

## 5.18. Задание сетки координационных (разбивочных) осей



Расчетную схему или ее часть можно формировать, используя для этого сетку координационных (разбивочных) осей. В программе предусмотрена возможность задания разбивочных осей, состоящих из нескольких участков, каждый из которых может иметь один из четырех типов: прямоугольный, прямоугольный, повернутый на заданный угол, косоугольный или полярный. Вертикальные отметки являются общими для всех участков и задаются один раз при описании первого участка.

Параметры осей задаются в многостраничном диалоговом окне **Задание сетки разбивки** (рис. 5.18-1).

Маркеры задания правил отображения марок осей

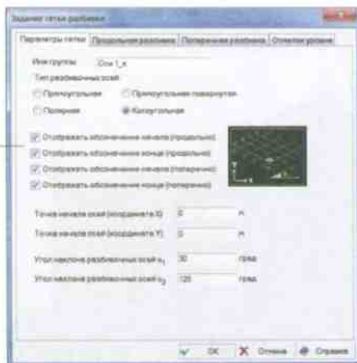


Рис. 5.18-1. Диалоговое окно  
Задание сетки разбивки  
(страница Параметры сетки)

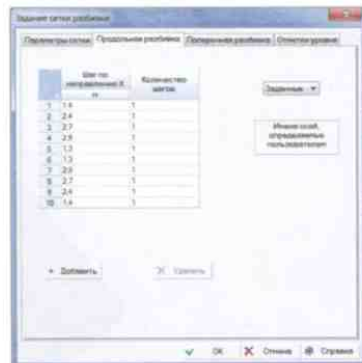


Рис. 5.18-2. Диалоговое окно  
Задание сетки разбивки (страница  
Продольная разбивка)

На странице **Параметры сетки** назначаются вид осей и имя участка, а также задаются координаты точки привязки участка осей в общей системе координат модели. Правила отображения марок осей определяются активными маркерами. Кроме того, в зависимости от типа осей на этой странице задаются следующие данные:

- прямоугольная сетка, повернутая на заданный угол — угол поворота участка относительно точки его привязки (здесь и далее положительное направление — против часовой стрелки);
- косоугольная сетка — угол поворота участка сетки относительно точки его привязки и внутренний угол;
- полярная сетка — угол поворота оси X относительно точки привязки участка.


На страницах **Продольная разбивка** (рис. 5.18-2) и **Поперечная разбивка** задаются данные, необходимые для формирования осей, соответственно, вдоль направления Y и вдоль направления X. Разбивка вдоль оси Z, а также привязка отметки нижнего уровня задаются на странице **Отметки уровня**.

Имена разбивочных осей могут формироваться как автоматически, так и задаваться пользователем. По умолчанию принято, что продольные оси имеют цифровые марки в порядке возрастания от 1, а поперечные — буквенные в алфавитном порядке. Для изменения порядка, принятого по умолчанию, используется выпадающий список на страницах продольной и

## 5. Создание расчетной схемы

поперечной разбивки. Список включает три позиции «1, 2, 3...», «А, Б, В...» и «Заданные». Например, если выбрать в списке позицию «А, Б, В...» для продольных осей, не меняя ее для поперечных, то и те и другие оси будут маркироваться одинаково — буквами в алфавитном порядке.

Для назначения порядка маркировки, отличного от принятого по умолчанию, следует в диалоговом окне **Имена разбивочных осей**, которое вызывается нажатием кнопки **Имена осей** (рис. 5.18-5), задать новые имена, которые могут включать до трех символов. Позиция «Заданные» установится автоматически, если были внесены какие-либо изменения в «стандартную» маркировку осей.

Для управления отображением осей используется фильтр  — **Отображение разбивочных осей**. Операции управления отображением описаны в разд. 10.2. Здесь следует отметить, что в программе предусмотрены различные варианты вывода осей: все участки одновременно или в любой их комбинации, целиком или с выбором фрагмента любого из участков и др.

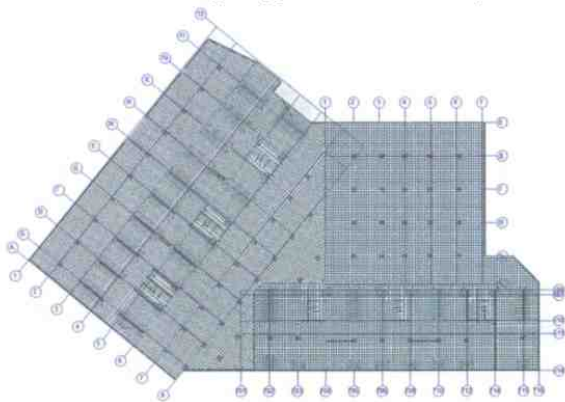



Рис. 5.18-3. Фрагмент расчетной схемы с координационными осями

Для того чтобы задать новый участок осей, следует активировать операцию **Задание сетки разбивочных осей**  и повторить описанные выше действия в одноименном диалоговом окне. В момент открытия окна в нем будут отображаться данные последнего из введенных участков сетки. Их следует заменить новой информацией.

Для корректировки параметров ранее заданного участка сетки осей следует активировать операцию задания сетки, используя для этого стрелку вызова выпадающего меню, стоящую справа от кнопки, и выбрать в этом меню раздел **Управление разбивочными осями**. Одноименное диалоговое окно (рис. 5.18-4) включает таблицу с перечнем заданных участков сетки разбивочных осей. Для внесения корректировок в параметры сетки следует выполнить следующие действия:

- отметить строку с корректируемой сеткой в таблице;
- нажать кнопку **Изменить**;
- в многостраничном окне **Задание сетки разбивочных осей** (рис. 5.18-1) внести нужные изменения;
- выйти из окна нажатием кнопки **ОК**;
- после завершения работы по корректировке закрыть диалоговое окно **Управление разбивочными осями** нажатием кнопки **ОК**.

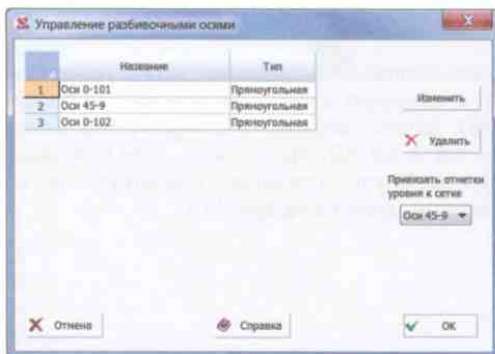


Рис. 5.18-4. Диалоговое окно **Управление разбивочными осями**

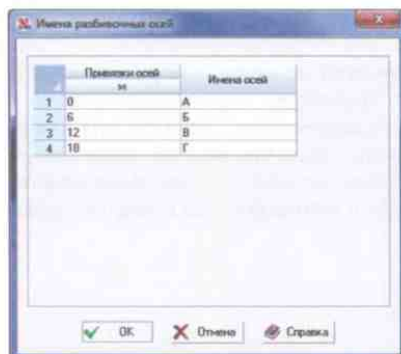



Рис. 5.18-5. Диалоговое окно **Имена разбивочных осей**

### 5.19. Ввод схемы на сетке координационных осей

Сетку координационных осей и вертикальные отметки можно использовать при задании геометрии расчетной схемы. Для этого необходимо привязать к сетке узлы. Кнопка вызова операции генерации узлов  расположена в группе **Узлы** раздела **Узлы и Элементы** инструментальной панели. Операция позволяет ввести узлы на пересечении осей в заданной области сетки. При этом вертикальные отметки рассматриваются как координата осей Z. Добавленные узлы могут использоваться для всех предусмотренных в комплексе операций ввода и назначения. Они являются основой для построения области триангуляции, ввода стержневых, пластинчатых и объемных элементов, участвуют в операциях геометрических преобразований и сборки (рис. 5.19-1).

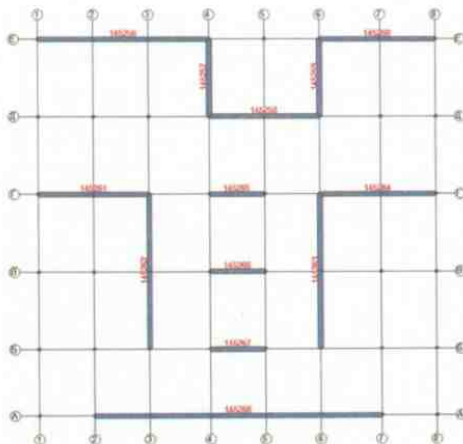



Рис. 5.19-1. **Стержневые элементы, введенные на сетке координационных осей**


### 5.20. Графический редактор

Графический редактор, который вызывается нажатием кнопки , позволяет задать расчетную схему стержневой конструкции или ее фрагмент с помощью набора графических операций, напоминающих среду 2D AutoCAD (AutoCAD Light). Авторы системы не ставили своей целью подменить такие признанные графические средства, как AutoCAD, Micro Station и им подобные. Цель была скромнее — дать возможность знатокам и любителям указанных графических систем работать в знакомой среде. Подробно графический редактор описан в разделе 30.7.

## 6. Операции с узлами и элементами

В процессе создания расчетной схемы часто возникает необходимость внести изменения в нее путем ввода новых или удаления существующих узлов и элементов, смены их положения в схеме, дробления элементов и др. Для выполнения перечисленных выше действий в комплексе предусмотрены различные операции, сосредоточенные в разделе инструментальной панели **Узлы и Элементы**.



Любая активированная операция с узлами и элементами будет активна до тех пор, пока мы не отменим ее нажатием кнопки  в инструментальной панели **Узлы и Элементы** или не выберем другую операцию.

### 6.1. Выбор узлов и элементов


В графической среде комплекса **SCAD** операции выполняются с выбранными (отмеченными) узлами и элементами. Реализовано несколько способов выбора, а именно: с помощью курсоров различного вида, из цветовых шкал, из таблиц и из списка сообщений.


Чаще всего объекты выбираются с помощью курсоров. Для выбора одного объекта используется курсор с мишенью. Если необходимо выбрать одновременно несколько объектов, то можно воспользоваться курсором в виде рамки или в виде полигона. Выбрать курсор можно в инструментальной панели **Управление выбором** (рис. 6.1-1) или из меню (рис. 6.1-2,а), которое появляется после нажатия правой кнопки мыши в рабочем поле окна.







Рис. 6.1-1. Инструментальная панель **Управление выбором** узлов и элементов

Кнопки инструментальной панели имеют следующие назначения:

 — **немедленное выполнение** — опция введена для опытных пользователей и активирует немедленное выполнение операций после выбора объектов. Распространяется на все виды операций, включая визуализацию, и обеспечивает их выполнение без подтверждения кнопкой **OK** в инструментальной панели или клавишей **Enter**. При работе в этом режиме рекомендуется использовать фильтры отображения, соответствующие выполняемым операциям, что позволит оперативно контролировать корректность их выполнения;

 — **выполнение с подтверждением** — эта опция включена по умолчанию и активирует выполнение большинства операций только после их подтверждения кнопкой **OK** в инструментальной панели или клавишей **Enter**;


 — **выбор вида курсора** — после нажатия этой кнопки появляется меню со списком доступных курсоров, в котором выбирается нужный;


   — **фильтры выбора горизонтальных, вертикальных и наклонных стержней** соответственно — операции выбора будут распространяться только на стержневые элементы, положение которых в схеме соответствует активированным опциям (кнопки фильтров могут включаться в любых комбинациях, если все они «отжаты», то выбираются все объекты.);


   — **фильтры выбора пластин, лежащих в плоскости XOY, XOZ, YOZ**, а


также вертикальных и наклонных соответственно — операции выбора будут распространяться только на пластинчатые элементы, положение которых в схеме соответствует активированным опциям (кнопки фильтров могут активироваться в любых комбинациях, если все они «отжаты», то выбираются все объекты.);


 — **восстановить исходное состояние фильтров выбора узлов и элементов** — все фильтры сбрасываются в исходное состояние, принятое по умолчанию;


 — **инvertировать выбор узлов** — используется для одновременного изменения состояния выбора всех видимых на экране узлов на противоположное (ранее выбранные узлы будут «погашены», а не отмеченные — выбраны);


 — **инvertировать выбор элементов** — используется для одновременного изменения состояния выбора всех видимых на экране элементов на противоположное (ранее выбранные элементы будут «погашены», а не отмеченные — выбраны);

 — **выбор элементов** — активируется выбор элементов;

 — **выбор узлов** — активируется выбор узлов;

 — **выбор объектов в схеме через таблицы** — эта опция позволяет выбирать объекты на расчетной схеме путем их указания в интерактивных таблицах (с исходными данными и результатами);

 — **отображать в таблицах только выбранные объекты** — в интерактивных таблицах будет отображаться информация, относящаяся только к объектам, выбранным на расчетной схеме;

 — **выбор объектов для отображения информации** — эта опция используется в тех случаях, когда в настройках установлен признак **Отображать информацию на схеме только для выбранных элементов и узлов**. В этом случае используется специальная операция выбора, не связанная с выполнением каких либо действий с выбранными объектами, кроме вывода на схеме, относящейся к ним информации.

Выбор курсора и настройка опций управления выбором могут быть выполнены и с помощью меню. Меню удобно пользоваться в тех случаях, когда выполняется только одно действие, такое, как выбор вида курсора или активация одной опции. Это связано с тем, что после выбора нужной позиции меню закрывается.

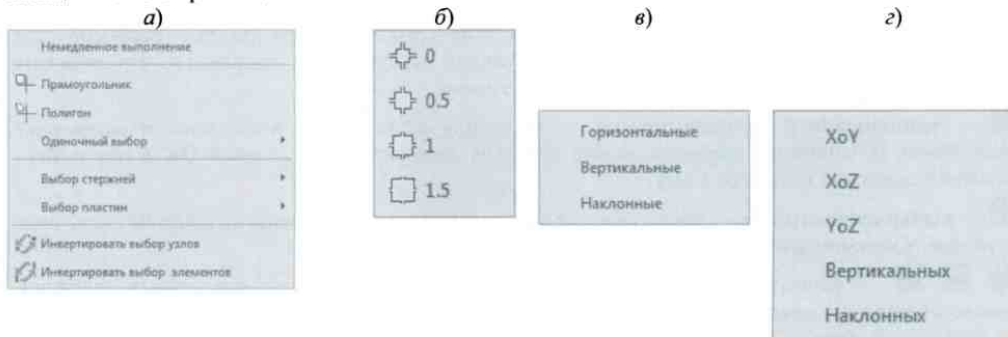


Рис. 6.1-2. а) Меню управления курсорами;

б) выбор точности позиционирования курсора с мишенью; в) фильтры выбора стержней;

г) фильтры выбора пластинчатых элементов

Точность позиционирования курсора для одиночного выбора определяется размером области экрана, которая покрывается мишенью курсора. Минимальный размер мишени приблизительно равен размеру принятого по умолчанию изображению узла на расчетной схеме. Как правило, такое «точное» указание используется на насыщенных расчетных схемах, где расстояние между узлами или размеры элементов соизмеримы с размером мишени. Значения 0,5, 1 и 1,5 (размер мишени увеличивается соответственно на 50, 100 и 150%) позволяют увеличить область позиционирования курсора при отметке объекта.

С помощью курсоров-рамок можно выбирать объекты, заключая их в прямоугольную рамку или в рамку произвольного очертания (полигон). Узлы будут выбраны, если они попали в область внутри рамки. Для выбора элементов необходимо, чтобы все их узлы попали в область рамки. Исключение составляет элемент типа твердое тело, для выбора которого достаточно указать один из принадлежащих ему узлов или линию, соединяющую мастер-узел и один из ведомых узлов. Выбранные узлы и элементы маркируются красным цветом.

При выборе (отметке) узлов и элементов следует учитывать следующие правила работы курсоров:

- назначенная комбинация фильтров курсоров автоматически не сбрасывается, и фильтры будут находиться в активном состоянии до переустановки или отмены назначения. Текущее состояние фильтров отображается пиктограммами в инструментальной панели **Выбор узлов и элементов**;
- установленный вид курсора будет активен до тех пор, пока не будет выбрана новая операция;
- при выборе объектов допускается многократно менять вид курсора;
- вторичное указание курсором на выбранный объект отменяет выбор.

Для отметки всех видимых на экране узлов или элементов используются соответственно операции **Инвертировать выбор узлов** и **Инвертировать выбор элементов**.

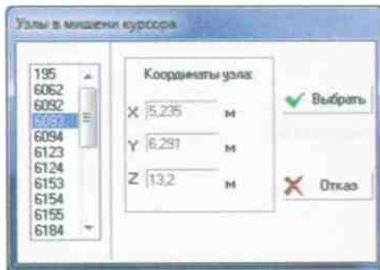


Рис. 6.1-3. Диалоговое окно Узлы в мишени курсора

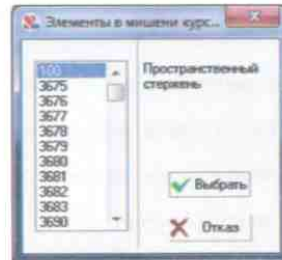


Рис. 6.1-4. Диалоговое окно Элементы в мишени курсора

Если при выборе одного узла или элемента в мишень курсора попадает сразу несколько объектов, то все они приводятся в списках диалоговых окон **Узлы в мишени курсора** или **Элементы в мишени курсора** (рис. 6.1-3 и 6.1-4). Для выбора конкретного узла или элемента следует отметить его в соответствующем списке и нажать кнопку **Выбрать**. Если несколько узлов имеют близкие, но не равные координаты, то выбор нужного узла следует выполнять по значениям его координат, которые отображаются в соответствующих полях группы **Координаты узла**. Координаты узлов отображаются в полях вывода с точностью и в единицах измерения,

установленных на странице **Единицы измерения** диалогового окна **Параметры** (см. раздел 31.1), и могут быть изменены.

### 6.2. Операции с узлами



















Операции с узлами вызываются из раздела **Узлы** (рис. 6.2-1) инструментальной панели **Узлы и Элементы**.



Рис. 6.2-1. Раздел **Узлы**  
инструментальной панели **Узлы и Элементы**

В комплексе реализованы следующие операции для работы с узлами:

-  — удаление узлов;
-  — восстановление удаленных узлов;
-  — ввод узлов;
-  — ввод дополнительных узлов между узлами;
-  — перенос узлов;
-  — объединение совпадающих узлов;
-  — генерация узлов по дуге;
-  — перенос начала координат;
-  — ввод узлов на заданном расстоянии от отмеченных;
-  — замена узла в элементах;
-  — отметка (выбор) узлов;
-  — генерация узлов в точках пересечения разбивочных осей;
-  — упаковка данных;
-  — генерация образующей по формуле;
-  — перенос узлов в заданную плоскость;
-  — округление координат узлов.

Для отображения узлов на расчетной схеме используется кнопка фильтров **Узлы**






## Ввод узлов



Рассматриваемая операция позволяет ввести один или несколько узлов, расположенных на одинаковом расстоянии один от другого, задав их координаты. Исходные данные задаются в диалоговом окне **Ввод узлов**, которое появляется на экране после активации операции (рис. 6.2-2). Особенным свойством этого окна является то, что оно не закрывается и остается доступным все время, пока используется операция ввода.

При вызове операции **Ввод узлов** фильтр визуализации **Узлы**  для отображения узлов на экране включается автоматически.

Для ввода одного узла достаточно задать его координаты в полях левой части окна и нажать кнопку **Добавить**.

Наличие повторителя позволяет ввести сразу группу узлов. Для этого следует:

- в полях ввода координат задать координаты первого узла группы (X, Y, Z);
- активировать маркер режима **Повторить**;
- ввести количество повторений в поле N;
- в полях ввода приращений координат задать значения шага повторения в одном или нескольких направлениях ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ );
- нажать кнопку **Добавить**.

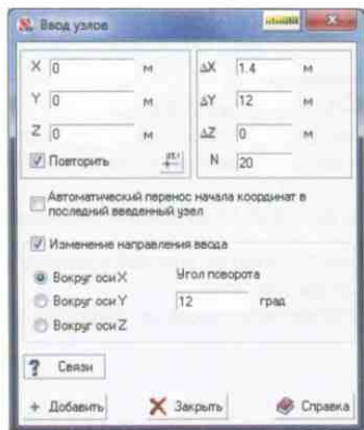


Рис. 6.2-2. Диалоговое окно **Ввод узлов**

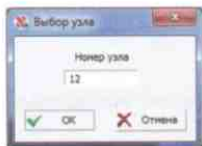



Рис. 6.2-3. Диалоговое окно выбора узла

Ввод узлов выполняется в осях общей системы координат расчетной схемы. Опция **Автоматический перенос начала координат в последний введенный узел** переносит начало системы координат, и новый отсчет координат идет от этого узла.

Имеется возможность задать узлы, лежащие на прямой, положение которой определяется координатами первого узла и приращением этих координат. Кроме того, возможен поворот этой прямой вокруг одной из осей общей системы координат. Центр вращения лежит в начале общей системы координат. Изменение направления ввода узлов активируется одноименной опцией и позволяет разворачивать узлы на заданный угол вокруг указанной оси общей системы координат. Если группа узлов вводится с использованием повторителя, то все узлы группы будут лежать на прямой, проходящей через начало координат и развернутой на заданный угол.

Одновременно с вводом в узлах могут назначаться связи. Для этого используется одноименная кнопка, нажатие на которую вызывает диалоговое окно **Связи** (см. раздел 7.4).

Операция выбора координат узла  позволяет получить координаты узла, указав его номер в поле **Номер узла** диалогового окна **Выбор узла** (рис. 6.2-3), и используется в тех случаях, когда отсчет приращений идет от ранее введенного узла. После выхода из этого окна координаты узла появятся в полях ввода X, Y, Z.

### Удаление узлов



Для удаления узлов необходимо:

- активировать операцию **Удаление узлов**;
- выбрать на расчетной схеме удаляемые узлы (выбранный узел окрашивается красным цветом);
- нажать кнопку **ОК** в разделе инструментальной панели **Узлы** или клавишу **Enter**.

Одновременно с удалением узлов будут удалены и примыкающие к ним элементы. Если ошибочно удаленным оказался «не тот» узел, его можно восстановить, воспользовавшись операцией **Отменить**.



**Несмотря на то, что кнопка ОК применялась уже неоднократно, напомним, что для выполнения операции можно использовать только «свою» кнопку, т. е. установленную в соответствующем разделе инструментальной панели.**


### Восстановление удаленных узлов



Для восстановления удаленных узлов следует:

- активировать операцию, при этом автоматически включается фильтр, отображающий удаленные узлы на схеме;
- выбрать восстанавливаемые узлы (они окрасятся красным цветом);
- нажать кнопку **ОК** в разделе инструментальной панели **Узлы** или клавишу **Enter**.

Обратите внимание, что эта операция восстанавливает только узлы. В тех случаях, когда при удалении узлов были удалены связанные с ними элементы, их восстановление выполняется аналогичной операцией в группе кнопок **Элементы**.

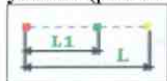
Удаленные узлы можно «высветить», т. е. сделать видимыми на схеме, не активируя операцию восстановления. Для этого используется кнопка фильтров , после нажатия которой удаленные узлы выделяются желтым (или другим, назначенным в настройках) цветом.

Восстановление удаленных узлов возможно только в том случае, если после их удаления не выполнялась команда упаковки данных.

### Ввод дополнительных узлов между узлами



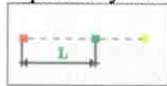
Эта операция позволяет добавить новые узлы на прямой, проходящей через два выбранных узла. После активации операции появляется диалоговое окно **Ввод дополнительных узлов между узлами** (рис. 6.2-4), в котором следует выбрать одну из пяти операций:



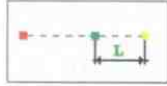
— ввод одного узла, делящего интервал между двумя выбранными узлами в заданном соотношении  $L_1/L$ ;



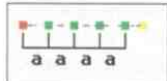
— ввод нескольких узлов, делящих интервал между двумя выбранными узлами на  $N$  равных участков;



— ввод одного узла на заданном расстоянии от первого выбранного узла;



— ввод одного узла на заданном расстоянии от второго выбранного узла.



— разбиение интервала между двумя выбранными узлами на равные участки заданной длины (остаток привязан к узлу, выбранному вторым).

Для выбора операции необходимо активировать соответствующий маркер в окне и затем ввести числовые характеристики. После выхода из окна по нажатию кнопки **ОК** следует:

- выбрать первый узел (для первого, третьего, четвертого и пятого вариантов существенно, какой из узлов выбран первым);
- выбрать второй узел;
- нажать кнопку **ОК** в разделе инструментальной панели **Узлы** или клавишу **Enter**.

На пиктограммах операций, где важен порядок выбора узлов, первый выбранный узел помечен зеленым цветом, а второй — желтым. Одновременно с вводом в узлах могут назначаться связи. Для этого используется одноименная кнопка, нажатие на которую вызывает диалоговое окно **Связи** (см. раздел 7.4).



Рис.6.2-4. Диалоговое окно **Ввод дополнительных узлов между узлами**



**С помощью этой операции вводятся узлы. Попадание новых узлов на стержневые элементы не вызывает их дробления. Для дробления стержней используются специальные операции инструментальной панели **Элементы**.**

## Перенос узлов



Операция используется для переноса одного узла в точку с заданными координатами (фактически, замене координат узла) или переноса нескольких выбранных узлов на заданный вектор.

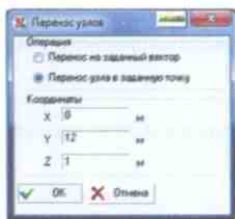


Рис. 6.2-5. Диалоговое окно **Перенос узлов**

При переносе нескольких узлов каждый  $i$ -й узел перемещается в пространстве в точку, определяемую путем сложения текущих координат этого узла ( $X_i, Y_i, Z_i$ ) с приращениями, заданными по каждому направлению ( $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ ). В результате все выбранные узлы перемещаются на заданное расстояние. Параметры переноса назначаются в диалоговом окне **Перенос узлов** (рис. 6.2-5).

Для переноса узлов следует:

- нажать кнопку **Перенос узлов** в разделе **Узлы** инструментальной панели;
- в появившемся диалоговом окне **Перенос узлов** с помощью маркера выбрать вид операции: **Перенос на заданный вектор** или **Перенос узла в заданную точку** (при выполнении второго вида операции выполняется перенос одного узла);
- в зависимости от выбранной операции, задать приращения к координатам или новые координаты узла;
- выйти из окна по нажатию кнопки **ОК**;
- выбрать узлы или узел на схеме;
- нажать кнопку **ОК** в разделе инструментальной панели **Узлы** или клавишу **Enter**.

В примере, приведенном на рис. 6.2-6, отмеченные узлы передвинуты в положительном (совпадающем с направлением оси) направлении вдоль оси  $X$ .

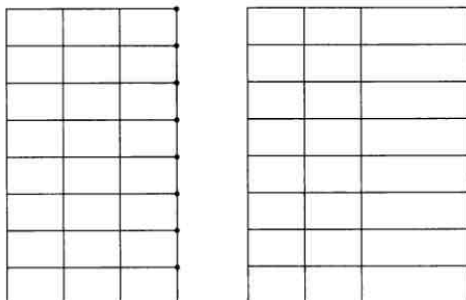


Рис. 6.2-6. Пример использования операции переноса узлов на заданный вектор



**При использовании операции переноса узлов необходимо следить, чтобы в результате не происходили недопустимые изменения формы конечных элементов.**

## Объединение узлов с совпадающими координатами



В результате выполнения рассматриваемой операции из каждой группы узлов с совпадающими координатами в схеме останется только один узел, а остальные будут удалены. В элементах, примыкавших к удаленным узлам, номера удаленных узлов заменятся на номера узлов, остающихся в схеме.

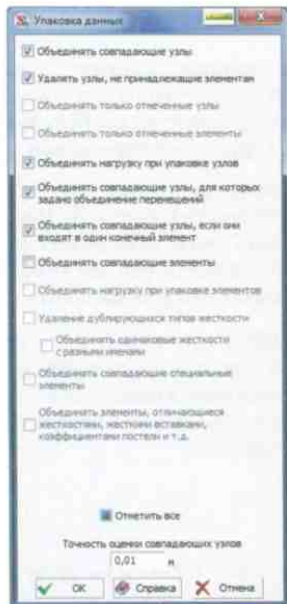


Рис. 6.2-7. Диалоговое окно Упаковка данных

Правила объединения назначаются в диалоговом окне **Упаковка данных**, которое появляется после активации операции и включает следующие опции:

- *Объединять только отмеченные узлы* — объединяются только предварительно выбранные (до активации операции) узлы;
- *Объединять нагрузку при упаковке узлов* — нагрузки со всех совпадающих узлов суммируются и прикладываются к узлу, который остается в схеме;
- *Объединять совпадающие узлы, для которых задано объединение перемещений* — узлы объединяются и признак объединения перемещений удаляется, если в схеме не осталось других узлов, входящих в эту же группу объединения перемещений;
- *Объединять совпадающие узлы, входящие в один конечный элемент* — после удаления узла автоматической смены типа элемента не происходит.

Операция выполняется после выхода из диалогового окна нажатием кнопки **OK** и не требует подтверждения аналогичной кнопкой инструментальной панели.

Узлы считаются совпадающими, если расстояние между ними меньше значения оценки точности совпадения, установленной в диалоговом окне **Упаковка данных**.

## Генерация узлов по дуге

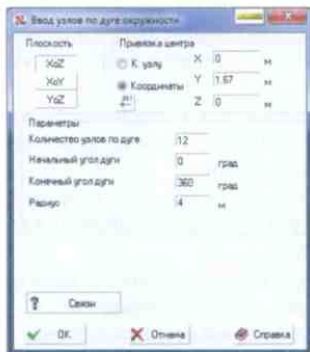


Рис. 6.2-8. Диалоговое окно **Ввод узлов по дуге окружности**

В случае, когда центр задан координатами, новые узлы будут добавлены в схему сразу после нажатия кнопки **ОК** диалогового окна. Если же центр задан лежащим в узле, то следует выбрать этот узел и нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели, после чего на схеме появятся новые узлы.

Одновременно с вводом в узлах могут назначаться связи. Для этого используется одноименная кнопка, нажатие на которую вызывает диалоговое окно **Связи** (см. раздел 7.4).

## Перенос начала системы координат



После активации операции на экране появляется диалоговое окно (рис. 6.2-9), в котором с помощью маркеров следует выбрать правило назначения точки, в которую переносится начало системы координат. Если выбран перенос в указанный узел, то после выхода из окна надо на схеме выбрать этот узел и нажать кнопку **ОК** в инструментальной панели.

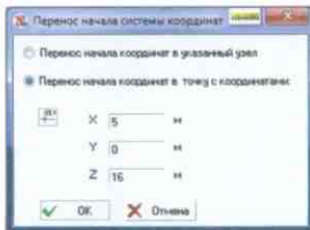




Рис. 6.2-9. Диалоговое окно **Перенос начала системы координат**

Эта операция часто используется при выполнении геометрических преобразований, например при повороте части схемы на заданный угол. Поскольку поворот выполняется вращением группы узлов (а значит — и присоединенных к ним элементов) вокруг *начала общей системы* координат, то результат будет зависеть от положения центра вращения.

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. 6.2-8), которое вызывается нажатием одноименной кнопки.

В этом окне назначается плоскость, в которой лежат новые узлы, количество узлов по дуге, углы начала и конца дуги, радиус окружности и ее центр. Центр может быть привязан как к узлу, так и к точке с заданными координатами.

Кнопка  позволяет активировать диалоговое окно (см. рис. 6.2-3), в котором можно ввести номер узла. После нажатия кнопки **ОК** координаты этого узла появятся в полях ввода **X**, **Y**, **Z** (при необходимости они могут быть изменены) и использованы в качестве координат центра.

Если перенос выполняется в точку с заданными координатами, то эти координаты задаются в соответствующих полях ввода диалогового окна, и перенос начала координат будет выполнен после выхода из окна нажатием кнопки **ОК**. Кнопка  позволяет вызвать диалоговое окно (см. рис. 6.2-3), в котором можно ввести номер узла. После выхода из него координаты узла появятся в полях ввода **X**, **Y**, **Z**, и будут использованы в качестве нового начала координат.

## Ввод узлов на заданном расстоянии от отмеченных



Операция позволяет ввести новые узлы, каждый из которых будет находиться на заданном расстоянии от выбранных на схеме узлов-прототипов. После активации операции появляется диалоговое окно **Ввод узлов на заданном расстоянии от отмеченных**, в таблице которого задаются расстояния в виде приращений к координатам выбранных узлов и количество повторений (рис. 6.2-10). Если в таблице заполняется несколько строк, то заданные в них значения рассматриваются как приращения к координатам узлов, введенных по значениям предыдущей строки.



Рис. 6.2-10. Диалоговое окно **Ввод узлов на заданном расстоянии от отмеченных**

Для выполнения операции необходимо ввести в окне необходимую информацию, выйти из окна, выбрать на схеме узлы-прототипы и нажать кнопку **OK** инструментальной панели.

Одновременно с вводом в узлах могут назначаться связи. Для этого используется одноименная кнопка, нажатие на которую вызывает диалоговое окно **Связи** (см. раздел 7.4).

Новые строки вводятся в таблицу нажатием кнопки **Добавить**. Выбранные строки удаляются кнопкой **Удалить**.



**Полностью нулевая строка рассматривается как ввод приращений, равных нулю, что приведет к появлению совпадающих узлов.**

## Замена узла в элементах



С помощью этой операции для всех элементов, примыкающих к узлу, выполняется замена этого узла на другой.

Первым следует выбрать заменяемый узел (маркируется красным цветом), а затем узел, на который осуществляется замена (маркируется зеленым цветом), и нажать кнопку **OK** инструментальной панели. После выполнения операции узел, помеченный красным, не удалится.



**Если оба отмеченных узла принадлежат одному конечному элементу, то замена не производится, поскольку это приводит к появлению вырожденного элемента. Необходимо следить, чтобы в результате выполнения операции не происходили недопустимые изменения формы конечных элементов.**

### Отметка (выбор) узлов



Этой опцией можно воспользоваться в тех случаях, когда узлы необходимо (или удобно) выбрать до назначения операции с этими узлами, например, при выполнении копирования или геометрических преобразований. После активации этой опции для выбора узлов можно воспользоваться любым курсором. Выбор отменяется нажатием кнопки **Отказ** в разделе инструментальной панели **Узлы** или кнопкой **Сброс отметки** на панели фильтров.

Дубликат кнопки находится в инструментальной панели **Управление выбором узлов и элементов** (см. раздел 6.1).

### Ввод узлов в точках пересечения разбивочных осей



Эта операция позволяет ввести узлы на пересечении разбивочных осей в заданной области сетки. При этом, отметки уровней рассматриваются как координаты узлов по оси Z. Введенные узлы могут использоваться для всех предусмотренных в комплексе операций ввода и назначения.

Управление вводом узлов выполняется в диалоговом окне **Ввод узлов на пересечении разбивочных осей** (рис. 6.2-11). Для каждой сетки и каждого направления осей конкретной сетки, включая отметки уровней, предусмотрена возможность ввода узлов в область, которая ограничивается заданными марками осей начала — левый список и конца — правый список. Перед тем, как назначить область сетки, в которую вводятся узлы, следует отключить маркер **Весь интервал** в соответствующей этой сетке строке (рис. 6.2-11). Чтобы целиком исключить ввод узлов на пересечении осей сетки, следует отключить маркер **Участует в пересечении**.



Рис. 6.2-11. Диалоговое окно  
Ввод узлов на пересечении разбивочных осей



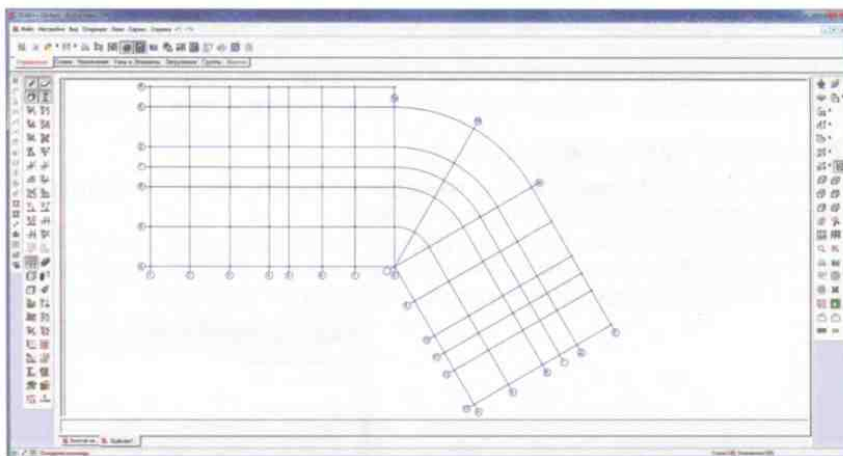


Рис. 6.2-12. Координатные оси с узлами в точках пересечения осей

Чтобы исключить появление узлов-дублеров (совпадающих узлов) на пересечении осей, следует активировать маркер **Не создавать узлы там, где они есть**.

### Генерация образующей по формуле



С помощью этой операции выполняется генерация узлов по образующей, описываемой функцией  $a = f(b)$  и лежащей в одной из плоскостей общей системы координат. После активации операции появляется одноименное диалоговое окно (рис. 6.2-13), в котором вводится формула образующей, назначается плоскость, в которой будут лежать узлы, задаются начальное (**Нач.**) и конечное (**Кон.**) значения аргумента функции, а также количество узлов (**Кол.**) на образующей.

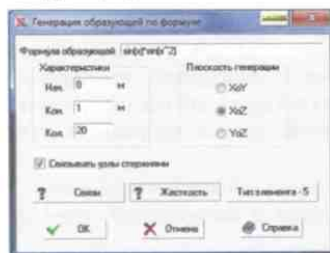


Рис. 6.2-13. Диалоговое окно Генерация образующей по формуле

В зависимости от выбранной плоскости генерации будут выполняться следующие функции:

- плоскость XOY —  $y = f(x)$ ;
- плоскость XOZ —  $z = f(x)$ ;
- плоскость YOZ —  $z = f(y)$ .

Если узлы должны быть связаны стержнями, то следует активировать одноименный маркер. При этом в окне становятся доступными кнопки **Жесткость** и **Тип элемента**, нажатие которых