

# Урок 11. Редактор печатных плат системы CADSTAR:

## доработка чертежа печатной платы.

### Разработка топологических посадочных мест компонентов

На предыдущем занятии мы научились основным приемам ручной и автоматической трассировки печатных плат и получили законченную топологию. На данном занятии мы рассмотрим различные функции доработки чертежа платы: добавим условные обозначения размеров и текстовое описание проекта, а также научимся использовать механизм внесения изменений в проект ECO (Engineering Change Order).

Юрий Потапов

potapoff@eltn.ru

Сергей Прокопенко

psy@ic.kharkov.ua

#### Простановка условных обозначений размеров

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter8.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

1. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter8.pcb.
2. Выполним команду меню View | View All или нажмем кнопку (button01) на панели инструментов.

Откроется окно редактора печатных плат с выбранным проектом. Цветовые палитры отображения графических примитивов здесь настроены таким образом, что на экране видны только контур платы и рамка с подписью. В конце данного упражнения мы должны получить чертеж, показанный на рис. 1.

При работе с условными обозначениями размеров нам потребуется заблокировать маркеры масштабирования графических объектов.

3. Выполним команду меню Tools | Options, в появившемся окне Options перейдем на закладку Interaction и здесь в поле Interaction выключим опцию Enable Resize Markers, после чего нажатием кнопки ОК закроем окно.

Перед тем как приступить к добавлению в проект размеров, нам необходимо настроить их параметры по умолчанию: внешний вид линий и стрелок, отображаемые в проекте единицы измерения, а также размер и внешний вид текстовых значений.

4. Выполним команду меню Setting | Defaults и в появившемся диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Dimension (рис. 2).

Прежде всего настроим вид стрелки.

5. В поле Arrow Heads в выпадающем списке Style выберем стиль отображения стрелки, показанный на рис. 2.

6. Зададим длину стрелки (Length) равной 90 тысячным дюйма.

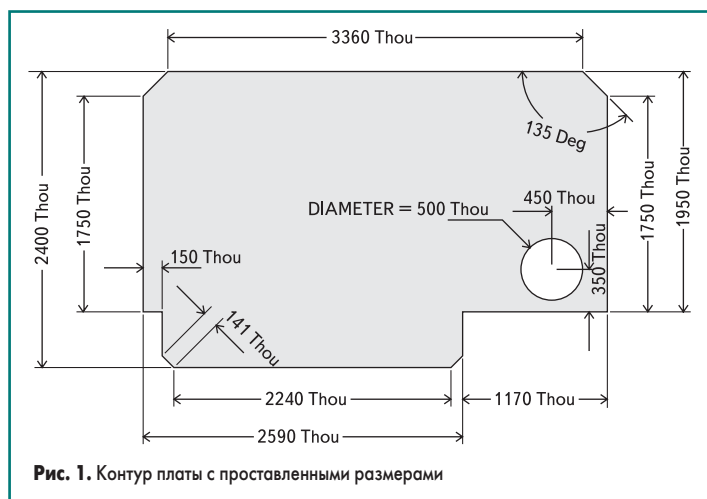


Рис. 1. Контур платы с проставленными размерами

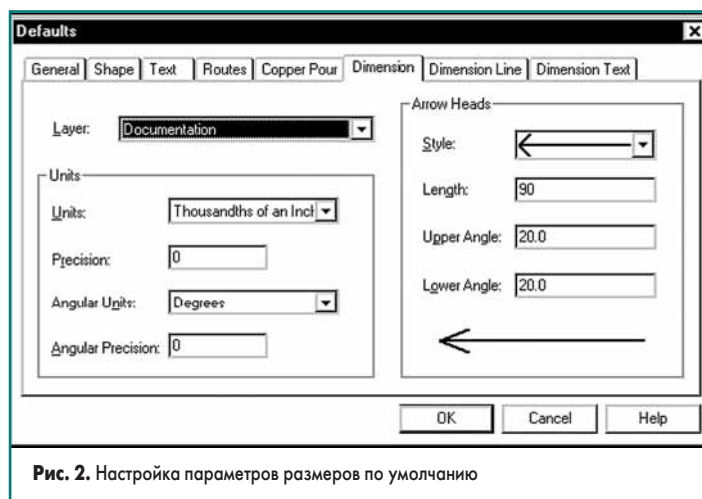


Рис. 2. Настройка параметров размеров по умолчанию

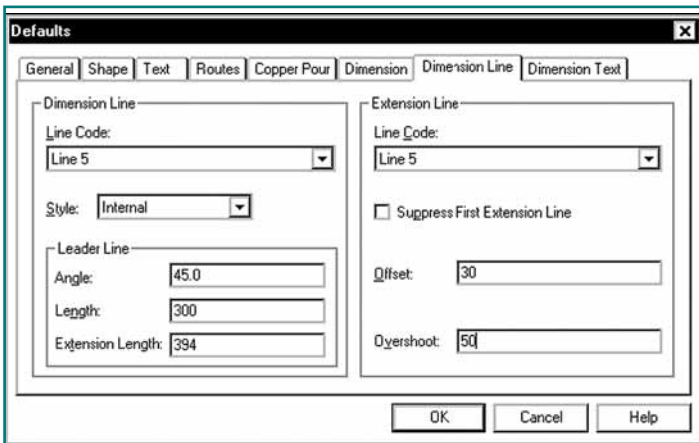


Рис. 3. Настройка стилей линий для прорисовки размеров по умолчанию

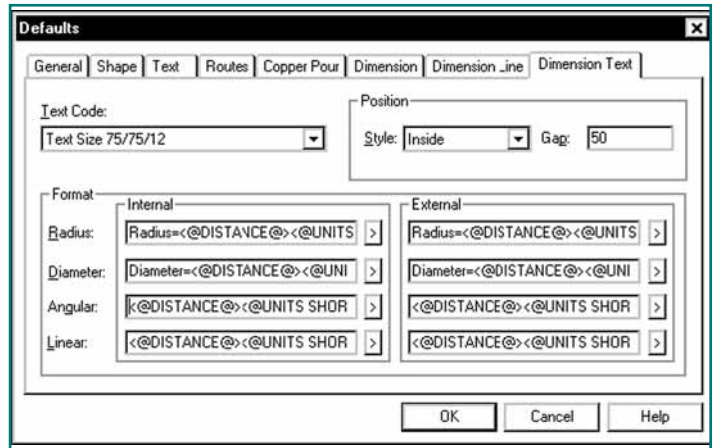


Рис. 7. Настройка текстовых обозначений размеров

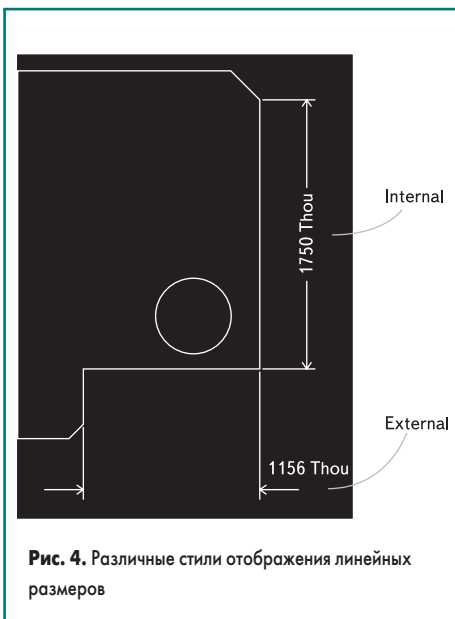


Рис. 4. Различные стили отображения линейных размеров

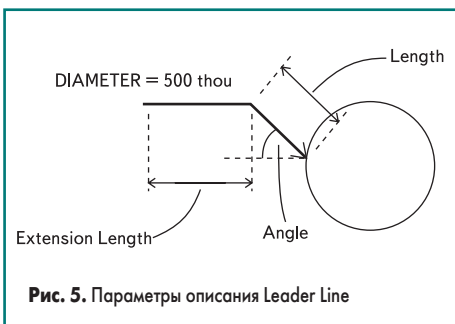


Рис. 5. Параметры описания Leader Line

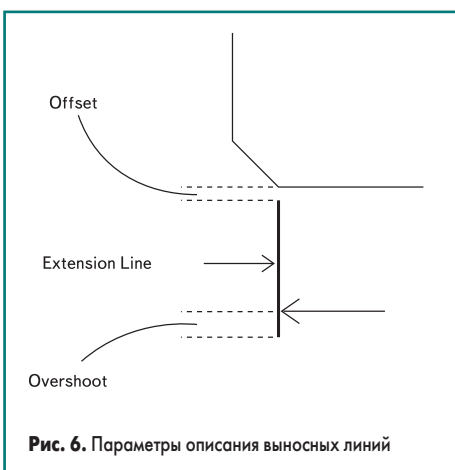


Рис. 6. Параметры описания выносных линий

7. Зададим углы наклона верхней и нижней линий стрелки (Upper Angle и Lower Angle) равными 20 градусам.

Настроим отображение линейных единиц измерения.

8. В выпадающем списке Units в качестве единиц измерения выберем тысячные доли дюйма (Thousandths of an Inch), а параметр Precision зададим равным 0, что будет соответствовать целочисленным значениям. Аналогичным образом настроим отображение угловых единиц измерения.

9. В выпадающем списке Angular Units в качестве единиц измерения выберем градусы (Degrees), а параметр Angular Precision зададим равным 0, что будет соответствовать целочисленным значениям.

10. В выпадающем списке Layer выберем слой под названием Documentation, на котором будут размещаться обозначения размеров. Настроим стили линий, составляющих условное обозначение размера.

11. В диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Dimension Line (рис. 3).

12. В поле Dimension Line в выпадающем списке Line Code выберем стиль линии Line 5 для отображения размерных линий (со стрелками на конце).

13. В выпадающем списке Style выберем значение Internal.

**Примечание:** различия между стилями линейных размеров Internal и External показаны на рис. 4. Если текст размера не помещается внутри размерных линий при выбранном стиле Internal, то система автоматически переключит стиль на External.

Настроим параметры объектов Leader Line — «полочек», предназначенных для обозначения размеров радиусов, диаметров и т. д. (рис. 5).

14. В поле Leader Line зададим параметр Angle равным 45 градусам, параметр Length — равным 300 милс и параметр Extension Line — равным 394 милс.

Настроим параметры выносных линий Extension Line (рис. 6).

15. В поле Extension Line в выпадающем списке Line Code выберем стиль линии Line 5 для отображения выносных линий.

16. Для параметров Offset и Overshoot зададим значения, равные 30 и 50 милс соответственно.

17. Выключим опцию Suppress First Extension Line.

Эта опция используется в том случае, когда несколько линий измерения начинаются из одной точки, и останавливает выносную линию за ранее нанесенным размером.

Настроим стили отображения текстовых обозначений размеров.

18. В диалоговом окне Defaults перейдем на закладку Dimension Text (рис. 7).

19. В выпадающем списке Text Code выберем стиль текста Text Size 75/75/12.

20. В поле Position выберем стиль (Style) Inside и зададим значение параметра Gap равным 50.

Если бы мы выбрали стиль Outside, то второй параметр автоматически изменился бы на Offset. Смысл этих параметров показан на рис. 8.

Нам остается лишь настроить формат текстового обозначения размера. В формате

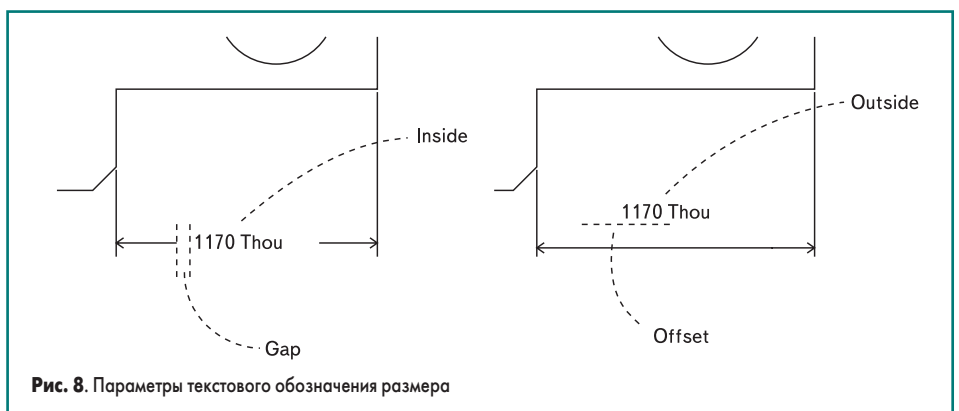
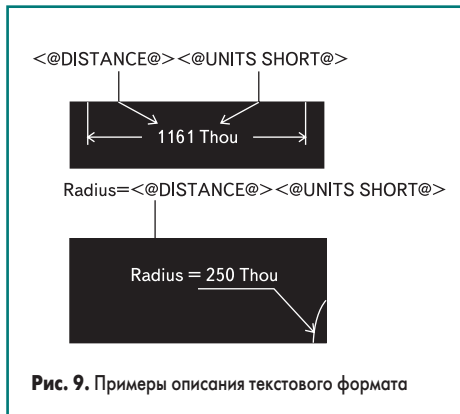


Рис. 8. Параметры текстового обозначения размера

может присутствовать произвольный набор символов и четырех стандартных переменных: <@DISTANCE@>, <@UNITS@>, <@UNITS SHORT@> и <@UNITS ABBREVIATED@>. На рис. 9 приведено несколько примеров формата описания текстового обозначения размеров. Выбор переменных осуществляется из контекстного меню, вызываемого нажатием кнопки >, расположенной рядом с соответствующим текстовым полем.



**Рис. 9.** Примеры описания текстового формата

**Примечание:** для нашего упражнения мы выбрали внутренний (Internal) стиль отображения размеров. Однако нам необходимо настроить также формат для внешнего стиля, поскольку система автоматически будет использовать внешний стиль размещения текста размера в случае нехватки места для его внутреннего размещения.

21. Проверим, что настройки форматов текстовых обозначений в поле Format выполнены, как показано на рис. 7.

22. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Defaults.


**Примечание:** если вид какого-либо обозначения размера нас не будет устраивать, мы можем изменить его индивидуально, воспользовавшись редактированием свойств объекта (Item Properties).

Приступим к добавлению в чертеж размеров.

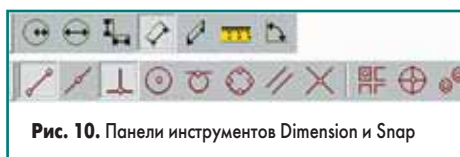
23. Выполним команду меню View | Toolbars | Dimension, чем включим отображение панели инструментов Dimension.

24. Выполним команду меню View | Toolbars | Snap, чем включим отображение панели инструментов Snap.

25. На панели инструментов Snap нажмем кнопки Snap on Endpoint (привязка к концам линий) и Snap to Perpendicular (привязка к перпендикулярным пересечениям линий), как показано выше на рис. 10.

26. Выполним команду меню Add | Dimension | Direct или нажмем кнопку  на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки линейного размера.

В строке состояния появится подсказка Select start point for dimension (выберите первую точку размера).



**Рис. 10.** Панели инструментов Dimension и Snap

27. Наведем указатель мыши на левый конец горизонтального сегмента контура платы и, как только курсор примет вид квадратика (система захватит конец линии), выполним щелчок левой кнопкой мыши.

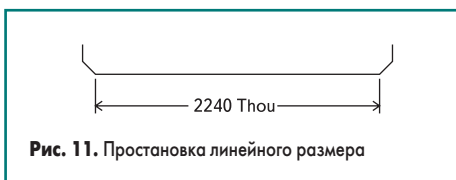
В строке состояния появится подсказка Select end point for dimension (выберите вторую точку размера).

28. Сдвинем указатель мыши вправо, захватим правый конец горизонтального сегмента и выполним еще один щелчок левой кнопкой мыши.

Обратите внимание, что при перемещении курсора за ним начинает тянуться условное обозначение линейного размера. В строке состояния появится подсказка Place dimension line (задайте положение размера).

29. Сдвинем указатель мыши вниз приблизительно на 250 тысячных дюйма и третий раз выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Система закончит прорисовку условного обозначения линейного размера, который после всех проделанных операций будет выглядеть, как показано на рис. 11. Продолжим прорисовку линейных размеров, тем более, что система находится в нужном нам режиме.

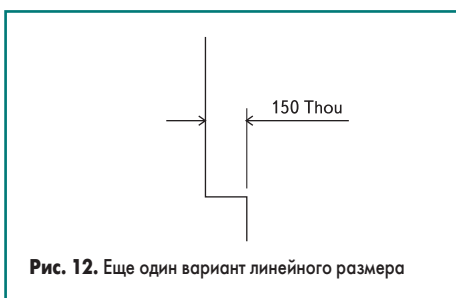


**Рис. 11.** Простановка линейного размера

30. Наведем указатель мыши на левый нижний угол платы и щелчком левой кнопки мыши зададим первую точку.

31. Сдвинем указатель мыши вправо и на конце горизонтального сегмента контура щелчком левой кнопки мыши зададим вторую точку.


32. Сдвинем указатель мыши немного вверх, чтобы размер принял вид, показанный на рис. 12, и щелчком левой кнопки мыши завершим его рисование.



**Рис. 12.** Еще один вариант линейного размера

Так как текстовая часть не поместилась между стрелками размера, то система автоматически изменила стиль обозначения с Internal на External.

Обратите внимание, что оба нарисованных нами размера определялись начальными точками, расположенными на одном уровне по вертикали. В случае, если точки находятся на разных уровнях, обычно используют линейные ортогональные размеры.

33. Выполним команду меню Add | Dimension | Orthogonal или нажмем кнопку  на панели инструментов Dimension и перейдем

в режим простановки линейного ортогонального размера.

34. Последовательно щелчками левой кнопки мыши зададим точки 1 и 2, как показано на рис. 13.



**Рис. 13.** Простановка линейного ортогонального размера

35. Сдвинем указатель мыши левее платы.


Система предложит нарисовать ортогональный вертикальный размер в стиле External.

36. Сдвинем указатель мыши вниз.

Система предложит нарисовать ортогональный горизонтальный размер в стиле Internal.

37. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим рисование размера.

Добавим на чертеж обозначение углового размера. Обычно для измерения величины угла необходимо задать две линии, причем эти линии могут не иметь точку пересечения, что на практике встречается весьма часто.

38. Выполним команду меню Add | Dimension | Angular или нажмем кнопку  на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки углового размера.

39. Не изменяя режим привязки, последовательно щелчками левой кнопки мыши зададим точки 1 и 2 в правом верхнем углу контура платы, как показано на рис. 14.



**Рис. 14.** Простановка углового размера

40. Сдвинем указатель мыши немного вверх.


Система предложит нарисовать обозначение вогнутого угла со значением 225 градусов, то есть превышающим 180 градусов.


41. Сдвинем указатель мыши немного вниз.

Система предложит нарисовать обозначение выпуклого угла со значением 135 градусов.

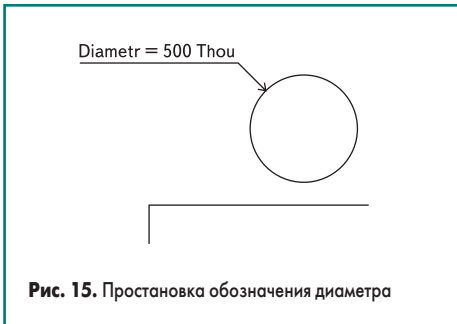
42. Выполним щелчок левой кнопкой мыши и завершим рисование размера.

Добавим на чертеж обозначение диаметра окружности.

43. Нажмем кнопку  на панели инструментов Snap и включим режим привязки Snap to Quadrant, выделяющий четверти окружности.

44. Выполним команду меню Add | Dimension | Diameter или нажмем кнопку  на панели инструментов Dimension и перейдем в режим простановки обозначения диаметра окружности.

45. Наведем указатель мыши на круглый вырез в плате и выполним щелчок левой кнопкой мыши на одной из точек привязки. На чертеже появится обозначение диаметра окружности (рис. 15). Так как текст размера будет достаточно большим, система автоматически выберет для него стиль External.



В качестве самостоятельного упражнения мы предлагаем добавить на чертеж все остальные обозначения размеров, показанные на рис. 1.

### Добавление на чертеж текстовых надписей

Открытый нами проект содержит штамп основной надписи, расположенный в правом нижнем углу рамки чертежа и включающий информацию, позволяющую нам идентифицировать проект. Эта информация может быть фиксированной, то есть содержать обычный текст, а также динамически изменяемой, то есть включающей такие автоматически изменяемые параметры, как текущее время и дата. Добавим в штамп следующие текстовые надписи: имя проекта в поле Design и текущую дату в поле Drawn.

1. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы на экране оптимально отображался весь штамп основной надписи.
2. Выполним команду меню Add | Text или нажмем кнопку на панели инструментов. На экране появится диалоговое окно Add Text, показанное на рис. 16.
3. В поле Text String введем текст Digital to Analogue Converter.

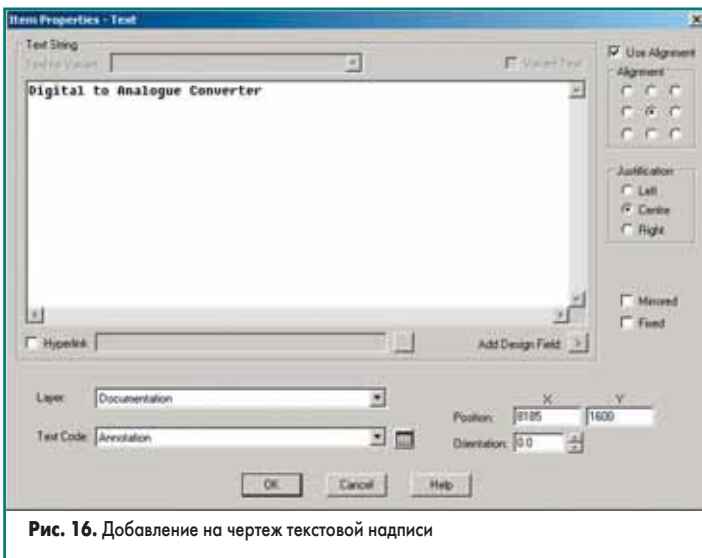


Рис. 16. Добавление на чертеж текстовой надписи

4. В выпадающем списке Layer выберем слой Documentation.
5. В выпадающем списке Text Code выберем стиль Annotation.
- Напомним, что этот стиль мы задали на одном из предыдущих занятий, когда делали технологические настройки проекта.
6. Включим галочку Use Alignment и в поле Alignment выберем центральную опцию, как показано на рис. 16. В этом случае точка привязки будет расположена в центре надписи.
7. В поле Justification выберем опцию Centre. В этом случае строки в многострочной текстовой надписи будут выравниваться по центру.
8. Когда все настройки будут выполнены, нажмем кнопку ОК.

На экране появится текстовая надпись, которая будет «приклеена» к курсору.

9. Переместим указатель мыши так, чтобы добавляемая надпись располагалась в центре поля Design основной надписи, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеж будет добавлена текстовая строка с названием проекта. Если вдруг она не отображается, следует изменить настройки цвета для выделенных объектов. На экране вновь появится диалоговое окно Add Text, предлагающее ввести новую надпись. В поле Text String будет присутствовать ранее введенный текст.

10. С помощью клавиши Backspace удалим надпись Digital to Analogue Converter в поле Text String.
11. Нажмем кнопку Add Design Field и в появившемся контекстном меню выберем поле Date.

В поле Text String появится текст <@DATE@>, обозначающий автоматическое добавление на чертеж текущей даты. Текст Date здесь используется в качестве имени проектного параметра.

12. В выпадающем списке Text Code стиль текста изменим на Text Size 75/75/12.
13. Нажмем кнопку ОК.

На экране появится «приклеенная» к курсору текстовая надпись, содержащая текущую дату. Стиль отображения даты определяется

региональными настройками операционной системы Windows.

14. Переместим указатель мыши так, чтобы добавляемая надпись располагалась в центре поля Drawn основной надписи, и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеж будет добавлена текстовая строка с текущей датой. Для обновления текстовых надписей, содержащих проектные параметры (в нашем случае Date), необходимо выполнить команду меню Edit | Update Design Fields.

Система снова покажет диалоговое окно Add Text и предложит нам ввести очередную текстовую строку, но сейчас это не входит в наши планы.

15. Нажмем кнопку Cancel или клавишу ESC и выйдем из режима добавления текстовых строк.

Изменим шрифт написания текстовой строки с названием проекта.

16. Нажмем кнопку Select на панели инструментов и с помощью мыши выделим надпись Digital to Analogue Converter.
17. Нажмем кнопку Item Properties на панели инструментов.
18. В появившемся окне Item Properties — Text нажмем кнопку , расположенную рядом с выпадающим списком Text Code.

На экране появится диалоговое окно Assignments с активной закладкой Text, где в таблице будут представлены все настроенные в проекте текстовые стили. Используемый в настоящий момент для данного объекта стиль будет помечен в графе Used буквой i.

19. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши в ячейке Font Name для стиля Annotation.

Появится диалог выбора шрифтов. Как мы можем видеть, список содержит многочисленные True Type шрифты.

20. В появившемся окне Font прокрутим список Font и выберем шрифт Arial (рис. 17).
21. В поле Height in Thou введем высоту шрифта, равную 100 милс, в поле Aspect Ratio Width зададим ширину символов 50 милс, а в поле Pen Size Line Width укажем толщину линий прорисовки текста 5 милс, после чего нажмем кнопку ОК.

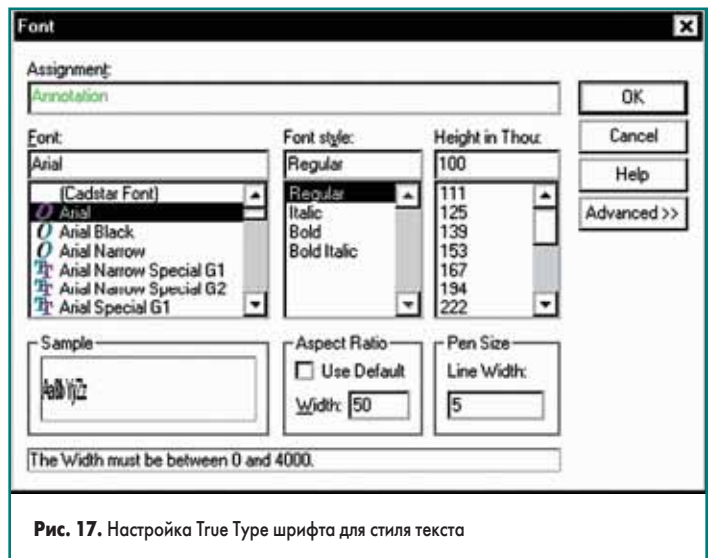


Рис. 17. Настройка True Type шрифта для стиля текста

Used	Text Code	Font Name	Sample	Height (Thou)	Default Aspect Ratio	Width (Thou)
<input type="checkbox"/>	(Errors)	(Codotat Font)	AaBbYyZz	50	<input checked="" type="checkbox"/>	50
<input checked="" type="checkbox"/>	Annotation	Arial	AaBbYyZz	100	<input type="checkbox"/>	50
<input type="checkbox"/>	Assembly Outline	(Cadstar Font)	AaBbYyZz	100	<input checked="" type="checkbox"/>	100
<input type="checkbox"/>	Assembly Text	(Cadstar Font)	AaBbYyZz	100	<input checked="" type="checkbox"/>	100

Рис. 18. Изменение стиля текста


Имя шрифта для стиля Annotation в таблице на вкладке Text окна Assignments изменится на Arial (рис. 18).

22. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

23. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Item Properties для текстовой строки.

Легко видеть, что название проекта на чертеже теперь отображается шрифтом Arial.

Нам осталось научиться добавлять на чертеж еще один вид текстовых надписей — гипертекстовые ссылки, которые представляют собой очень удобный способ связи проекта как с локальными документами, так и с документами, расположенными в Интернете.

24. Выполним команду меню Add | Text или нажмем кнопку  на панели инструментов.

25. В диалоговом окне Add Text в поле Text String введем текст Schematic Design.

26. В выпадающем списке Layer выберем слой Documentation.

27. Включим галочку Hyperlink, поле ввода гипертекстовой ссылки станет активным.

28. Нажмем кнопку, расположенную рядом с этим полем.

На экране появится диалоговое окно Select Hyperlink, по сути, стандартное окно выбора и открытия файла.

29. В качестве гиперссылки укажем файл Chapter7.scm из папки Self Teach и нажмем кнопку «Открыть».

В окне Add Text в ранее пустом поле появится полный путь гиперссылки.

30. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Add Text.

На экране появится «приклеенная» к курсору текстовая надпись, содержащая текущую дату. Стиль отображения даты определяется региональными настройками операционной системы Windows.

31. Переместим указатель мыши с «приклеенной» надписью в свободное место чертежа и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

На чертеж будет добавлена подчеркнутая текстовая надпись Schematic Design. Подчеркивание говорит нам о том, что надпись используется в качестве гиперссылки.

32. Выполним двойной щелчок на строке Schematic Design.

Система CADSTAR откроет проект схемы Chapter7.scm.

**Примечание:** в случае, если редактор настроен таким образом, что по двойному щелчку левой кнопки мыши на объекте открывается окно редактирования его параметров Item Properties (команда меню Tool | Options, в окне Options вкладка Interaction, опция Double Click Item Properties), то вызов гиперссылки выполняется командой Execute Hyperlink из кон-

текстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на текстовой надписи.

Остается лишь сохранить измененный нами проект печатной платы. Проект схемы Chapter7.scm закрывать не нужно, он требуется нам для изучения механизма ECO (Engineering Change Order).

33. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне выберем папку, в которой будет сохранен новый проект, укажем имя файла selftch8.pcb и нажмем кнопку «Сохранить».

### Прямая и обратная аннотация проекта

Сейчас мы приступим к изучению очень важного этапа проектирования платы — синхронизации данных в проекте схемы и платы, которая выполняется с помощью специального механизма ECO (Engineering Change Order). Данный механизм включает два разнонаправленных процесса: прямую и обратную аннотацию. Под прямой аннотацией подразумевается передача в проект печатной платы изменений, сделанных в схеме. Процедура обратной аннотации обновляет проект схемы по изменениям, сделанным в проекте печатной платы.

Прежде чем модифицировать схему и передавать изменения на плату, необходимо выполнить процедуру обратной аннотации и привести схему в полное соответствие с платой, измененной в процессе трассировки.

Как мы знаем из предыдущего занятия, на котором мы выполняли автотрассировку с автоматической заменой эквивалентных секций и выводов, все изменения отражаются в специальном файле обратной аннотации (Back Annotation File) с расширением .rin, который автоматически создан системой в папке проекта платы.

На данном занятии мы будем использовать готовый файл backan.rin, входящий в комплект стандартной поставки системы CADSTAR и содержащий описание суммарных изменений проекта.

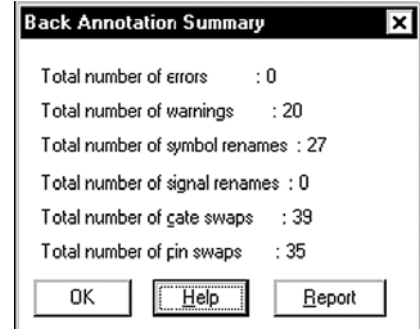


Рис. 19. Отчет о выполнении операции обратной аннотации

1. В режиме редактора схем с открытым проектом Chapter7.scm выполним команду меню File | Back Annotation.

2. В появившемся на экране диалоговом окне Back Annotation выберем папку Self Teach и в ней файл backan.rin, после чего нажмем кнопку «Открыть».

На экране появится окно отчета с большим количеством предупреждений о невозможности переименования блокировочных конденсаторов. Это связано с тем, что в схеме блокировочные конденсаторы имеют групповое имя C [1-8] и не могут быть переименованы индивидуально. Пока об этом не стоит беспокоиться.

3. Нажмем кнопку Close и просто закроем окно отчета.

На экране появится информационное сообщение с отчетом о результатах выполнения операции обратной аннотации (рис. 19).

4. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

На экране появится еще одно информационное окно с предупреждением о необходимости удаления файла обратной аннотации (рис. 20). Это сообщение относится только к файлам обратной аннотации, имеющим имя, совпадающее с именем проекта. Если такой файл не удалить, он будет использован в процессе последующего обновления проекта, что приведет к неизбежным ошибкам. Поскольку в нашем случае имя файла обратной аннотации не соответствует имени проекта, данное сообщение может быть проигнорировано.

5. Нажмем кнопку ОК и закроем окно.

Все изменения, хранящиеся в файле обратной аннотации, будут внесены в проект. В этом легко убедиться.

6. Выполним команду меню View | Select Sheet и в появившемся окне Select Sheet выберем лист схемы JK Flip Flop, после чего нажмем кнопки ОК закроем окно.



Рис. 20. Предупреждение о необходимости удаления файла обратной аннотации

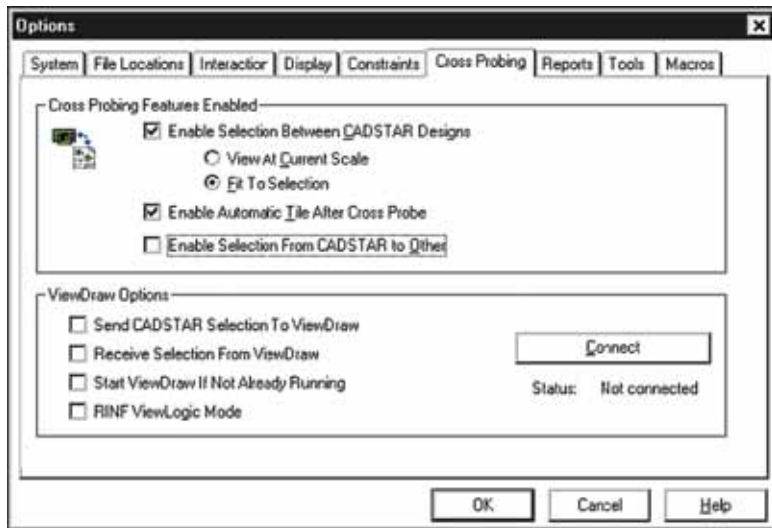


Рис. 21. Настройка механизма горячей связи (Cross Probing)

На экране откроется лист схемы JK Flip Flop. Обратите внимание, что все имена логических элементов сменились с U на IC. Сохраним обновленный проект схемы.

7. Выполним команду меню File | Save As, в появившемся диалоговом окне укажем имя файла backup.scm и нажмем кнопку «Сохранить».

8. Выполним команду меню View | Select Sheet и в появившемся окне Select Sheet выберем лист схемы D/A Converter, после чего нажмем кнопки OK закроем окно.

На экране откроется лист схемы D/A Converter.

Теперь мы готовы к ручному изменению схемы, как это обычно происходит в процессе проектирования. Но прежде чем приступить к этому, настроим механизм горячей связи (Cross Probing) между редакторами схем и плат.

9. Выполним команду меню Tools | Options, и появившемся окне Options перейдем на вкладку Cross Probing (рис. 21).

- Здесь имеются следующие настройки:
- Enable Selection Between CADSTAR Designs — опция, активизирующая режим горячей связи посредством выделения объектов.
  - View At Current Scale — задает режим подсветки выбранных элементов в других

проектах без масштабирования или подстройки размеров окна.

- Fit To Selection — задает режим подсветки выбранных элементов в других проектах с подстройкой масштаба для наилучшего их отображения.
- Enable Automatic Tile After Cross Probe — опция, задающая такой режим отображения, при котором все окна, содержащие выделенные объекты, будут занимать равные части экрана.

10. Включим следующие опции: Enable Selection Between CADSTAR Designs, Fit To Selection и Enable Automatic Tile After Cross Probe, после чего нажмем кнопку OK.

Для работы нам потребуется специальный пример Chapter9.pcb, который входит в комплект стандартной поставки программы CADSTAR.

11. Выполним команду меню File | Open и в появившемся окне выберем файл Chapter9.pcb.

На экране откроется указанный проект печатной платы.

12. Выполним команду меню Windows | Tile Vertically.

Система изменит режим отображения проектов таким образом, чтобы они отображались в окнах одинакового размера.

Приступим к внесению изменений в схему. Допустим, нам требуется удалить резистор R1, связанные с ним линии связи и вывод торцевого разъема, а также добавить конденсатор DC10, соединенный с выводом 3 микросхемы OA1. В результате мы должны получить схему, показанную на рис. 22.

13. С помощью мыши выберем на листе схемы D/A Converter резистор R1.

Редактором схем и плат окна автоматически будут изменены таким образом, чтобы мы могли видеть выделенный резистор в обоих приложениях.

14. Удерживая нажатой клавишу CTRL, выполним щелчки левой кнопкой мыши на подходящих к резистору линиях связи (справа — до точки соединения) и соответствующем выводе торцевого разъема.

Таким образом, выделенными окажутся все элементы схемы, связанные с резистором R1. Вид в окне печатной платы изменится, чтобы отображать все выделенные элементы.

15. Выполним команду меню Edit | Delete или нажмем клавишу Delete.

На экране появится запрос подтверждения удаления.

16. Подтвердим выполняемое действие и нажмем кнопку Yes.

Все выделенные элементы будут удалены. Теперь мы можем приступить к добавлению на схему конденсатора. Убедимся, что нужная нам библиотека подключена к системе.

17. Выполним команду меню Libraries | Schematic Symbols.

В открывшемся окне Library Manager в поле Current Library (текущая библиотека) должно быть указано имя библиотеки symbol.lib. Если это не так, данную библиотеку необходимо подключить.

18. Нажмем кнопку Browse.

19. В появившемся окне Select Library выберем библиотеку symbol.lib и нажмем кнопку OK.

Теперь в диалоговом окне Library Manager будет отображаться содержимое выбранной библиотеки.

20. Нажмем кнопку Close и закроем окно.

21. Выполним команду меню View | Frame View или нажмем кнопку на панели инструментов и изменим масштаб так, чтобы

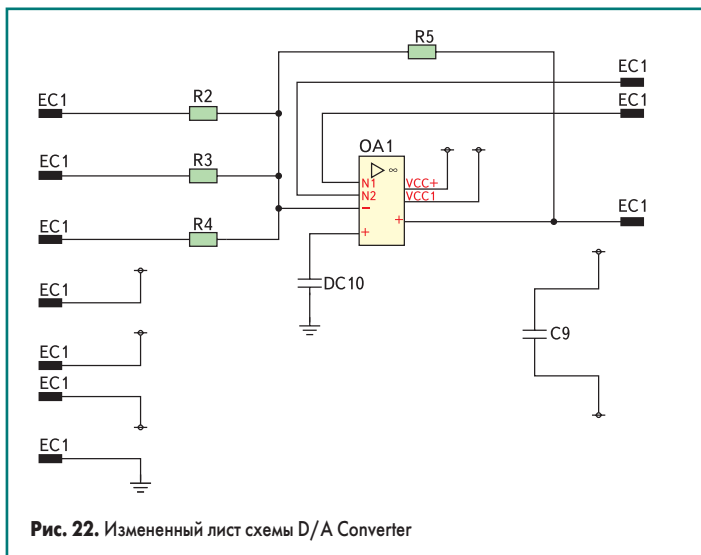


Рис. 22. Измененный лист схемы D/A Converter

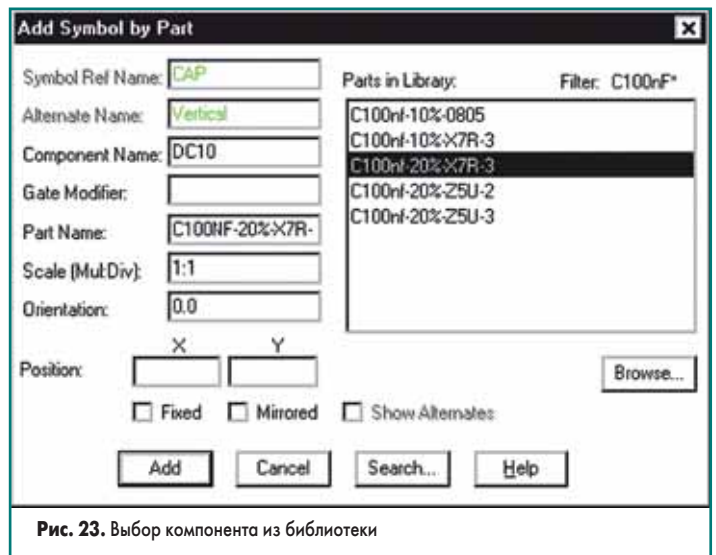


Рис. 23. Выбор компонента из библиотеки

в окне редактора схем оптимально отображалась микросхема OA1.

22. Выполним команду меню Add | Part or Symbol или нажмем кнопку на панели инструментов.

23. В появившемся диалоговом окне Add Symbol by Part нажмем кнопку Search.

24. В открывшемся окне Add Symbol Search в поле Search In включим опцию Library (искать в библиотеках), в поле Search For включим опцию Parts (компоненты), в активное текстовое поле введем маску имени компонента C100nf\* и нажмем кнопку ОК. Окно Add Symbol by Part примет вид, показанный на рис. 23.

25. В списке Parts in Library выберем компонент с именем C100nf-20 %-X7R-3.

26. В поле Component Name введем позиционное обозначение нового конденсатора DC10 и нажмем кнопку Add.

На экране появится «приклеенный» к курсору конденсатор.

27. Наведем указатель мыши с конденсатором на цепь, идущую от вывода 3 микросхемы OA1 на «землю», и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Если выводы нового компонента попадают на линию связи, существующая цепь будет автоматически разбиваться на две подцепи. На экране появится окно Name Net (рис. 24), предлагающее ввести имена частей цепи. Так как нижний вывод конденсатора будет соединен с символом заземления, то имя для соответствующей подцепи будет задаваться однозначно. Нам остается задать имя для цепи верхнего вывода.

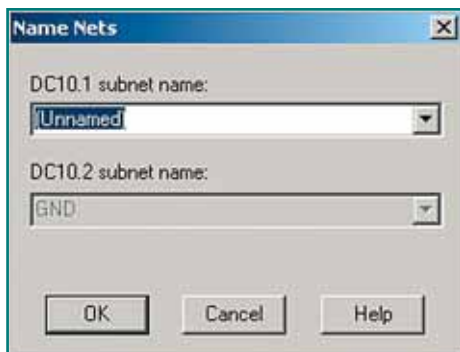


Рис. 24. Окно именования частей разбитой цепи

28. В выпадающем списке DC10.1 subnet name выберем строку (Unlabeled). В этом случае система присвоит имя цепи автоматически.

Система предложит добавить на схему еще один конденсатор данного типа, но нам это не требуется.

29. Нажмем клавишу ESC.

На экране снова появится окно Add Symbol by Part, предлагающее выбрать новый компонент. 30. Нажмем клавишу кнопку Cancel и выйдем из режима добавления компонентов.

Нам остается сохранить сделанные в схеме изменения и передать сделанные изменения в проект печатной платы, то есть выполнить прямую аннотацию.

31. Выполним команду меню File | Save.

Проект схемы будет сохранен под ранее заданным именем backan.scm.

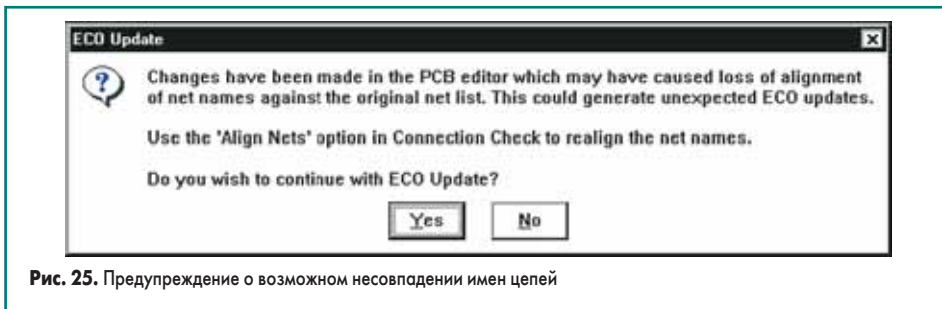


Рис. 25. Предупреждение о возможном несовпадении имен цепей

32. Перейдем в окно редактора печатных плат с открытым проектом Chapter9.pcb и выполним команду меню File | ECO Update.

На экране появится сообщение, показанное на рис. 25, в котором говорится, что в ходе выполнения операции в проект могут быть добавлены или удалены цепи, что может привести к неожиданным результатам. Дело в том, что многим цепям система присваивает имена по умолчанию, которые начинаются с символа \$. При внесении изменений в схему нумерация цепей могла сдвинуться, что при сравнении списков соединений в процессе прямой аннотации станет причиной обнаружения большого числа несоответствий. Найти и исправить эти несоответствия можно с помощью специальной процедуры проверки Connection Check. Порядок использования данной функции описан в интерактивной справочной системе, и мы рекомендуем изучить его самостоятельно. В рамках данного курса мы не будем использовать эту функцию, поэтому просто проигнорируем сообщение.

33. Нажмем кнопку Yes.

На экране появится диалоговое окно ECO Update (рис. 26), в котором имеются основные настройки процедуры прямой аннотации:

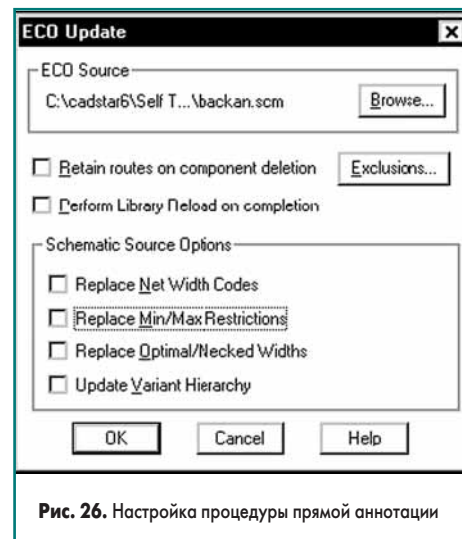


Рис. 26. Настройка процедуры прямой аннотации

- ECO Source — в этом поле задается имя проекта схемы, с которым будет сравниваться активный проект печатной платы.
- Retain routes on component deletion — данная опция предписывает сохранить на плате проводники, оканчивающиеся на выводах удаляемых компонентов.
- Exclusions — данная кнопка служит для вызова окна, в котором можно задать имена компонентов, модификация которых запрещена.

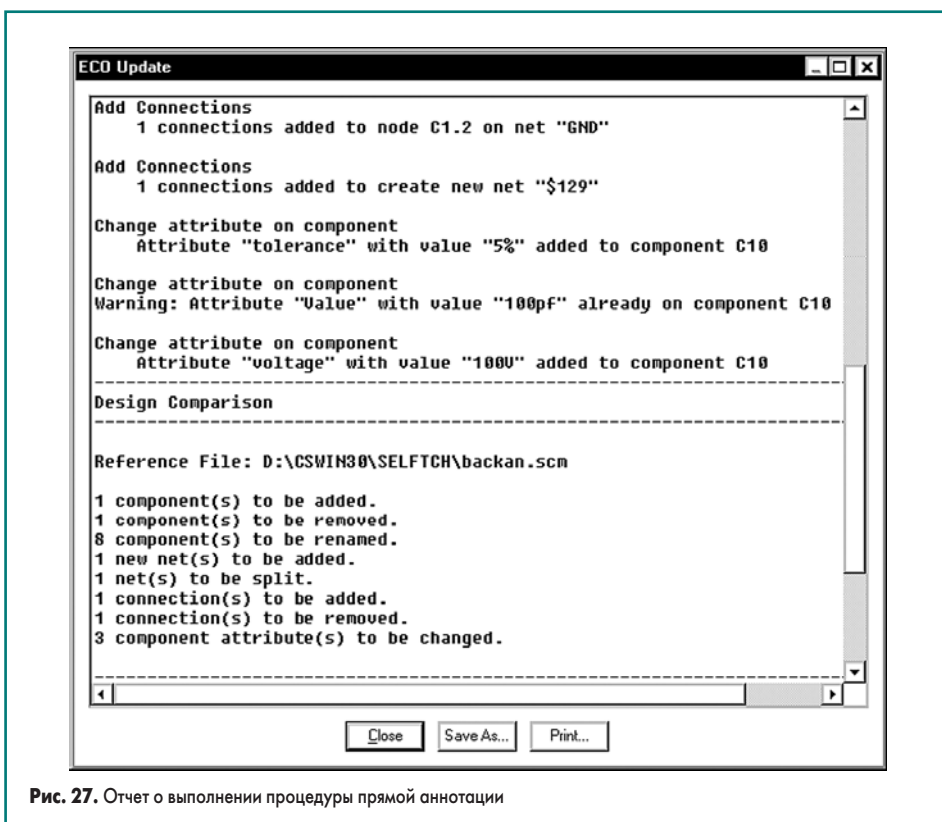


Рис. 27. Отчет о выполнении процедуры прямой аннотации

Остальные параметры имеют отношение только к настройке ширины дорожек и структуры вариантов проекта, что для нас сейчас не важно.

34. Нажмем кнопку Browse и в появившемся диалоговом окне ECO Source File выберем папку Self Teach и в ней файл backan.scm, после чего нажмем кнопку «Открыть».

35. В окне ECO Update нажмем кнопку ОК.

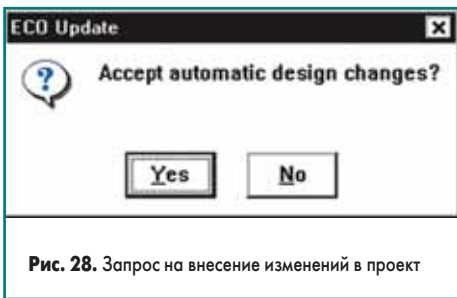
36. В появившемся окне Collating Schematic Design выберем все листы схемы и нажмем кнопку ОК.

37. На экране появится сообщение, показанное на рис. 25, но мы снова проигнорируем его и нажмем кнопку Yes.

Система запустит процедуру сравнения двух проектов, по завершении которой выведет окно отчета, показанное на рис. 27. Так как использовались реальные данные, содержимое нашего отчета может немного отличаться от показанного.

38. Нажмем кнопку Close и закроем окно отчета.

На экране появится запрос на подтверждение внесения изменений в проект печатной платы (рис. 28).



39. Нажмем кнопку Yes.

Система обновит проект платы согласно результатам сравнения с исходным файлом схемы.

40. Выполним команду меню View | View All.

Проанализируем полученный результат. На плате исчез резистор R1 и подошедшие к нему проводники. В проект был добавлен конденсатор DC10, который по умолчанию помещен в точку начала координат. Кроме того, из-за несоответствия на плате и схеме имен конденсаторов с платы были удалены старые конденсаторы DC1–DC8, но были добавлены новые C1–C8. Из-за переименования в процессе свappings эквивалентных секций и выводов изменилась структура связей между цифровыми микросхемами, поэтому многие из проводников будут удалены, а новым связям потребуется повторная трассировка. Обратите внимание, что в процессе прямой аннотации могут быть удалены и зафиксированные цепи. То есть единственным способом принудительной блокировки объектов на плате от изменения является указание их в окне, вызываемом кнопкой Exclusions при настройке процедуры аннотации.

41. Нам остается лишь закрыть проект Charter9.pcb без сохранения внесенных изменений.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем внести в схему или плату еще

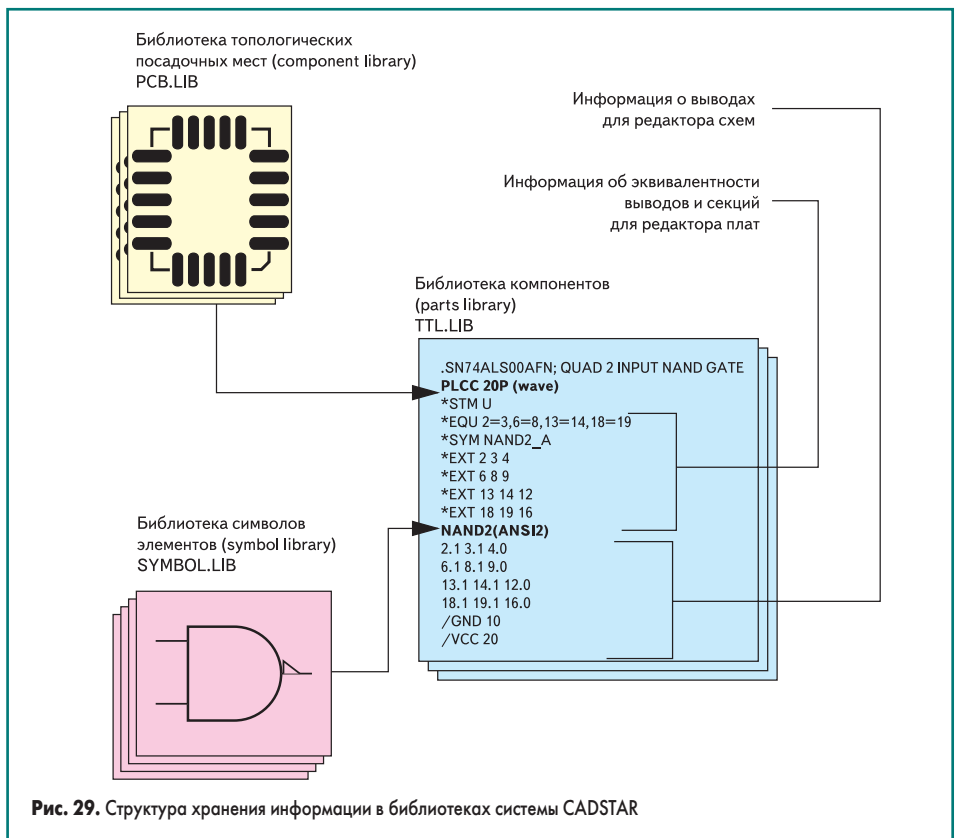


Рис. 29. Структура хранения информации в библиотеках системы CADSTAR

несколько изменений и выполнить процедуры прямой и обратной аннотации.

### Создание библиотек топологических посадочных мест

Сейчас, когда мы научились основным приемам работы в редакторе печатных плат, нам необходимо закрыть еще одно белое пятно — научиться создавать топологические посадочные места компонентов и сохранять их в специальной библиотеке, чтобы позднее использовать в своих проектах. Напомним, что ранее на одном из занятий мы научились рисовать символы элементов для редактора схем и упаковывать их в библиотеки компонентов, включающие ссылки на символы и посадочные места, а также информацию об эквивалентности секций и выводов. Структура

хранения информации в библиотеках показана на рис. 29.

В качестве упражнения мы создадим посадочное место для 20-выводного корпуса PLCC-компонента для поверхностного монтажа (рис. 30). Для этого мы будем использовать специальную подпрограмму — мастер создания новых элементов, значительно упрощающую данную процедуру. Позднее мы вручную сможем немного изменить модель, для наиболее полного соответствия требованиям проекта.

Для работы нам не потребуется никаких специальных проектов, поэтому сразу приступим к запуску мастера.

1. Выполним команду меню File | New.
2. В появившемся диалоговом окне New перейдем на вкладку PCB Component (рис. 31).

Здесь представлено несколько иконок, соответствующих разным подпрограммам для создания различных посадочных мест. Для нашего компонента нам подходит мастер под именем LCC Wizard.

**Примечание:** иконка под именем Defaults не запускает никакого мастера, она используется в случае, когда посадочное место будет создаваться полностью вручную.

3. Выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на иконке LCC Wizard.

На экране появится первая страница мастера LCC Wizard (рис. 32). Здесь задаются:

- Template File — имя файла технологического шаблона, на котором будет базироваться создаваемое посадочное место.
- Reference Name — основное имя, по которому компонент идентифицируется в библиотеке. На это имя мы ссылаемся, когда желаем вызвать компонент из библиотеки.
- Alternate Name — псевдоним, вспомогательное имя, которое используется в том случае, когда отдельный компонент может иметь несколько

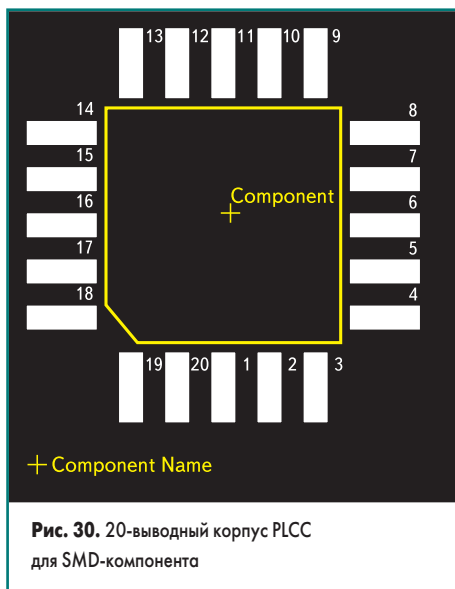


Рис. 30. 20-выводный корпус PLCC для SMD-компонента



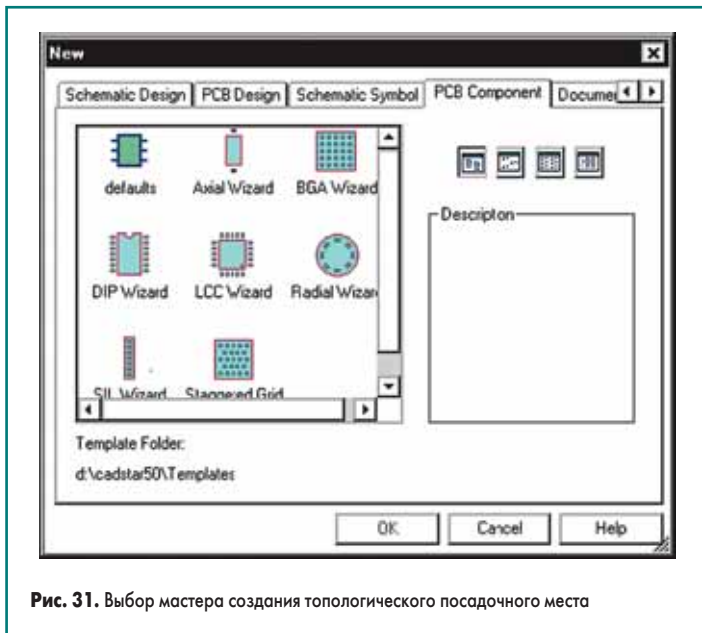


Рис. 31. Выбор мастера создания топологического посадочного места

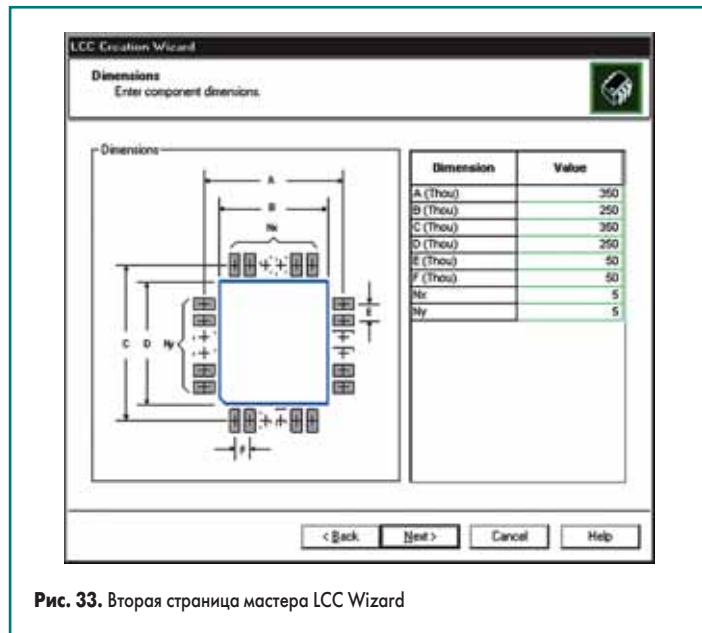


Рис. 33. Вторая страница мастера LCC Wizard

различных версий. Это имя отображается в списке компонентов в скобках позади Reference Name (например, SELFTCH (PLCC20)).

- Height — высота компонента. Этот параметр должен учитываться, если для платы существуют ограничения по высоте компонентов. При выполнении проверки правил проектирования (DRC) система выдаст сообщение об ошибке, если какой-либо компонент превышает максимально допустимую высоту в зоне размещения.
4. Выполним все настройки, как показано на рис. 32, а именно, в выпадающем списке Template File выберем строку defaults; в поле Reference введем имя SELFTCH, а в поле Alternate Name — имя PLCC20.
  5. Нажмем кнопку Units и в появившемся окне Units в поле Linear зададим линейные единицы измерения Thousandths of inch (тысячные доли дюйма) с числом цифр после запятой 0 (Number of Decimal Places), после чего нажмем кнопку ОК.
  6. Нажмем кнопку «Далее».

На экране появится вторая страница мастера LCC Wizard (рис. 33), на которой задаются

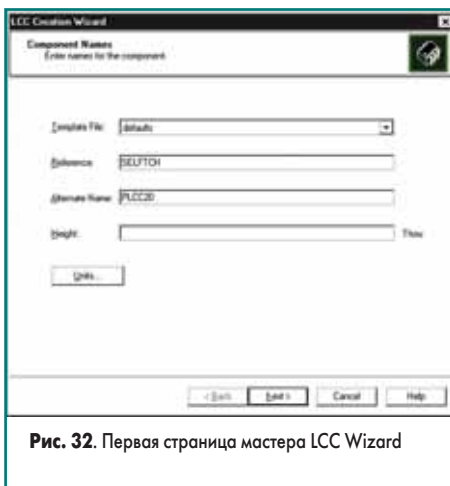


Рис. 32. Первая страница мастера LCC Wizard

основные параметры посадочного места согласно приведенному здесь чертежу. Параметры размеров имеют следующее значение:

- A и C — задают расстояние между рядами выводов по вертикали и горизонтали;
- B и D — задают размеры корпуса компонента по горизонтали и вертикали;

- E и F — задают расстояние между центрами выводов по обеим осям;
  - Nx и Ny — задают количество выводов вдоль каждой грани компонента.
7. Выполним все настройки, как показано на рис. 33, а именно, выполним двойной щелчок в каждой ячейке и введем следующие значения: для A и C — 350, для B и D — 250, для E и F — 50, для Nx и Ny — 5.

8. Нажмем кнопку «Далее».
- На следующей странице мастера (рис. 34) задается маркер первого вывода посадочного места. Для этой цели мы будем использовать скос угла.
9. В поле Pin One Position (позиция) включим опцию Pin one in corner (угол).
10. В поле Pin One Marker Style (стиль) выберем вариант Mitre (скос угла).
11. В поле Pin One Marker Size/Position (размер скоса) в ячейках X и Y зададим значения 40 тысячных дюйма.
12. Нажмем кнопку «Далее».

Следующая и последняя страница мастера служит для задания типа используемых контактных площадок, вида линии контура кор-

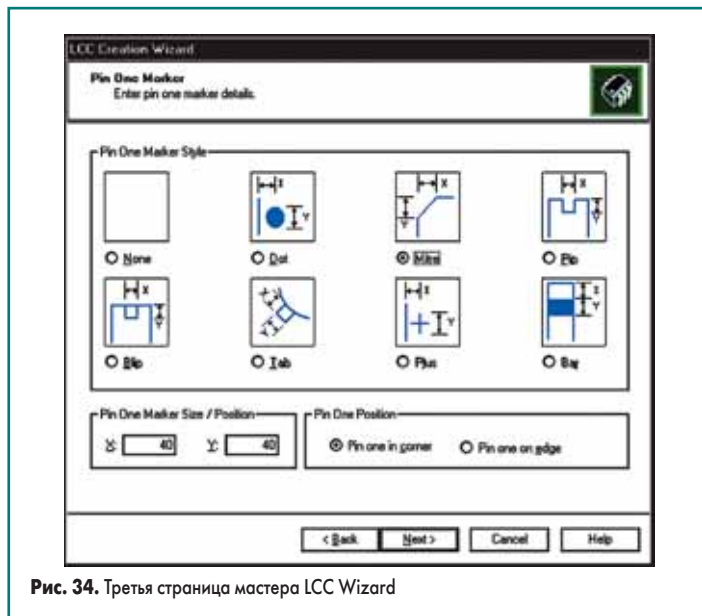


Рис. 34. Третья страница мастера LCC Wizard

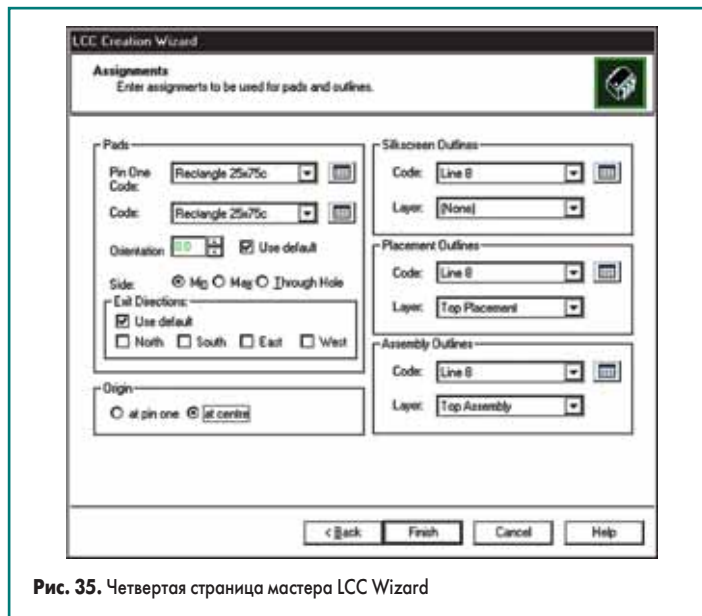



Рис. 35. Четвертая страница мастера LCC Wizard

Used	Pad Code	Layer	Shape	Size (Thou)	Orient Angle	Drill Diameter	Left Length	Right Length
<input type="checkbox"/>	Rectangle 15x55	(Default)	Rectangle	15	0.0	0	18	23
<input type="checkbox"/>	Rectangle 15x55b	(Default)	Rectangle	15	0.0	0	18	23
<input checked="" type="checkbox"/>	Rectangle 25x75c	(Default)	Rectangle	25	0.0	0	25	25
<input checked="" type="checkbox"/>	Rectangle 25x75d	Top Solder	Rectangle	30	0.0	0	25	25
<input type="checkbox"/>	Rectangle 25x75d	(Default)	Rectangle	25	0.0	0	25	25

Рис. 36. Настройка параметров контактных площадок

пуса, слоя, на котором расположен контур, и точки привязки символа (рис. 35).

13. Мы будем использовать одинаковый тип контактных площадок для всех выводов компонента, поэтому в поле Pads в выпадающих списках Pin One Code и Code выберем строки Rectangle 25×75c.

14. Проверим, какие настройки сделаны для выбранного типа контактных площадок, и нажмем кнопку , расположенную рядом с параметром Code.

На экране откроется знакомое нам диалоговое окно Assignments с таблицей стилей контактных площадок на закладке Pads (рис. 36).

15. Убедимся, что для типа контактных площадок Rectangle 25×75c все параметры заданы, как показано на рис. 36, а именно, значения Size, Left Length и Right Length для слоев по умолчанию (Default) равны 25 милс, а для слоя маски Top Solder Resist параметр Size равен 30 милс.

16. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

17. Вернувшись в окно мастера для параметра Orientation (угол поворота), включим галочку Use default (использовать по умолчанию).

18. Для параметра Side (сторона платы) выберем опцию Min, что соответствует физическому слою с минимальным номером.

19. В поле Exit Direction (расположение выводов) включим галочку Use default (по умолчанию).

Далее начинаем настройку контура корпуса. Контур корпуса, создаваемый «Помощником», расположен в следующих слоях:

20. В поле Origin (точка привязки) выберем опцию at centre (в центре компонента).

21. Для контура размещения (Placement Outlines) зададим тип линий Line 8 и слой Top Placement.


22. Для контура корпуса (Assembly Outlines) зададим тип линий Line 8 и слой Top Assembly.

23. Так как мастер не может создать удовлетворяющий нашим требованиям контур на слое шелкографии (Silkscreen Outlines), зададим для него слой None.

24. Нажмем кнопку «Готово» и запустим работу мастера.

На экране откроется окно редактора топологических посадочных мест системы CAD-STAR с только что созданным чертежом. Обратите внимание, что созданная по умолчанию нумерация выводов отличается от показанной на рис. 30 стандартной цоколевки корпуса PLCC20. Изменим ее, но перед этим изменим стиль отображения номеров контактных площадок.

25. Если номера контактных площадок не отображаются, выполним команду меню Setting | Colours и включим параметр Visible для объектов типа Pad Numbers.

26. Выполним команду меню Setting | Assignments или нажмем кнопку  на панели инструментов.

27. В появившемся окне Assignments перейдем на вкладку Pads и на ней справа в поле Pad Numbers зададим значение параметра Offset, равным 20 милс, а параметра Angle, равным 40 градусам. Смысл этих параметров показан на рис. 37.

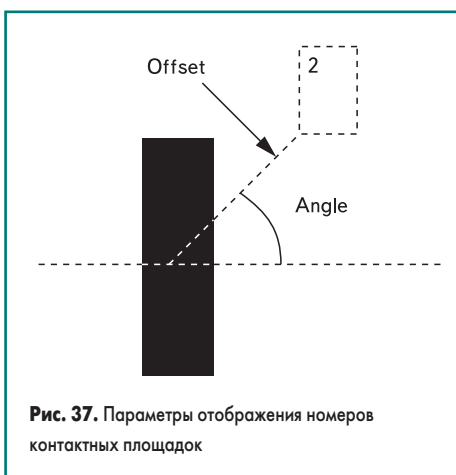


Рис. 37. Параметры отображения номеров контактных площадок

28. В окне Assignments перейдем на вкладку Text и выполним двойной щелчок левой кнопкой мыши на ячейке шрифта в описании стиля текста Pin Name/Number.

29. В появившемся окне настроек шрифта Font установим следующие параметры: Character Height (высота символа) — 20 милс, Character Width (ширина символа) — 15 милс, Line Width (толщина линии) — 2 милс и нажмем кнопку ОК.

30. Нажмем кнопку ОК и закроем окно Assignments.

31. Выполним команду Action | Renumber Pads. На экране появится диалоговое окно Renumber Pads (рис. 38), предлагающее ввести начальный номер.

32. В поле Start Pad Number введем число 1 и нажмем кнопку ОК.

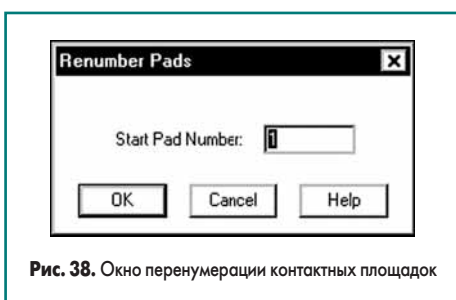


Рис. 38. Окно перенумерации контактных площадок

В строке состояния появится подсказка Select first pad to renumber (укажите первую переименовываемую площадку).

33. Наведем указатель мыши на среднюю площадку в нижнем ряду и выполним щелчок левой кнопкой мыши.

Номер площадки изменится на 1. Система предложит указать следующую контактную площадку.

34. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на площадке, расположенной правее первой. Ее номер изменится на 2.

35. Аналогичным образом последовательно перенумеруем все оставшиеся контактные площадки в направлении против часовой стрелки.

36. После того как мы переименуем вывод 20, нажмем клавишу Escape и выйдем из режима переименования выводов.

Созданное нами топологическое посадочное место полностью готово для использования в редакторе печатных плат. Нам остается лишь сохранить его в pcb.lib.

37. Выполним команду меню Libraries | PCB Components.

38. В появившемся диалоговом окне менеджера библиотек нажмем кнопку Save Comp.

На экране появится окно Symbol Name (рис. 39), в котором будут показаны имена Reference Name и Alternate Name такими, какими мы их задали при создании посадочного места.

39. Так как нам не требуется изменять эти имена, просто нажмем кнопку ОК.

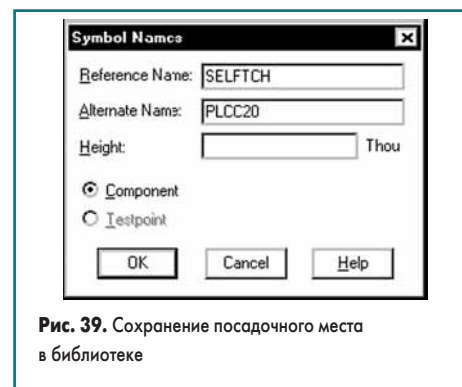


Рис. 39. Сохранение посадочного места в библиотеке

Проверим, сохранено ли наше посадочное место в библиотеке. Можно пролистать достаточно длинный список, но мы воспользуемся другим способом.

40. Выполним щелчок левой кнопкой мыши на любом элементе списка в поле менеджера библиотек и на клавиатуре наберем буквы SE.

Система автоматически найдет все элементы списка, начинающиеся с этих букв, одним из которых будет созданное нами топологическое посадочное место.

41. Нажмем кнопку Close и закроем окно менеджера библиотек.

В качестве самостоятельного упражнения мы рекомендуем повторить описанную ранее процедуру упаковки компонента и использовать для него только что разработанное посадочное место.

На следующем занятии мы рассмотрим генерацию отчетов по проекту платы.