

Алгоритмы и программы автоматической трассировки печатных плат

При размещении компонентов в системе SPECCTRA необходимо выполнить следующие основные действия:

- установить правила размещения;
- разместить критичные компоненты, привязанные к конкретному месту платы;
- разместить большие компоненты (Large);
- разместить мелкие компоненты (Small).

На рис. 1. приведен экран системы SPECCTRA в режиме размещения компонентов.

Для размещения компонентов используются команды меню **Autoplace**. Перед выполнением размещения в меню **File** выбирают режим размещения Placement Mode. Настройка правил размещения выполняется с помощью команды **Autoplace/Setup**. Меню этой команды приведено на рис. 2.

В этом меню можно задать основные правила автоматического размещения компонентов, такие как сетка и зазор при размещении, скорость размещения, точки привязки при выравнивании, ориентация и т. п. Затем производят предварительное размещение компонентов, имеющих жесткую привязку, таких как соединители, радиаторы и др. Для того чтобы видеть позиционные обозначения таких компонентов используют команду **View/Labels**. Меню этой команды приведено на рис. 3. С ее помощью включают видимость позиционных обозначений и выбирают сторону платы, на

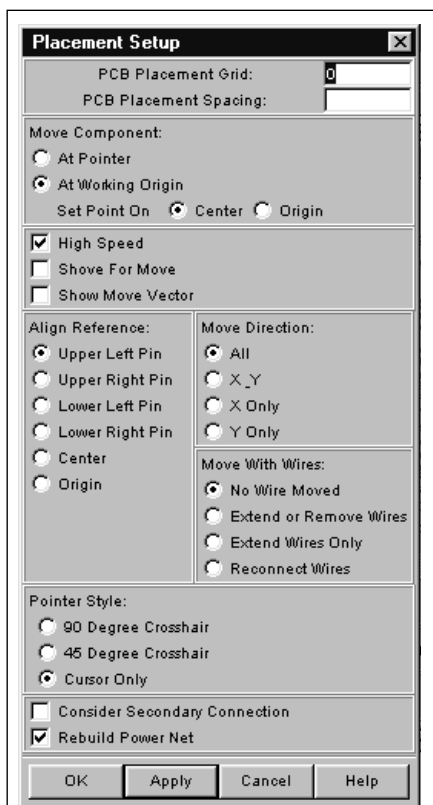


Рис. 2. Меню команды команды **Autoplace/Setup**

которой они размещены. Затем нажимают правую кнопку мыши и переходят в меню интерактивного размещения компонентов, представленное на рис. 4.

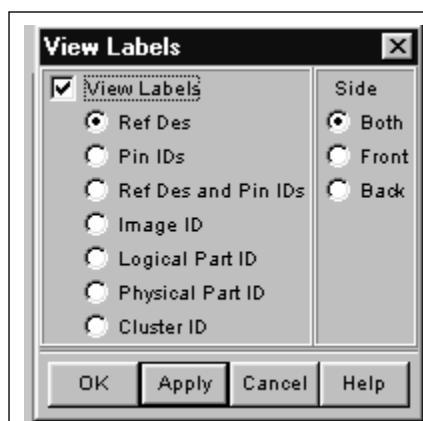


Рис. 3. Меню команды **View/Labels**

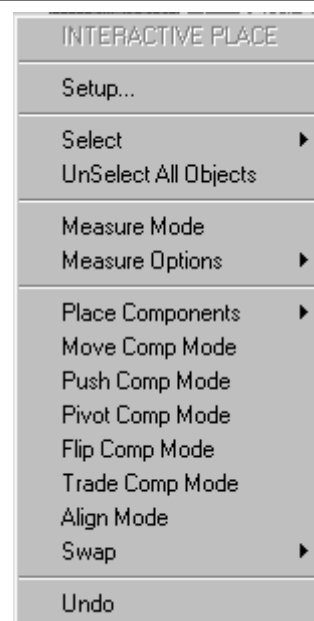


Рис. 4. Меню интерактивного размещения компонентов

Для размещения компонента в заданных координатах используется команда интерактивного меню **Place Components/XY Location**. Для размещения компонентов в заданном заранее порядке применяют команду **PlaceComponents /Place List Mode**.

Выполнив предварительное размещение критичных компонентов, производят их фиксацию, нажимая пиктограмму **Lock Component**. Кроме того, фиксацию и освобождение компонентов можно выполнить, используя команды **Edit/[Un]Lock Components** и **Edit/[Un]Lock Components Mode**.

После того, как наиболее критичные компоненты размещены и зафиксированы, выполняют автоматическое размещение больших компонентов с помощью команд **Autoplace/InitPlace Large Components**, **Autoplace/Interchange Components**. Меню этих команд приведены на рис. 5 и 6.

С помощью этих команд выполняют размещение, а затем перестановку выбранных компонентов с заданными условиями ориентации, положения и т. д. Задание областей запрета трасси-

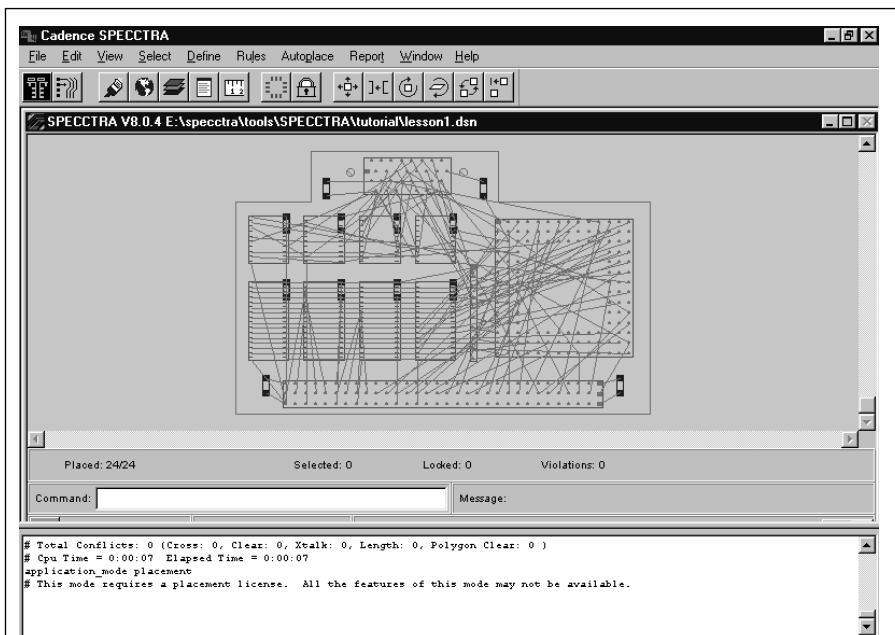


Рис. 1. Экран системы SPECCTRA в режиме размещения компонентов

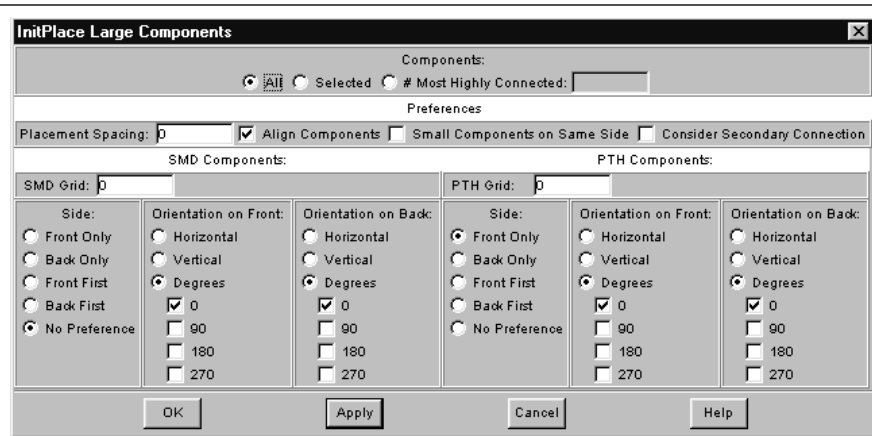


Рис. 5. Меню команды **Autoplace/ InitPlace Large Components**

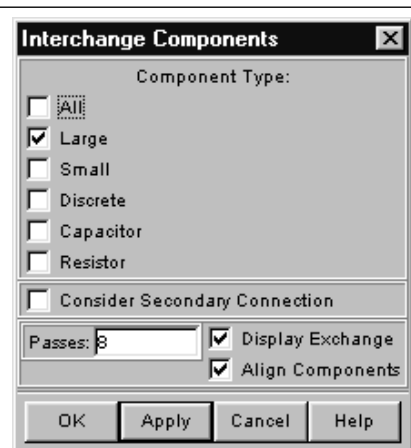


Рис. 6. Меню команды **Autoplace/ Interchange Component**

ровки производят с помощью команды **Define/Keepout**.

Размещение малых компонентов связано с размещением больших компонентов, причем система SPECCTRA «обучается» способам размещения. Для этого вручную размещают фильтрующую емкость как можно ближе к выводам питания, которые можно увидеть с помощью команды **View/Label**. После этого выделяют микросхему и конденсатор и применяют команду **Autoplace/Small Comp Pattern/Learn**. Далее выделяют несколько микросхем и применяют команду **Autoplace/Small Comp Pattern/Apply to Selected**.

Команда **Autoplace/InitPlace Small Components** позволяет также выполнить полностью автоматическое размещение малых компонентов. Меню этой команды при размещении всех малых компонентов приведено на рис. 7.

Для выравнивания компонентов может быть использована команда **Align Mode** меню интерактивного размещения.

Правила размещения компонентов задаются с помощью команд меню **Rules**, либо их можно описать в файле задания. Наиболее удобным является задание параметров в диалоговом пошаговом режиме с последующим сохранением Did-файла и его редактированием.

Стоит заметить, что автоматическое размещение компонентов с помощью

программы SPECCTRA значительно совершеннее, чем в других программах, и в принципе это позволяет использовать этот режим для реальных проектов.

Экран системы SPECCTRA в режиме автоматической трассировки компонентов приведен на рис. 8.

Как уже отмечалось, возможности бессеточной технологии позволяют задать детальные правила для трассировки практически всех типов компонентов с учетом большого числа ограничений.

Поскольку все объекты на плате имеют определенный уровень иерархии, то возможно задание отдельных правил трассировки одной и той же цепи для разных объектов, т. е. возможна трассировка одной цепи сегментами разной ширины. Правила трассировки могут задаваться с помощью языка описания заданий, либо с использованием интерактивных диалоговых команд меню **Rules**.

Собственно автотрассировка выполняется с использованием команд меню **Autoroute**. Предварительное задание параметров трассировки осуществляют

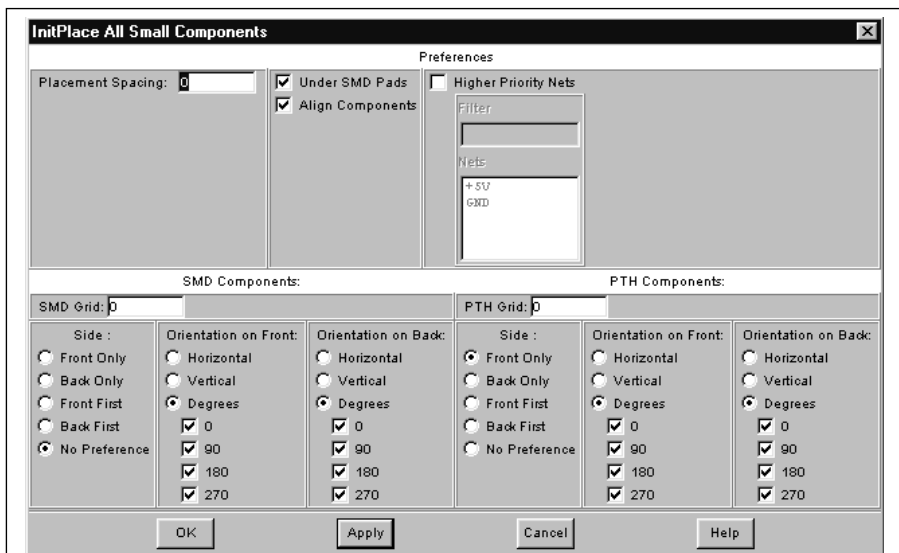


Рис. 7. Меню команды **Autoplace/InitPlace Small Components/All**

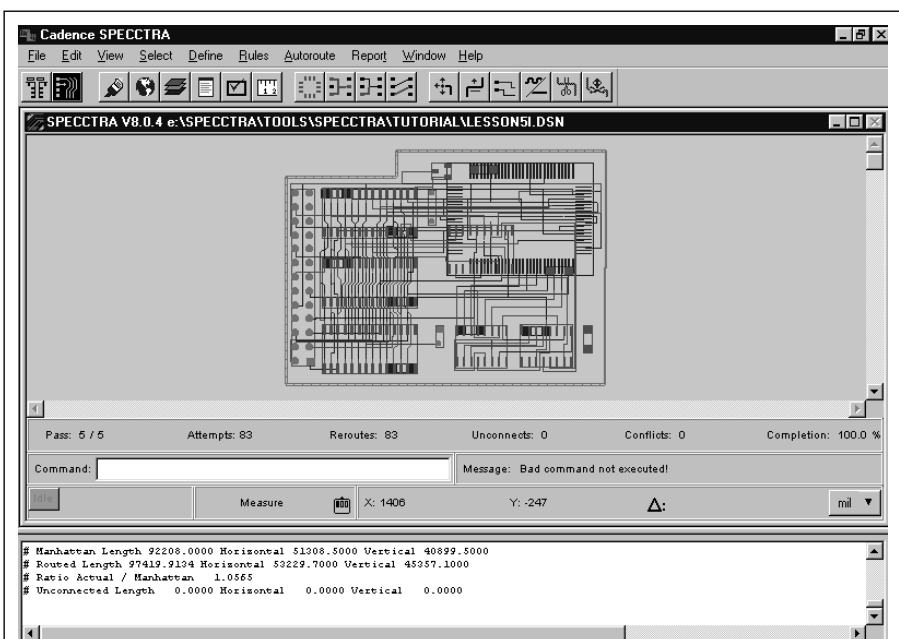


Рис. 8. Экран системы SPECCTRA в режиме автоматической трассировки компонентов

с помощью команды **Autoroute/Setup**, меню которой приведено на рис. 9.

Перед трассировкой всех цепей производят предварительную трассировку ответственных цепей. Команда **Autoroute/Pre Route/Bus Routing** (рис. 10) позволяет выполнить предварительную трассировку шин. В меню этой команды выбирается возможная ориентация трассировки, а также ее защита во время выполнения других проходов трассировки.

Команда **Autoroute/Pre Route/Fanout** (рис. 11) позволяет произвести трассировку стрингеров для планарных

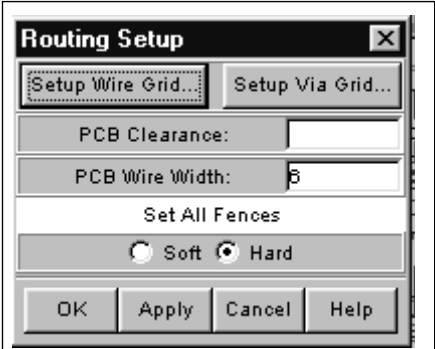


Рис. 9. Меню команде **Autoroute/Setup**

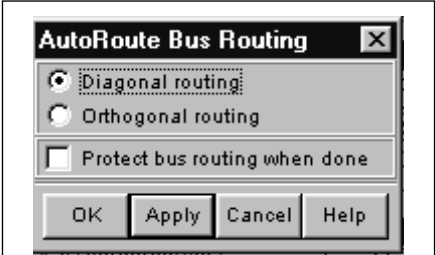


Рис. 10. Меню команды **Autoroute/Pre Route/Bus Routing**

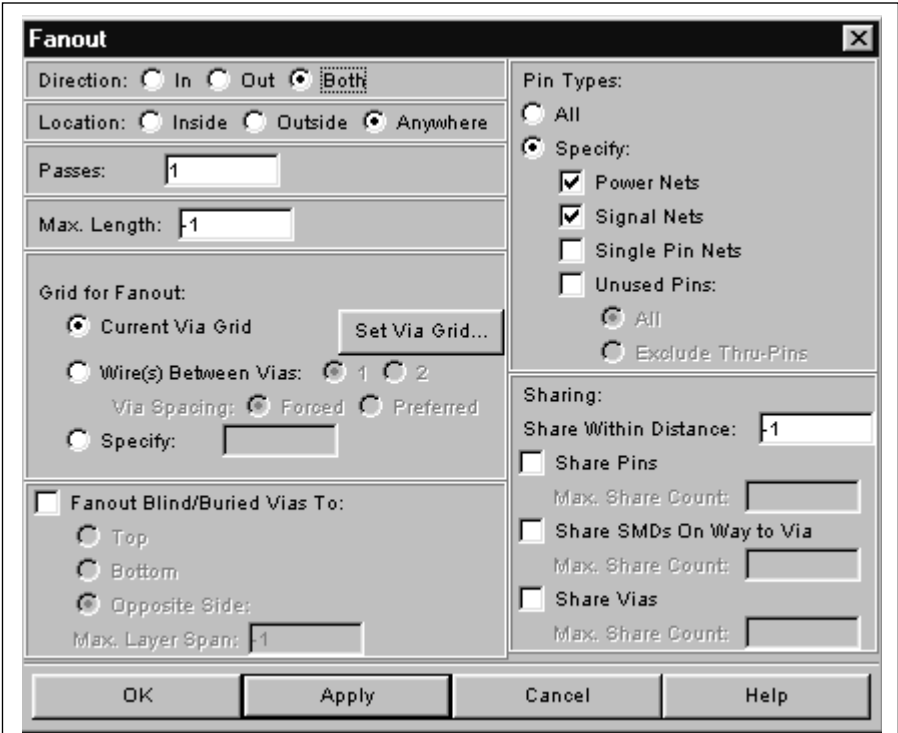


Рис. 11. Меню команды **Autoroute/Pre Route/Fanout**

контактных площадок.

Предварительное разбиение сегментов с добавлением переходного отверстия производится с помощью команды **Autoroute/Pre Route/Seed Vias**, размещение перемычек и навесных проводников — с помощью команды **Autoroute/Pre Route/Wirebonds**.

Трассировка основной массы цепей выполняется с помощью команды

Autoroute/Route. На рис. 12 приведено меню этой команды.

В этом меню задается число проходов трассировки, необходимость генерации контрольных точек, работа со стрингерами, сетки переходных отверстий и трассировки, сглаживание углов. Удаление избыточных изломов и переходных отверстий после завершения трассировки выполняют с помощью команды **Autoroute/Clean**.

Оптимизация трассировки и улучшение внешнего вида и технологичности платы производится с помощью команд меню **Autoroute/Post Route**. С помощью этих команд можно удалить лишние изгибы проводников без их разрыва (**Critic**), удалить проводники для ликвидации конфликтов (**Filter Routing**), создать контрольные точки (**Testpoints**), а также выполнить симметрирование сегментов, раздвинуть проводники при наличии свободного места и т. п. Кроме того, щелчок

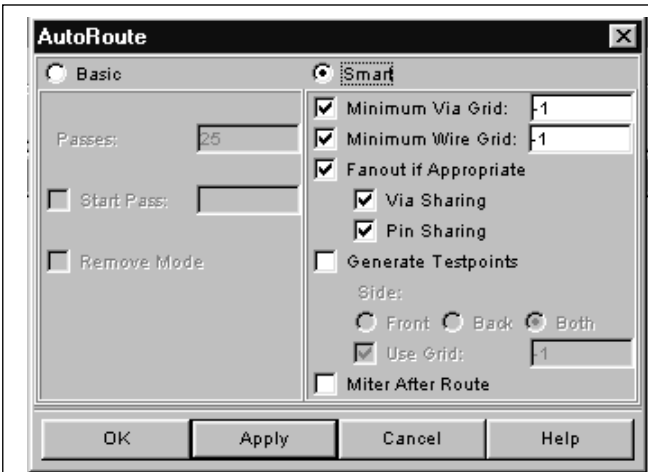


Рис. 12. Меню команды **Autoroute/Route**

правой кнопкой мыши в поле проекта вызывает меню интерактивной трассировки, приведенное на рис. 13.

Как видно из меню, в программе имеются богатые возможности для задания ориентации, ширины проводника, ввода переходных отверстий, спрямления трас, трассировки парных цепей, копирования и спрямления проводников и т. п.

При проведении начальных этапов трассировки автотрассировщик создает трассировку с большим числом конфликтов, которые разрешаются в процессе трассировки. Рассмотрим некоторые простые правила, которые полезно соблюдать, работая с системой SPEC-CTRA.

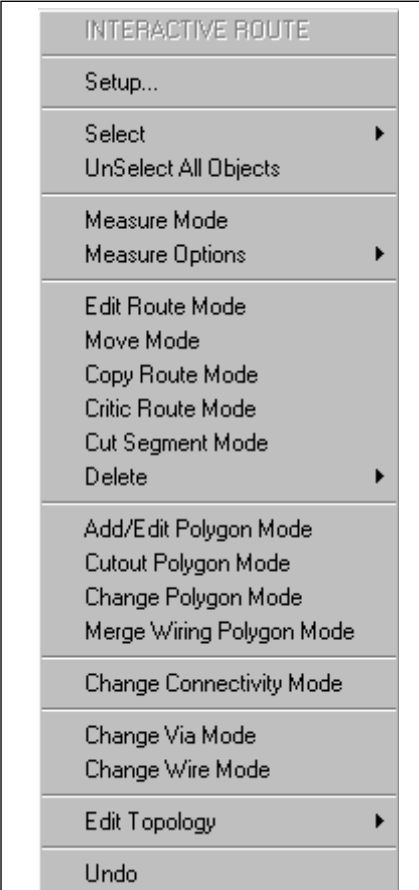


Рис. 13. Меню интерактивной трассировки

Перед началом трассировки платы стоит заглянуть в меню **Report>Rules...** All и посмотреть правила трассировки. Потраченные на это 5-10 минут легко компенсируют несколько часов бестолковой разводки в случае явных ошибок. Затем стоит установить параметры по умолчанию:

```
unit mil
status file $/cctroute.sts
bestsave on $/cctbest.w
grid wire 1
grid via 1
do $/design_rules.do
```

При установке зазоров следует помнить, что определенные правила позволяют резко повысить производительность трассировщика.

Следующие правила трассировки позволяют улучшить трассировку стрингеров для планарных элементов на платах с плотным расположением компонентов:

```
rule pcb (clearance 10 (type
smd_via_same_net))
rule pcb (clearance 10 (type
via_via_same_net))
```

Правила зазоров, позволяющие улучшить трассировку при наличии ответвлений проводников недалеко от переходных отверстий и контактных площадок:

```
rule pcb (clearance 5 (type
smd_to_turn_gap))
rule pcb (clearance 5 (type
pad_to_turn_gap))
```

Всегда устанавливайте расстояние между переходными отверстиями (ПО) таким образом, чтобы между ними проходил хотя бы один проводник:

```
rule pcb (clearance 15 (type via_via))
```

Этот прием позволит улучшить сглаживание проводников:

```
rule pcb (clearance 5 (type
pad_to_turn_gap))
```

При задании направления слоев (Layer direction) стоит принимать во внимание относительное увеличение длины цепей на плате из-за наличия петель элементов трассировки в направлении, противоположном основному, принятому для данного слоя.

В этом случае следует задать разумное значение штрафа за трассировку в "неверном" направлении (Wrong-Way Routing Costs). Это ограничение достаточно сильное, и его следует использовать осторожно:

```
limit way 400
```

Стоимость трасс остается постоянной до изменения:

```
cost way 50
```

Введение такс (Tax) позволяет воспользоваться преимуществом динамического распределения цен цепей автоматическим трассировщиком, например:

```
tax way 4
```

Уменьшение числа нарушений пере-

сечения проводников достигается за счет одновременного использования штрафа за пересечения и чрезмерную плотность трассировки:

```
tax cross 1.3
tax squeeze 5
```

Такая стратегия позволяет значительно сократить время трассировки сложных многослойных плат с высокой плотностью соединений. Цель заключается в том, чтобы уменьшить число конфликтов пересечения проводников в первых пяти проходах, после чего трассировщик сможет работать быстрее. Этот прием также позволяет уменьшить длину трасс из-за их длинных участков.

Уменьшение ресурсов трассировки из-за использования компонентов поверхностного монтажа связано с тем, что практически каждый вывод планарного компонента нуждается в ПО для подключения к цепи. Следует контролировать исключаемую длину проводников на невыбранных слоях установки компонентов (рис. 14).

Нижеприведенные команды не позволят трассировщику использовать слой smpr, чтобы проложить проводник от контактных площадок поверхностного монтажа (рис. 15):

```
unselect layer comp
change smd_escape 0
```

Этот прием рекомендуется использовать, если все стрингеры предварительно разведены, и нежелательно осуществлять любую другую трассировку в слое smpr. Использование величины .125 для параметра smd_escape может свести упомянутый эффект к минимуму.

Команды установки используются для того, чтобы дать трассировщику возможность развести стрингеры, созданные в базовой САПР (например, PCAD или ORCAD):

```
set route_to_
fanout_only off
```

Следует помнить, что по умолчанию данный параметр включен.

Таким образом, мы рассмотрели вкратце особенности использования программы автоматической трассировки плат SPEC-CTRA. Для более полного понимания ее работы следует внимательно изучить фирменную документацию [3, 4].

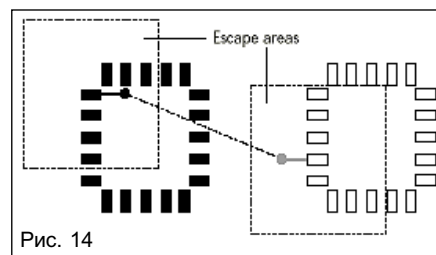


Рис. 14

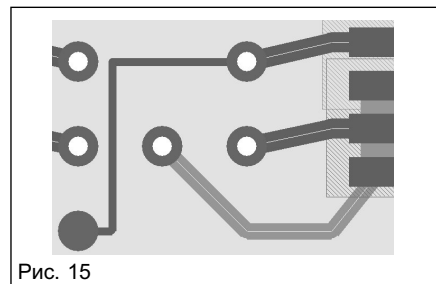


Рис. 15

Владимир Стешенко
steshenk@sm.bmstu.ru

Литература

1. Стешенко В. Б. ACCEL EDA: технология проектирования печатных плат. — М.: «Нолидж», 2000.
2. Стешенко В. Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов — М.: «Додэка», 2000.
3. SPECCTRA Version 9.0. Design Language Reference, 2000.
4. SPECCTRA Version 9.0. User's Reference, 2000.
5. Стешенко В. Б. Школа схемотехнического проектирования устройств обработки сигналов. // Компоненты и технологии, 2000, №3-8, 2001, №1-7, 2002, №1.