будет показана вся сетка координационных осей. В противном случае выводятся только те оси, в которых расположен фрагмент.



При выполнении любых операций, связанных с вводом узлов, обратите внимание на состояние опции **Отображать узлы, принадлежащие только видимым элементам**, которая находится в диалоговом окне **Настройка фильтров отображения** (страница **Узлы**). Если эта опция активна, то вводимые узлы не будут видны на экране, т.к. к ним не примыкают элементы.

### **Сброс настроек фильтров в исходное состояние**



Нажатие этой кнопки сбрасывает (делает неактивными) маркеры на всех страницах окна **Настройка фильтров отображения**.

### **Сброс отметок**




Нажатие этой кнопки приводит к сбросу отметки со всех выбранных элементов и узлов.

## Управление визуализацией

Управление функциями визуализации модели сосредоточено в перемещаемой инструментальной панели **Визуализация**.

### Поворот изображения модели вокруг заданной оси




Поворот изображения модели вокруг заданной оси выполняется нажатием соответствующих кнопок инструментальной панели. При каждом нажатии выполняется поворот на один шаг, равный 10 градусам. Чтобы вернуть изображение модели в исходное положение, надо нажать кнопку .

### Проецирование изображения модели





Эта операция позволяет спроецировать изображение модели на одну из плоскостей общей системы координат. Выбор плоскости проецирования выполняется с помощью соответствующих кнопок инструментальной панели. По умолчанию предусмотрены направления проецирования, изображенные на пиктограммах кнопок. Для того чтобы посмотреть на модель «с другой стороны», следует воспользоваться операцией поворота вокруг соответствующей оси.


Чтобы вернуть изображение в исходное положение, надо нажать кнопку .

### Выделение плоского фрагмента модели





Для выделения фрагмента модели, лежащего в плоскости, параллельной одной из плоскостей общей системы координат, необходимо нажатием соответствующей кнопки назначить плоскость, а затем выбрать на модели узел, принадлежащий этой плоскости. Все элементы и узлы, попавшие в заданную плоскость, будут выделены зеленым цветом.


Если выбор корректный, то для выполнения операции следует нажать зеленую кнопку . В случае ошибки — нажать красную кнопку  и повторить все описанные выше действия.


Чтобы вернуться к изображению полной модели, следует нажать кнопку  — восстановление исходного вида.

## Фрагментация рамкой



Для работы с произвольным фрагментом модели, следует воспользоваться функцией фрагментации с помощью рамки. Рамка может быть прямоугольной или произвольной формы. После нажатия кнопки фрагментации рамкой автоматически устанавливается курсор прямоугольной рамки. Изменение вида рамки выполняется в диалоговом окне **Выбор типа курсора**. Для фрагментации прямоугольной рамкой ее следует установить таким образом, чтобы все узлы и элементы, которые должны попасть во фрагмент, находились внутри рамки. Рамка произвольной формы задается последовательной фиксацией **левой** кнопкой мыши точек перелома области отсечения фрагмента. Замыкание области, т.е. соединение первой и последней точки выполняется автоматически после двойного щелчка **левой** кнопкой мыши. Очевидно, что область отсечения должна включать не менее трех точек перелома. После установки рамки все попавшие внутрь области отсечения элементы и узлы будут выделены зеленым цветом. Если фрагмент выбран правильно, то подтверждение выполняется нажатием зеленой кнопки . В случае ошибки следует нажать красную кнопку  — отказ от фрагментации.

В фрагмент попадут только те элементы, все узлы которых находятся внутри области рамки, а также отдельные узлы, попавшие в эту область. Если ни один элемент не попал во фрагмент, то на экране будут только узлы, увидеть которые можно после нажатия кнопки  — отображение узлов на панели фильтров.

Чтобы вернуться к изображению полной модели, следует нажать на кнопку  — восстановление исходного вида.

Следует помнить, что отверстия и проемы в элементах перекрытия, стены и крыши не являются самостоятельными объектами и будут показаны только в случаях, когда во фрагмент попал элемент, которому они принадлежат.

## Масштабирование изображения



Эти кнопки используются для увеличения и уменьшения отображения модели на экране, а также для возврата изображения к исходному размеру соответственно. За один шаг увеличения или уменьшения изображение изменяет свои размеры в два раза. Максимальное количество шагов — 10.

## Фрагментация на координационных осях



Выделение фрагмента можно выполнить, назначив область отсечения, границами которой будут указанные марки осей и/или отметки уровня. Выбор области отсечения выполняется в диалоговом окне **Фрагментация на разбивочных осях** (рис. 64). Для того чтобы выделить нужный участок модели, следует в левых списках установить марку оси и/или отметку начала, а в правых — марку или отметку конца. Если фрагмент плоский, то в правом и левом списках должна быть выбрана одинаковая марка оси или отметки уровня.

В случае, если использована опция **Весь интервал**, а часть модели выходит за рамки заданных осей (например, не задавались отметки уровня), то для полного отображения модели на экране следует активизировать опцию **Не учитывать заданные границы интервала**.

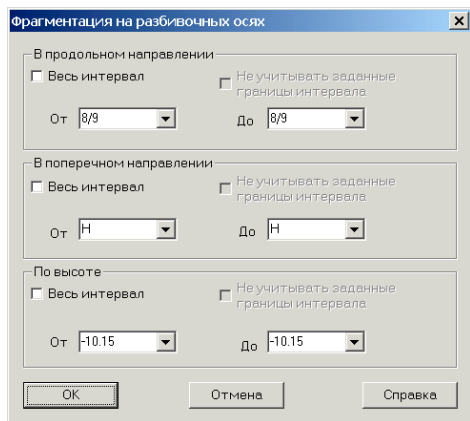


Рис. 64. Диалоговое окно Фрагментация на разбивочных осях

## Экспорт модели в SCAD



Кнопка вызова операции генерации проекта во входных форматах комплекса **SCAD** находится в разделе **Схема** инструментальной панели. Режим импорта данных комплекса предусматривает чтение информации как в форматах препроцессора **ФОРУМ** (файлы с расширением **OPR**), так и в форматах проекта комплекса (файлы с расширением **SPR**).

В первом случае в **SCAD** попадают плоскостные объекты вида Перекрытие, Стена, Крыша и стержневые — Колонна и Балка, которые представляются в препроцессоре элементами типа 1080, 1060, 1085, 1020 и 1040 соответственно. В этом случае для того, чтобы перейти от укрупненной модели к расчетной схеме, необходимо для стержневых объектов выполнить операции замены типа на соответствующие стержневые элементы, а для плоскостных — выполнить триангуляцию (в комплексе предусмотрено автоматическое распознавание выбранного плоскостного объекта, как контура триангуляции). При этом все параметры объектов (характеристики материала, форма и размеры сечения и т.п.) сохраняются для всех полученных конечных элементов. На рисунках показано представление укрупненной модели в препроцессорах **ФОРУМ** и **SCAD**.

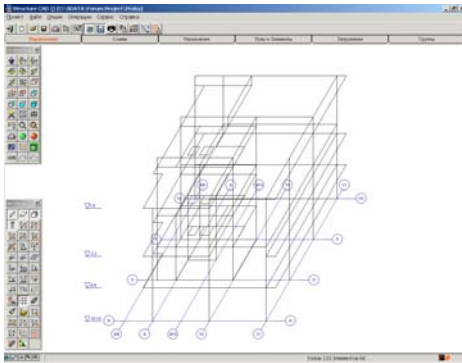


Рис. 65. Укрупненная модель в препроцессоре SCAD

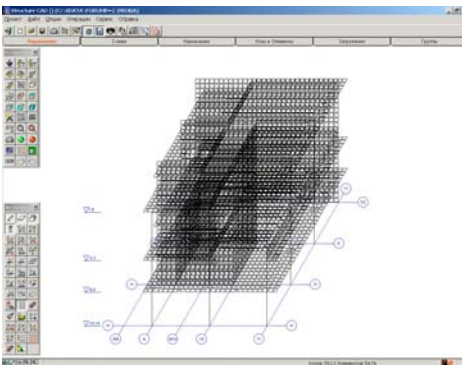


Рис. 66. Конечноэлементная модель в препроцессоре SCAD

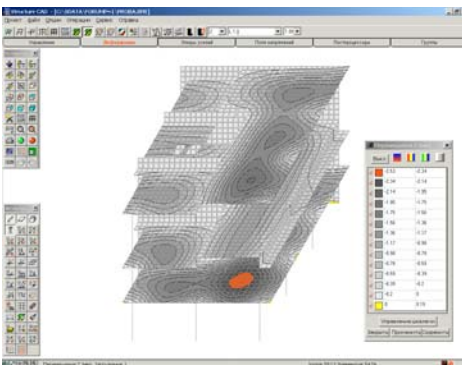


Рис. 67. Результаты расчета

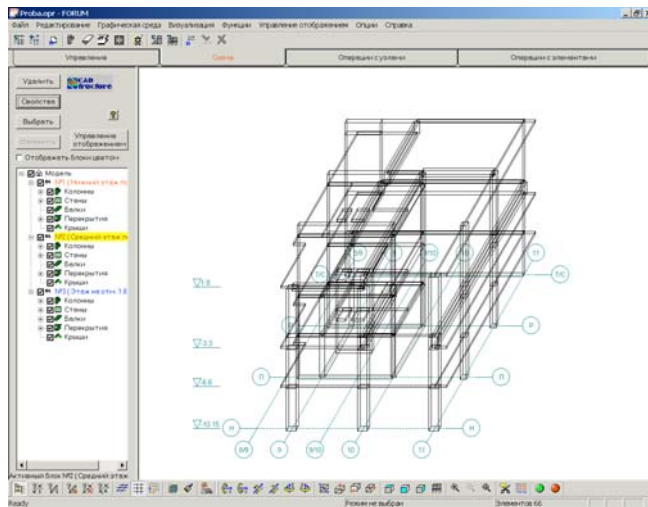


Рис. 68. Укрупненная модель в препроцессоре ФОРУМ

На основе укрупненной модели может быть выполнено автоматическое построение конечноэлементной модели. В этом случае управление генерацией сетки конечных элементов осуществляется в диалоговом окне **Генерация проекта SCAD**. Тут, как и в предыдущем случае, конечные элементы наследуют все параметры объектов (характеристики материала, форма и размеры сечения и т.п.).

## Генерация конечноэлементной модели

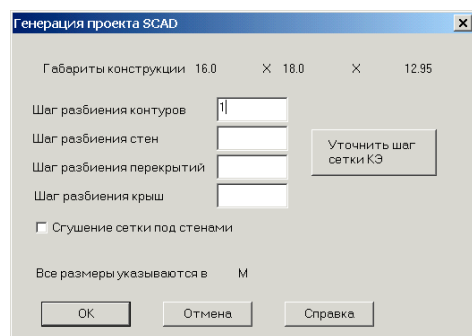


Рис. 69. Диалоговое окно Генерация проекта SCAD

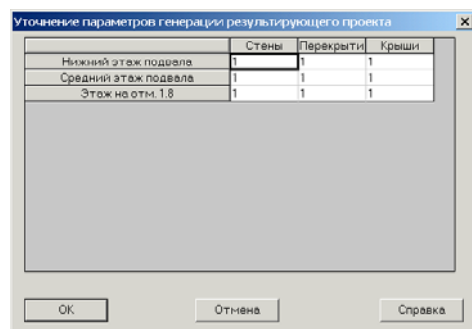



Рис. 70. Диалоговое окно Управление параметрами генерации результирующего проекта



Управление процессом формирования конечноэлементной модели выполняется в диалоговом окне **Генерация проекта SCAD**, которое появляется после нажатия кнопки  в разделе **Схема** инструментальной панели. Прежде чем рассмотреть работу в этом окне, вернемся к понятию контуров.

Для увязки конечноэлементных сеток различных плоскостных элементов необходимо в первую очередь увязать между собой их границы, т.е. контуры элементов. Для этого вводится единый шаг разбиения контуров, который и задается в одноименном поле ввода рассматриваемого окна. Этот шаг постоянен для внешних и внутренних контуров элементов, а также для стержневых элементов, попавших внутрь контура плоскостных элементов. Независимо от значения шага разбиения контуров для стен, перекрытий и крыш могут быть заданы собственные значения шага сетки. Это позволяет, например, сделать относительно мелкую сетку на перекрытиях, где предполагается выполнять подбор арматуры, и редкую сетку на стенах, которые будут использованы в модели только для сбора ветровых нагрузок, увязав при этом в целом конечноэлементную сетку по схеме.

Если задать только шаг разбиения контуров, то он по умолчанию будет принят для всех объектов схемы.

При активной опции **Сгущения сетки под стенами** шаг сетки перекрытий в местах опирания стен уменьшается в два раза, что позволяет выполнить уточненный расчет таких мест.

После выхода из окна по кнопке **OK** появляется стандартное окно **Сохранить как ... (Save As ...)**, в котором следует задать имя файла результирующей схемы.

В тех случаях, когда не для всех блоков расчетной схемы предполагается детальный расчет и конструирование, можно уточнить параметры сетки по отдельным видам элементов для каждого блока. Это выполняется в диалоговом окне **Управление параметрами генерации результирующего проекта**, которое вызывается нажатием на кнопку **Уточнить шаг сетки КЭ**. В этом окне находится таблица, каждая строка которой соответствует одному блоку, а в столбцах можно задать шаг сетки для каждого вида плоскостных элементов. Поскольку контуры элементов разбиваются с одинаковым шагом, то и в этом случае обеспечивается увязка сетки по всей схеме.

Одновременно с генерацией сетки в конечноэлементной модели автоматически порождаются группы элементов. В группы объединяются конечные элементы, которые принадлежат одному объекту, а также все элементы, принадлежащие блоку.

Всякий раз, когда назначается шаг конечноэлементной сетки, следует помнить, что при очень мелком шаге размерность задачи может превысить возможности компьютера по размещению рабочих файлов и результатов расчета. Рекомендуется назначать мелкий шаг только тем объектам схемы, для которых это необходимо (чаще всего, это делается в тех случаях, когда предполагается выполнять подбор арматуры).

## Диалоговое окно Результаты генерации

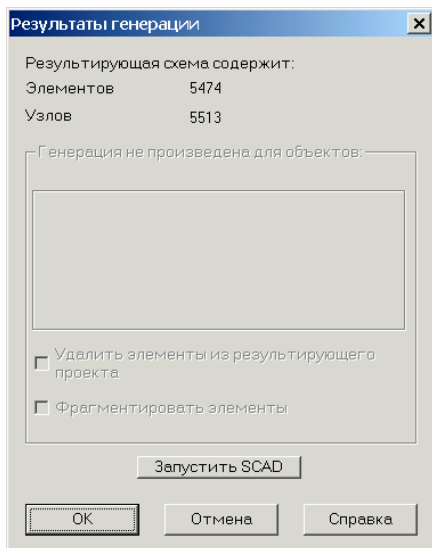


Рис. 71. Диалоговое окно  
Результаты генерации



Окно **Результаты генерации** (рис. 71) появляется после завершения формирования конечноэлементной расчетной схемы. В нем сообщается о количестве элементов и узлов, полученных в результирующей схеме, а также приводится список плоскостных объектов, для которых не удалось по каким-либо причинам выполнить генерацию сетки. По умолчанию такие объекты попадут в результирующий проект в виде контуров (элементы типа 1080, 1060, 1085). Если активизировать опцию **Удалить элементы из результирующего проекта**, то контуры будут удалены. При активной опции **Фрагментировать элементы** — на экране **ФОРУМа** останутся только эти элементы.

Если перед выходом из этого окна по кнопке **ОК** нажать кнопку **Запустить SCAD**, то выполнится автоматическая загрузка комплекса с результирующей схемой.

При генерации конечноэлементной схемы автоматически не отслеживается направление местных осей пластинчатых элементов. Для получения корректных результатов при графическом анализе и при конструировании (подборе арматуры) следует воспользоваться операцией назначения направления выдачи усилий (раздел **Назначение** инструментальной панели препроцессора **SCAD**) в соответствии с предполагаемым положением арматурных стержней.

## Связь с архитектурными системами

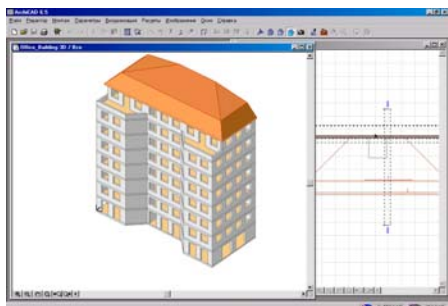


Рис. 72. Проект здания в системе ArchiCAD

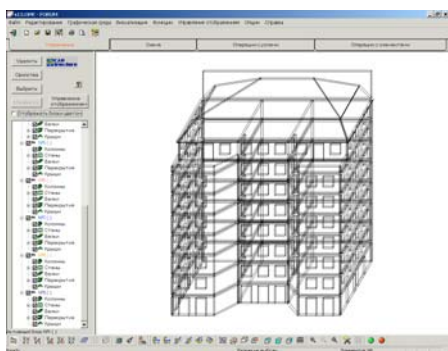


Рис. 73. Модель после экспорта в ФОРУМ

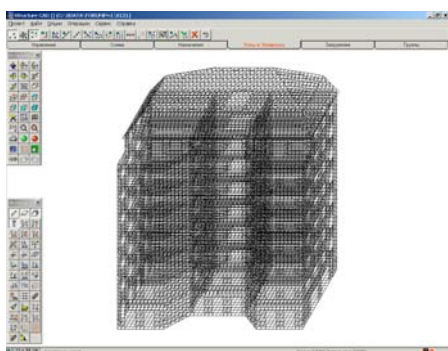


Рис. 74. Расчетная схема

Создание расчетной схемы для прочностного анализа несущих конструкций зданий и сооружений является достаточно сложной задачей. Как правило, расчетную модель приходится строить на основе геометрических размеров и топологии архитектурной части проекта. Широкое внедрение в архитектурное проектирование специализированных программных систем позволило не только автоматизировать процесс проектирования, но и получить цифровую модель объекта проектирования, т.е. его описание в базе данных архитектурной системы. В связи с этим актуальной является задача организации доступа к этой информации и построения на ее основе расчетной схемы.

Одним из наиболее популярных инструментов для архитектурного проектирования является система ArchiCAD, разработанная фирмой Graphisoft. Внутреннее представление данных в этой системе содержит достаточно информации для построения расчетной модели, а наличие специальных инструментальных средств доступа к этим данным AC API (ArchiCAD Application Program Interface) облегчает разработку программ экспорта информации в программы прочностного анализа конструкций. Классификация объектов, принятая в системе ArchiCAD, в основном совпадает с их классификацией при выполнении расчетов и конструировании. Разделение на колонны, балки, стены, перекрытия и крыши позволяет достаточно точно представить их аналоги в расчетной модели.

Естественно, что расчетная схема не является копией архитектурного решения. Однако основные размеры, привязки колонн и несущих стен, очертания перекрытий, положение проемов и отверстий во многом повторяют заданное архитектором. Это позволяет выполнить автоматизированное построение только укрупненной расчетной модели на основе данных архитектурного решения. Автоматическое построение детальной расчетной схемы на основе укрупненной модели возможно (и то не до конца) лишь для очень узкого класса простых объектов. Это связано с тем, что большинство систем прочностного анализа конструкций базируется на методе конечных элементов и для их расчетных схем кроме геометрических данных, которые могут быть заимствованы из архитектурного проекта и дополнены построением сетки конечных элементов, следует еще указать условия опирания и примыкания, данные о физико-механических характеристиках материалов, а также сведения о нагрузках. Это требует задания дополнительной информации, необходимой для выполнения прочностного расчета.

Импорт данных из системы ArchiCAD в SCAD разработан на основе AC API. В результате импорта формируется файл проекта с расширением OPR, в котором содержится описание укрупненной конструктивной модели здания. В процессе импорта осуществляются операции преобразования дугообразных стен в многогранные, а также формирование в них проемов под окна и двери. Переход от архитектурного решения к расчетной схеме можно представить в виде следующей последовательности операций:

1. Построение на основе внутреннего представления данных

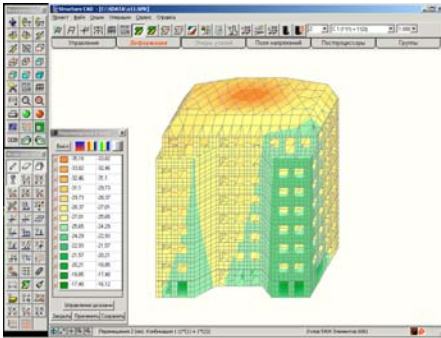


Рис. 75 Изополя перемещений

- архитектурной системы укрупненной конструктивной модели здания, состоящей из таких объектов как колонны, балки, стены, перекрытия (плиты) и крыши;
2. Удаление из конструктивной модели объектов, которые не включаются в расчетную схему, например, перегородок, элементов ограждения, архитектурных деталей и т.п.;
  3. Уточнение, если это необходимо, положения объектов в конструктивной модели и дополнение ее новыми элементами, не учтенными в архитектурном решении;
  4. Автоматическое или управляемое пользователем построение сетки конечных элементов с одновременным назначением жесткостных характеристик конечным элементам;
  5. Задание условий опирания и примыкания элементов;
  6. Ввод нагрузок и специальных исходных данных.

В первую версию программы импорта не включены функции подрезки стен по линиям пересечения с крышами, автоматическое сведение этажей в случаях, когда расстояние между ними на укрупненной модели определяется толщиной перекрытия.

Экспорт данных реализован из программы **ArchiCAD** версии 6.5. Для других версий экспорт не выполняется (несовместимость с AC API).

## Установка программы экспорта ArchiCAD–SCAD

На CD с инсталляцией интегрированной системы **SCAD Office** находится директория ArchiCAD2SCAD. В этой директории содержатся следующие файлы:

**MSCLASS.DLL**  
**SCADADD.APX**  
**SCADADD.INI**

Их следует скопировать в корневую директорию **ArchiCAD**.

Во время работы с **ArchiCAD** следует загрузить расширение для экспорта данных в **SCAD**. Это выполняется в разделе меню **Монтаж** (операция **Загрузить расширение**). После чего в меню **МОНТАЖ** появится операция «**Export to SCAD**».

Экспорт данных в **SCAD** осуществляется только из режима работы на плане. Результатом работы расширения является файл с расширением **.OPR**, который может быть прочитан программами **FORUM** и **SCAD v. 7.29** и выше.

## Настройка препроцессора ФОРУМ

Операции настройки интерфейса пользователя сосредоточены в разделе меню **Опции**. К ним относятся операции Настройка экранных шрифтов, Настройка шрифтов шапки печати, Настройка цветовой схемы, Настройка фильтров отображения, Параметры работы, Назначение рабочих директорий, Каталоги металлопроката, Назначение шрифта закладок.

### Настройка экранных шрифтов

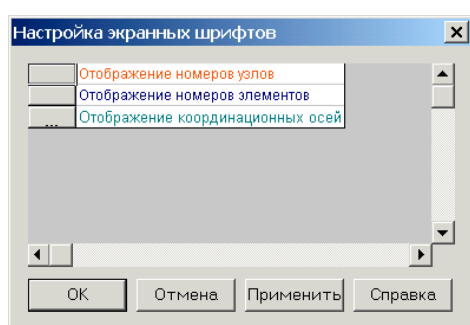


Рис. 76 Диалоговое окно  
Настройка экранных шрифтов

Настройка выполняется в одноименном диалоговом окне (рис. 76), в котором расположена таблица с наименованием информации и указанием ее цвета. Для смены шрифта и/или его характеристик следует нажать кнопку, стоящую в первом столбце соответствующей строки таблицы, и изменить параметры в стандартном окне **Font (Шрифт)**. Выполненные изменения будут зафиксированы при выходе из окна **Настройка экранных шрифтов** (кнопка **ОК**) или после нажатия кнопки **Применить**.

## Настройка шрифтов шапки печати

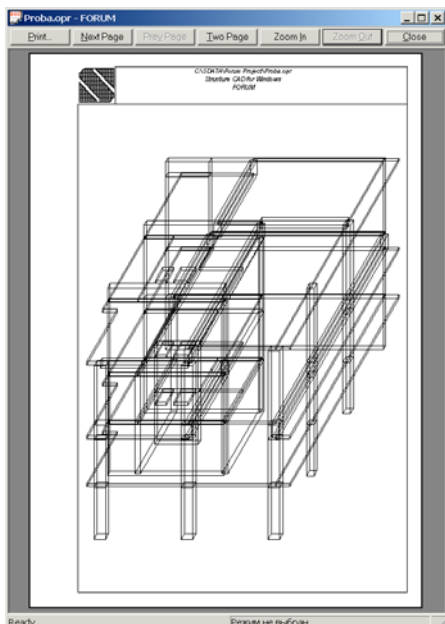


Рис. 77. Диалоговое окно предварительного просмотра изображения перед печатью

При печати изображения модели в верхней части листа приводится информация об имени файла проекта и месте его размещения на диске (рис. 77). Для смены шрифта и/или его характеристик следует изменить параметры в стандартном окне **Font (Выбор Шрифта)**, которое вызывается при выборе из меню этой операции.

## Настройка цветовой схемы

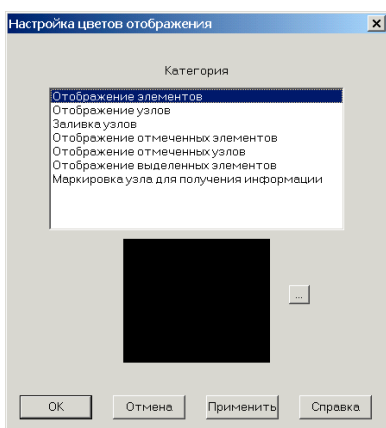


Рис. 78. Диалоговое окно Настройка цветов отображения

Цветовая схема, используемая при изображении модели, может быть изменена в диалоговом окне **Настройка цветов отображения** (рис. 78). В этом окне приводится список настраиваемых элементов изображения, цветное окно с указанием выбранного цвета и кнопка ... для вызова стандартного окна **Color (Цвет)** — для выбора цвета.

Для смены цвета следует отметить в списке нужный элемент отображения и нажать кнопку вызова окна **Color**. Выполненные изменения будут зафиксированы при выходе из окна **Настройка цветов отображения** (кнопка **OK**) или после нажатия кнопки **Применить**.

## Настройка фильтров отображения



Одноименное диалоговое окно, которое вызывается после обращения к этой операции, описано выше в разделе **Фильтры отображения**.

## Параметры работы

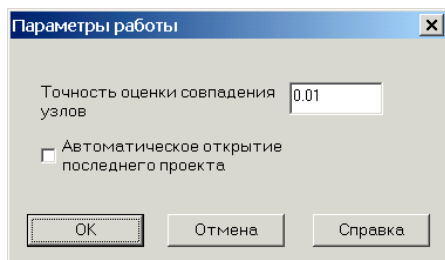


Рис. 79. Диалоговое окно  
Параметры работы

В этом диалоговом окне выполняется назначение точности оценки совпадающих узлов, а также находится маркер опции **Автоматическое открытие последнего проекта**.

Точность оценки совпадения координат узлов используется при выполнении некоторых функций создания модели, включая удаление совпадающих узлов.

При активном маркере **Автоматическое открытие последнего проекта** при загрузке программы будет одновременно загружаться последний из проектов.

## Назначение рабочих директорий

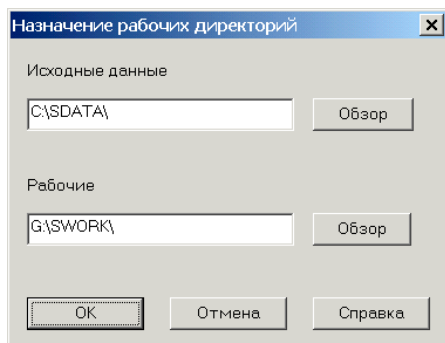


Рис. 80. Диалоговое окно  
Назначение рабочих директорий

В этом диалоговом окне выполняется назначение директорий, в которых хранятся файл с моделью (**Исходные данные**) и временные (**Рабочие**) файлы.

## Каталоги металлопроката

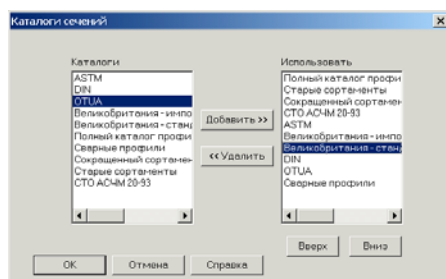


Рис. 81 Диалоговое окно Каталоги сечений

Диалоговое окно **Каталоги сечений** (рис. 81) позволяет рассмотреть список имеющихся в системе каталогов металлопроката и отобразить для использования некоторые из них (или все). Для этого в списке **Каталоги** необходимо отметить имя каталога и нажатием кнопки **Добавить** поместить его в список **Использовать**. Исключить каталог из числа используемых можно, если пометить его в списке **Использовать** и нажать кнопку **Удалить**.

Кнопками **Вверх** и **Вниз** можно поменять порядок следования используемых каталогов в списке. Для переноса каталога следует отметить его имя в списке **Использовать**, а затем с помощью указанных кнопок переместить его в новую позицию.

## Назначение шрифта закладок

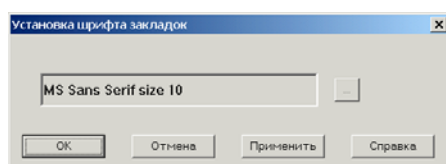


Рис. 82. Диалоговое окно Установка шрифта закладок

Диалоговое окно **Установка шрифта закладок** позволяет сменить вид шрифта, используемого в закладках инструментальной панели, и/или его характеристик. Для этого следует нажать кнопку, стоящую справа от наименования шрифта, и изменить параметры в стандартном окне **Font (Шрифт)**. Выполненные изменения будут зафиксированы при выходе из окна **Установка шрифта закладок** (кнопка **ОК**) или после нажатия кнопки **Применить**.