

В. Д. РАЗЕВИГ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ  
СИСТЕМЫ P-CAD

Москва

1992

Изложена методика автоматизированного проектирования многослойных печатных плат на персональных компьютерах типа IBM PC/AT с помощью системы P-CAD 4.5. Основное внимание уделено работе с графическими редакторами принципиальных схем и печатных плат и программами размещения компонентов на плате и трассировки соединений с учетом особенностей отечественных стандартов. Приведены сведения о взаимосвязи основных и вспомогательных программ системы P-CAD и дана методика составления библиотек компонентов, пригодных как для разработки печатных плат, так и моделирования аналоговых, цифровых и смешанных аналого-цифровых устройств с помощью программ PSpice, PC-LOGS и DDL.

## ВВЕДЕНИЕ

Внедрение в инженерную практику методов автоматизации проектирования позволяет перейти от традиционного макетирования разрабатываемой аппаратуры к ее моделированию с помощью персональных компьютеров (ПК). И более того, с помощью ПК возможно осуществить цикл сквозного проектирования, включающий в себя:

- синтез структуры и принципиальной схемы устройства;
- анализ его характеристик в различных режимах с учетом разброса параметров компонентов и наличия дестабилизирующих факторов и параметрическую оптимизацию;
- синтез топологии, включая размещение элементов на плате или кристалле и разводку межсоединений;
- верификацию топологии;
- выпуск конструкторской документации.

Для большинства устройств их структура и принципиальная схема в существенной степени зависят от области применения и исходных данных на проектирование, что создает большие трудности при синтезе принципиальной схемы с помощью ЭВМ. Поэтому обычно первоначальный вариант схемы составляется инженером "вручную" с последующим моделированием и оптимизацией на ЭВМ.

Топология печатной платы (ПП) разрабатывается после завершения схематехнического моделирования. На этом этапе проектирования осуществляется размещение элементов на ПП и трассировка соединений. Наиболее успешно разрабатываются ПП цифровых устройств, где вмешательство человека в процесс синтеза топологии сравнительно невелико. Разработка аналоговых устройств требует гораздо большего участия человека в процессе проектирования, коррекции и при необходимости в частичной переделке результатов автоматизированного проектирования. Основная сложность при разработке аналоговой аппаратуры заключается в автоматизации синтеза топологии и обеспечении взаимодействия программ моделирования схем и синтеза топологии. Кроме того достаточно сложно формализовать многочисленные дополнительные требования к аналоговым устройствам, например, требование электромагнитной совместимости компонентов и др.

Заключительным этапом разработки является верификация топологии. На нем проверяются соблюдение технологических норм, соответствие топологии исходной принципиальной схеме, а также рассчитываются электрические характеристики схемы с учетом паразитных параметров, присущих конкретной конструкции.

Приведем краткий обзор наиболее известных комплексов программ автоматизированного проектирования ПП на ПК типа IBM PC/AT.

Один из самых простых пакетов программ конструкторского проектирования – пакет smARTWORK фирмы "Wintek Corp." [1], который включает в себя графический редактор двусторонней ПП, программу ручной и автоматической трассировки соединений и программу выдачи чертежей на плоттер. Большими функциональными возможностями обладает пакет OrCAD фирмы System Corp.\*\*, в котором имеется графический редактор принципиальных схем и ПП, а также программы моделирования цифровых устройств и трассировки соединений (однако программа автоматического размещения компонентов отсутствует). Привлекательность этому пакету придает удобный графический редактор и возможность перекодирования списка соединений схемы в форматы таких программ,

как P-CAD, PSpice и др.

Одна из самых мощных систем автоматизированного проектирования на ПК – система P-CAD фирмы CAD System” [2 –7]. В нее входят редакторы принципиальных схем и многослойных ПП, программы моделирования цифровых устройств, автоматического размещения компонентов на ПП и трассировки соединений, выдачи чертежей на принтер, плоттер, фотопостроитель, выдачи данных на сверлильные станки с ЧПУ, а также вспомогательные сервисные программы.

Система Personal Logican фирмы Systems Corp.” позволяет проектировать цифровые устройства, включая микропроцессоры, контроллеры и устройства памяти [8]. Большие успехи достигнуты в создании САПР цифровых устройств на базе программируемых логических матриц (ПЛМ) [9]. Разработка ПЛМ возможна с помощью системы P-CAD и последних разработок фирмы Systems Corp.”. Начаты работы по автоматизации проектирования на ПК аналоговых и цифровых схем на базовых матричных кристаллах (БМК). Известны также комплексы программ CADdy (“CADdy Corp.”), Micrograph (Systems”), отечественные разработки “МАГИСТР-П”, “Минск ПК”, “ГРИФ”, “ГРОТЕСК”, “Сталкер/ПС” и ряд других [1, 4, 5].

Особо следует выделить пакет машинной графики AutoCAD фирмы “[1, 10], с помощью которого можно доработать чертежи, создаваемые системой P-CAD, в соответствии с требованиями ЕСКД.

В последнее время появились сообщения о разработке новых систем проектирования, ориентированных на использование специализированных рабочих станций. К ним относится система QUESTRACK фирмы “ и Falcon Framework фирмы Graphics”. Последняя использует рабочие станции HP Apollo серии 700. Однако в связи с их малой распространенностью и высокой стоимостью наиболее популярной программой проектирования ПП в нашей стране по-прежнему остается система P-CAD.

В настоящее время в системе P-CAD преодолена проблема использования на чертеже букв русского алфавита и созданы вспомогательные программы для подключения разнообразного периферийного оборудования и сервисные программы, что позволяет легче адаптировать систему P-CAD к конкретным условиям проектирования.

Сведений о практической работе с конкретными пакетами программ проектирования в литературе недостаточно. В частности, в книге [6] изложена версия P-CAD 3.0, которая значительно уступает по возможностям версии P-CAD 4.5, а в [7] приведен хороший справочник команд графических редакторов, но недостаточно методических указаний по работе в системе P-CAD 4.5 с учетом требований отечественных стандартов. Настоящая книга призвана частично восполнить этот пробел. Она поможет специалистам, занимающимся схемотехническим проектированием электронной аппаратуры, освоить систему P-CAD и самостоятельно разрабатывать ПП. Вопросы схемотехнического моделирования составляют отдельную область знаний и изложены в [11].

Для работы на ПК с системой P-CAD не требуется глубоких знаний в области вычислительной техники, достаточно иметь общее представление о ПК и операционной системе MS-DOS [12]. Главное – необходимо быть специалистом в области разработки ПП [13–]. В настоящей книге обращено внимание на принципиальные вопросы, возникающие при работе с системой P-CAD, и типичные проектные ситуации. Изложена логика взаимосвязи отдельных программ. Для облегчения диалога с системой, который ведется по-английски, в приложении 1 приведен перевод основных терминов. Изучение материала книги целесообразно проводить параллельно с работой на ПК. Знакомство с книгой позволит освоить систему P-CAD гораздо быстрее, чем с помощью многотомной фирменной документации, к которой придется обращаться за справками лишь в отдельных сложных случаях. Опытные разработчики также найдут в ней полезную для себя информацию, отсутствующую в переводах фирменной документации по системе P-CAD:

- 1) методику работы с системой P-CAD с учетом взаимосвязи потоков информации между отдельными программами системы и требований отечественных стандартов;
- 2) особенности проектирования многослойных ПП;
- 3) методику создания библиотек компонентов, пригодных как для разработки ПП, так и схемотехнического моделирования с помощью программ PSpice, PC-LOGS и DDL.

Материал книги основан на опыте, приобретенном в Московском энергетическом институте по применению системы P-CAD на ряде предприятий. В связи с различием методик проектирования и технологических особенностей производства к высказанным в книге рекомендациям следует относиться критически и не всегда следовать им буквально.

Автор благодарит И.В.Лысенко за помощь в написании гл. 5 –7 и С.А.Рябова за консультации по системе P-CAD, большой труд по чтению рукописи книги и предложения по улучшению ее содержания, а также за разрешение использовать в иллюстрациях разработанную им базу данных.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ P-CAD

### 1.1. Функциональные возможности и структура

Ранние версии системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) P-CAD разработаны фирмой CAD Systems, Inc.". В последние годы эту систему представляет фирма Comp.", которая заменила название P-CAD на Master Designer. Однако пользователи предпочитают старое название системы. Настоящая книга посвящена наиболее распространенной версии P-CAD 4.5 для ПК типа IBM PC/AT [2–]. Она работает под управлением операционной системы MS-DOS версии 3.0 и выше. Минимальный объем оперативной памяти для монопольного пользования системой должен быть не менее 590 Кбайт без расширенной памяти и 550...570 Кбайт с расширенной памятью, емкость памяти на жестком магнитном диске –не менее 10 Мбайт. Ряд программ системы (PC-CAPS, PC-CARDS, PC-PLACE и PC-ROUTE) поддерживают работу с расширенной памятью в стандарте LIM (Lotus/Intel/MicroSoft) версии 3.1 и выше. Рекомендуемый объем расширенной памяти не менее 1 Мбайт. Однако работа системы принципиально изменяется уже при наличии всего дополнительных 100 Кбайт. При этом увеличивается как скорость выполнения отдельных команд, так и скорость обработки больших схем. Система поддерживает широкий набор цветных графических дисплеев, принтеров, плоттеров и фотоплоттеров, манипуляторов типа "мышь" и цифровых планшетов различных типов. Система настраивается на конкретный состав оборудования с помощью набора драйверов.

Система P-CAD позволяет выполнять следующие проектные операции:

- создание условных графических обозначений элементов принципиальной электрической схемы (УГО) и их физических образов (конструктивов);
- графический ввод чертежа принципиальной электрической схемы и конструктивов проектируемого устройства;
- математическое моделирование цифровых электронных устройств, в том числе программируемых логических матриц;
- одно- и двустороннее размещение разногабаритных элементов с планарными и многослойными контактными площадками на поле ПП с печатными и навесными (вырубными) шинами питания в интерактивном и автоматическом режимах;
- ручную и автоматическую трассировку печатных проводников произвольной ширины в интерактивном режиме (число слоев 1...32);
- размещение межслойных переходов;
- автоматизированный контроль результатов проектирования ПП на соответствие принципиальной электрической схеме и конструкторско-технологическим ограничениям;
- автоматическую коррекцию электрической принципиальной схемы по результатам размещения элементов на ПП (после эквивалентной перестановки компонентов или их выводов);
- полуавтоматическую корректировку разработанной ПП по изменениям, внесенным в принципиальную электрическую схему;
- выпуск конструкторской документации (чертеж принципиальной схемы, детализировочный и сборочный чертежи) и технологической информации (фотошаблоны и файлы данных для сверления отверстий с помощью станков с ЧПУ) на проектируемую ПП.

Аналоговые и смешанные аналого-цифровые устройства моделируются с помощью отдельной программы PSpice версий 4 и 5 фирмы Corp.", которая интегрируется с системой P-CAD [11]. Кроме того, возможно подключение к ней более совершенных программ моделирования цифровых устройств CADAT, DDL и др.

Система P-CAD, версия 4.5, характеризуется следующими возможностями:

Максимальное количество компонентов на плате	500	2300
Максимальное количество типов компонентов	400	800
Максимальное количество связей	1000	4000
Максимальное количество выводов компонентов	32767	32767
Максимальные		

размеры печатной платы:

в метрической системе, мм	600x600	600x600
в английской системе, дюйм	60x60	60x60

Программный комплекс системы P-CAD включает в себя взаимосвязанные пакеты программ и отдельные программы, образующие систему сквозного проектирования радиоэлектронной аппаратуры. В состав подсистемы проектирования ПП входят следующие программные модули:

SHELL –управляющая оболочка системы P-CAD;

PC-CAPS –графический ввод и редактирование УГО радиоэлектронных компонентов (создание файлов с расширением .SYM) и принципиальных электрических схем (создание файлов с расширением .SCH), подготовка файлов для передачи данных программам PC-PRINT и PC-PLOTS;

PC-CARDS –графический ввод и редактирование конструктивов компонентов РЭА (.PRT) и конструктивов ПП (.PCB), подготовка файлов для передачи данных программам PC-PRINT, PC-PLOTS и PC-PHOTO;

PC-COMP –редактирование информации в текстовой форме о выводах компонентов, упаковке нескольких секций в корпус интегральной микросхемы и расположении выводов на УГО компонента и его конструктиве;

PC-LIB –создание библиотечных файлов радиоэлектронных компонентов;

PC-NODES –извлечение списка электрических связей из принципиальной схемы или ПП в виде двоичных файлов, имеющих расширение .NLT или .PNL;

PC-LINK –объединение взаимосвязанных списков электрических связей схем, состоящих из нескольких страниц или имеющих иерархическую структуру, в единый список в файле с расширением .XNL;

PC-PLACE –автоматическое или ручное размещение компонентов на ПП, подготовка файлов для передачи данных программам PC-PRINT, PC-PLOTS и PC-PHOTO;

PC-ROUTE –автоматическая трассировка соединений ПП;

PREPACK –преобразование текстового файла перекрестных ссылок УГО и конструктивов компонентов, используемых в схеме, в двоичный файл с расширением .LIB, включая обработку нескольких файлов перекрестных ссылок, объединенных средствами DOS;

PC-PACK –составление базы данных ПП на основе списков электрических связей и перекрестных ссылок (“упаковка” схемы в файл с расширением .PKG);

PC-ERC –выявление ошибок в принципиальных схемах;

PC-DRC –контроль технологии спроектированной ПП на соответствие конструкторско-технологическим ограничениям;

PC-NLC –сравнение и указание различий двух списков соединений, в частности, составленных по чертежу ПП и принципиальной электрической схеме;

PC-NLT –составление файла упаковки схемы путем преобразования текстового файла с расширением .ALT, содержащего перечень конструктивов и таблицу электрических соединений;

PC-BACK –создание командного файла для коррекции принципиальной электрической схемы с помощью программы PC-CAPS при наличии перестановок компонентов или их выводов, сделанных с помощью программ PC-PLACE или PC-CARDS (эти возможности перекрываются программой PC-ECO);

PC-ECO –автоматическая коррекция электрической принципиальной схемы по результатам проектирования ПП (back annotation –коррекция “назад”) и наоборот (forward annotation –коррекция “вперед”);

PC-FORM –составление текстовых файлов отчетов проекта;

PDIF-OUT –преобразование двоичных файлов с расширением .SYM, .SCH, .PRT, .PS и .PCB в текстовые файлы .PDF для последующего редактирования;

PDIF-IN –обратное преобразование отредактированного текстового файла с расширением .PDF в двоичные файлы;

NX-ACAD –преобразование данных о чертеже схемы или ПП (файлы с расширением .PLT) в DXF-формат пакета программ AutoCAD (в состав системы P-CAD не входит);

PC-PRINT –вывод чертежа электрической принципиальной схемы или топологии ПП на принтер;

PC-PLOTS –вывод чертежа электрической принципиальной схемы или топологии ПП на плоттер (графопостроитель);

PC-PHOTO –изготовление фотшаблонов на фотоплоттере;

PC-DRILL –составление файлов координат отверстий ПП для управления сверлильными

станками с ЧПУ и вывод их на перфоленту.

Процесс проектирования ПП состоит из нескольких этапов. На каждом из них используются отдельные модули системы P-CAD, взаимосвязь которых иллюстрируется на рис. 1.1. Перейдем к систематическому описанию основных этапов проектирования ПП.

*Этап 0.* Перед началом разработки ПП должны быть созданы библиотеки УГО компонентов РЭА на принципиальных электрических схемах (в файлах с расширением .SYM) с помощью программы PC-CAPS, библиотеки их конструктивов (в файлах .PRT) и стеков (этажерок) контактных площадок (в файлах .PS) с помощью программы PC-CARDS. Причем файлы .PS необходимы только программам PC-DRC и PC-PHOTO, программа автоматической трассировки PC-ROUTE их не использует. Файлы отдельных компонентов целесообразно объединить в библиотечные файлы с помощью программы PC-LIB.

*Этап 1.* Создание чертежа принципиальной электрической схемы (.SCH, блок 1 на рис. 1.1), составление списков электрических связей схемы (блоки 2, 3) и проверка схемы (блок 4).

*Этап 2.* Схемотехническое моделирование с помощью программ PC-LOGS, DDL или PSpice (на рис. 1.1 не показаны, подробности см. в [11]).

*Этап 3.* Создание файла базы данных ПП (имеющего расширение .PKG) двумя способами:

а) на основе информации, содержащейся в файлах списков соединений, составленных по принципиальной электрической схеме (.NLT или .XNL), и файле перекрестных ссылок (.FIL, блоки 5, 6 на рис. 1.1), а также файла конструктива ПП (.PCB, блок 7);

б) на основе текстового файла с расширением .ALT, в котором пользователь описывает состав проектируемой ПП (при этом чертеж принципиальной схемы не создается, блок 8). Такой способ применяется редко, он описан в приложении 5.

*Этап 4.* Размещение компонентов на ПП вручную с помощью графического редактора PC-CARDS (блок 7) или автоматически и интерактивно с помощью программы PC-PLACE (блок 9). В последнем случае можно (но не обязательно) с помощью программы PC-CARDS предварительно вручную расставить компоненты на ПП и трассировать шины питания и "земли" (блок 7).

*Этап 5.* Трассировка соединений с помощью программы PC-ROUTE (блок 10) или вручную с помощью программы PC-CARDS (блок 7).

*Этап 6.* Работа со вспомогательными программами (утилитами) для верификации ПП, сопоставления чертежей принципиальных электрических схем и ПП и внесение в них изменений, выпуск текстовых отчетов (блок 11 на рис. 1.1 и не отмеченные на нем программы PC-ECO, PC-NLC и PC-FORM, см. гл. 7).

*Этап 7.* Выпуск конструкторско-технологической документации (блоки 12– на рис. 1.1).

## 1.2. Организация работы с системой

Рекомендуется следующая организация системы P-CAD на жестком магнитном диске (рис. 1.2). В файле PCADDRV.SYS, помещаемом в корневом каталоге диска, на первых трех строках содержатся имена драйверов, соответствующих типу ПК, дисплея и манипулятора типа "мышь" (список имеющихся драйверов помещен в файле XRF.DRV), а далее указывается ряд необязательных параметров. Примем для определенности, что система располагается на диске с именем D:, используется ПК IBM PC/AT с графическим адаптером EGA и манипулятором "мышь" типа Genius Mouse GM-6 Plus в режиме MS-serial mouse, тогда файл PCADDRV.SYS может иметь вид

```
SYSTEM D:\PCAD\DRV\sibmpc.drv
DISPLAY D:\PCAD\DRV\dibmega.drv
INPUT D:\PCAD\DRV\imsser.drv
MOUSEGAIN LOW 3.0
COLORS 000 0F0 F00 FF0 00F 0FF F0F FFF 444 040 F80 840 48F F88 F08 888
TEXTSIZE RELATIVE 1.0 1.0
ROUNDLINES YES
TWOHEADED NO
```

Первые три строки с ключевыми словами SYSTEM, DISPLAY, INPUT обязательны; в них указаны полные имена драйверов. В строке с ключевым словом MOUSEGAIN первый параметр, принимающий значение LOW, MEDIUM и HIGH, определяет зависимость

перемещения курсора на экране дисплея от скорости движения "мыши"; второй параметр, принимающий значения в диапазоне от 0.0 до 10.0 (по умолчанию 10), задает передаточное число "мыши" (т.е. зависимость перемещения курсора на экране от перемещения "мыши"). В строке COLORS указываются коды 16 цветов, в которые окрашены фон экрана, курсор и слои чертежа. Цвет каждого слоя определяется соотношением трех основных цветов (красного, зеленого, синего), интенсивность каждого цвета указывается шестнадцатеричным кодом. В строке TEXTSIZE задается размер текста в зоне меню команд и строках сообщений и состояний графических редакторов PC-CAPS, PC-CARDS, PC-PLACE в относительных (RELATIVE) или абсолютных (ABSOLUTE) единицах по осям X, Y; размер текста в относительных единицах по отношению к исходным находится в пределах 0.0 ... 4.0, а в абсолютных — в пикселях. По умолчанию этот параметр

принимает значение TEXTSIZE RELATIVE 1.0 1.0. Таким образом в мониторах с высоким разрешением можно уменьшить часть экрана, занимаемого меню, и увеличить поле чертежа. В строке ROUNDLINES устанавливается режим вычерчивания закруглений на концах широких линий (это важно для графического редактора ПП PC-CARDS) — параметр YES (NO — концы линий не скругляются). В последней строке TWOHEADED предусматривается работа с помощью двух дисплеев (параметр YES), на один из которых выводится текстовая информация, а на другой — графическая, что позволяет экономить время при работе с большими схемами.

Здесь же в корневом каталоге находится файл RUNPCAD.BAT, создаваемый управляющей оболочкой Shell (см. разд. 1.3); в нем запоминается подкаталог, из которого эта программа вызывалась последний раз.

Каталог PCAD состоит из подкаталогов, в которых хранятся следующие программы и файлы данных:

- EXE — программные модули системы P-CAD;
- DRV — драйверы внешних устройств, указанные в файле PCADDRV.SYS;
- SYM — библиотека УГО компонентов на принципиальных схемах (файлы с расширением .SYM и (или) библиотечный файл .SLB);
- PRT — библиотека конструктивов компонентов (файлы с расширением .PRT и (или) библиотечный файл .PLB);
- WORK1, WORK2, ... — рабочие подкаталоги, в которых хранятся файлы с результатами проектирования.

Кроме того, в каталоге PCAD находится файл PCADPATH.BAT, устанавливающий путь доступа к используемым подкаталогам, имеющий, например, вид

```
@echo off
path=..\;D:\PCAD;D:\PCAD\EXE
path
```

В каждом рабочем подкаталоге WORK1, WORK2, ... может находиться командный файл PCAD.BAT для начального вызова системы P-CAD:

```
@echo off
call pcadpath.bat
pcadshl %1 %2 %3 %4 %5 %6 %7 %8 %9
call runpcad
C:\dospath
```

Здесь первая команда отменяет выдачу на терминал сообщений о выполняемых командах, вторая устанавливает необходимый путь. Команда PCADSHL загружает управляющую оболочку Shell. Команда CALL RUNPCAD после завершения работы с системой P-CAD передает управление в подкаталог, из которого загружалась система. Последняя команда восстанавливает стандартный путь доступа.

После приобретения опыта работы с системой P-CAD пользователи могут изменить содержание командного файла PCAD.BAT и способ организации системы на жестком магнитном диске по своему усмотрению. При этом пользоваться оболочкой Shell не обязательно.

В каталоге EXE может находиться файл PCADMEM.\$\$M, позволяющий распределить память между системой P-CAD и DOS. Он состоит из двух строк, имеющих, например, вид:

```
DOS 0
LIM 896
```

На первой строке указывается размер буферного файла системы P-CAD (в килобайтах). Этот параметр принимает значения в диапазоне

12...144 Кбайт с шагом 12 Кбайт (по умолчанию 144 Кбайт). При необходимости запускать из системы P-CAD резидентные программы этот параметр должен быть маленьким, а при работе со схемами большого размера –большим. Если же на ПК имеется расширенная память, его рекомендуется установить равным нулю. На второй строке LIM указывается объем расширенной памяти (в килобайтах), отводимый для системы P-CAD.

В файле конфигурации CONFIG.SYS должен быть указан параметр FILES=20.

### 1.3. Работа с управляющей оболочкой Shell

**Загрузка управляющей оболочки Shell.** Работа с системой автоматизированного проектирования P-CAD начинается с загрузки управляющей оболочки Shell, с помощью которой вызываются отдельные программные модули системы. Управляющая оболочка Shell загружается с помощью командного файла PCAD.BAT. Сначала необходимо перейти в свой рабочий подкаталог, например WORK1, выгрузить все лишние резидентные программы, в частности, и Norton Commander, и затем набрать команду PCAD:

```
D:\WORK1>pcad
```

На экран дисплея будет выведено начальное меню управляющей оболочки Shell, показанное на рис. 1.3. В левой части экрана приведено меню режимов работы системы P-CAD, в котором ярко выделена одна строка (помимо этого, в ней разделитель \* заменен на >>), а в правой части –соответствующий фрагмент структурной схемы системы (см. рис. 1.1). На соседнюю строку меню переходят нажатием клавиш [Пробел], - или ĩ. Для подтверждения выбранного режима нажимается клавиша [Return] или [?], после чего в левой части экрана выводится список подрежимов и программ, а в правой –формат команды вызова программы, помеченной светящейся строкой.

Цвета на экране изменяются нажатием клавиш Alt-Z, Alt-X, Alt-N, Alt-M.

Приведем список режимов и подрежимов, вынесенных в меню управляющей оболочки Shell (в скобках указаны имена программ системы P-CAD):

D\* Design Entry Subsystem (подсистема разработки принципиальных схем):

C: Component Editor (PC-COMP) –редактор компонентов;

S: Schematic Capture (PC-CAPS) –графический редактор УГО компонентов и принципиальных схем;

N: Netlist Extraction (PC-NODES) –составление списков связей;

L: Netlist Linkage/Expansion (PC-LINK) –объединение списков связей;

R: Engineering Rules Check (PC-ERC) –контроль схем;

P: PCB Interface (интерфейс подсистемы проектирования ПП):

K: Prepackaging (PREPACK) –преобразование текстового файла перекрестных ссылок в двоичный файл;

P: Packaging (PC-PACK) –составление базы данных ПП (“упаковка”схемы);

B: Back Annotation (PC-BACK) –коррекция “назад”

C: Netlist Comparison (PC-NLC) –сравнение списков связей;

P\* PCB Layout Subsystem (подсистема проектирования ПП):

P: Auto-placement (PC-PLACE) –размещение компонентов;

R: Auto-routing (PC-ROUTE) –автоматическая трассировка;

L: Interactive Layout (PC-CARDS) –графический редактор конструктивов компонентов и ПП;

C: Component Editor (PC-COMP) –редактор компонентов;

U: PCB Utilities (утилиты подсистемы PCB):

I: ASCII Netlist Importation (PC-NLT) –трансляция текстового файла списка связей;

N: Netlist Extraction (PC-NODES) –составление списков связей;

C: Netlist Comparison (PC-NLC) –сравнение списков связей;

D: Design Rules Check (PC-DRC) –контроль ПП;

M: Manufacturing Interfaces (интерфейсы оборудования):

P: Photoplotter (PC-PHOTO) –построитель фотошаблонов;

D: N/C Drill (PC-DRILL) –подготовка данных для сверлильных станков;

I: Auto-insertion (PC-INSERT) –автоматическая вставка;

E\* ECO Processing (внесение изменений в проект);

C\* PLD Design Subsystem (подсистема проектирования программируемых логических

матриц);

- S: Schematic Capture (PC-CAPS) –редактор принципиальных схем;
- N: Netlist Extraction (PC-NODES) –составление списков связей;
- L: Netlist Linkage/Expansion (PC-LINK) –объединение списков связей;
- T: Netlist Translation (NX-CUPL) –трансляция списка связей;
- C: PLD Compiler (CUPL) –компилятор ПЛМ;

S\* Simulation (логическое моделирование цифровых устройств):

- P: Netlist Preprocessor (PRESIM) –преобразование списка связей в формат программы PC-LOGS;
- M: Behavioral Modelling (PC-MODEL) –построение моделей цифровых микросхем на логическом уровне;
- S: Simulation (PC-LOGS) –логическое моделирование;
- W: Waveform Postprocessor (POSTSIM) –графическая обработка результатов моделирования;

I\* System Interfaces (интерфейсы системы):

- A: ASCII Reports (PC-FORM) –составление отчетов проекта в виде текстовых файлов;
- E: EDIF Netlist (NX-EDIF) –преобразование списка связей в формат EDIF;
- R: Hardcopy: Printer (PC-PRINT) –вывод чертежей на принтер;
- L: Hardcopy: Plotter (PC-PLOTS) –вывод чертежей на плоттер;
- O: PDIF Output (PDIF-OUT) –преобразование двоичных файлов .SYM, .SCH, .PRT или .PCB в текстовый файл .PDF;
- I: PDIF Input (PDIF-IN) –обратное преобразование файла .PDF в двоичный файл;

U\* User Menu (меню пользователя).

Заметим, что пакет программ моделирования аналоговых устройств PSpice не включен в меню управляющей оболочки Shell, поэтому он запускается из DOS или с помощью функциональных клавиш, программируемых пользователями (см. ниже).

Вызов конкретного режима или программы возможен также нажатием клавиши с буквой, указанной в левой колонке меню на строке выбранного режима (программы).

На другую строку меню переходят не только нажатием клавиш [Пробел],  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ , которые передают управление на соседнюю строку, но и перескоком сразу на нужную строку. Для этого используется идентификатор меню ID, который состоит из последовательности префиксов режимов, вынесенных в левую колонку меню (рис. 1.3). Сначала нажимается клавиша [\], после чего управление передается на первую строку начального меню; ввод после этого идентификатора ID передает управление на выбранную строку меню (начальный символ идентификатора ID отображается на верхней строке экрана). Приведем примеры перехода:

- \ –на первую строку начального меню;
- \s –на первую строку меню режима Simulation;
- \sw –в режим Simulation, в котором вызывается программа Waveform Postprocessor (POSTSIM).

Нажатие функциональной клавиши F10 передает управление на первую строку предыдущего меню.

**Вызов отдельной программы.** Сначала светящимся курсором нужно выделить строку меню с выбранной программой. Нажатие клавиши [Return] приводит к немедленному выполнению программы (при этом загружается файл конфигурации программы, созданный в предыдущем сеансе проектирования). Нажатие же клавиши [?] выводит на вторую сверху строку экрана имя команды вызова программы, после чего при необходимости с клавиатуры вводятся параметры команды (формат команды указан в правой части экрана) и нажимается клавиша [Return]. Если программа имеет файл конфигурации (с расширением .CFG), то управление передается сначала в начальное меню программы для создания/редактирования файла конфигурации данной программы.

**Функциональные клавиши F1, ..., F10** используются в управляющей оболочке Shell для выполнения следующих команд:

- F1 –описание назначения функциональных клавиш F1, ..., F10;
- F2 –вызов помощи из текущего меню;
- F3 –описание текущего назначения функциональных клавиш [Alt]-F1, ..., [Alt]-F10, программируемых пользователем;
- F4 –программирование функциональных клавиш [Alt]-Fn;
- F5 –чтение/создание нового файла конфигурации управляющей оболочки Shell



(по умолчанию используется файл PCADSHL.CFG);

F7 —выполнение команд DOS, которые недоступны при нажатии функциональной клавиши F9;

F9 —выполнение команд DOS;

F10 —переход в предыдущее меню.

Приведем список команд DOS, доступных для выполнения после нажатия клавиши F9:

CHDIR (CD)	DIR	RENAME (REN)	VER
CLS	ERASE	RMDIR (RD)	VERIFY
COPY	FIND	SET	VOL
DATE	MKDIR (MD)	TIME	
DEL	PATH	TYPE	

Для выполнения этих команд DOS следует нажать клавишу F9 и затем по запросу Enter DOS command ([Esc] to quit):

ввести имя команды.

Функциональная клавиша F7 используется для выполнения остальных команд DOS, которые вводятся в ответ на запрос

Enter command>

Кроме того, применяются комбинации функциональных клавиш [Alt]-F1, ..., [Alt]-F10, программируемых пользователями. Для их программирования нажимается клавиша F4 и затем любая клавиша Fn (без нажатия клавиши [Alt]), например F3. После этого на экране появится информация о старом назначении комбинации клавиш [Alt]-Fn, например

F3 definition> DOS DIR

(по этой команде выводится содержимое текущего каталога). Затем пользователь вводит новое содержание команды с помощью специальных команд управляющей оболочки Shell: JUMP, CFG, DOS, DOSP, SHELL. Эти команды выполняют следующие действия:

JUMP <идентификатор меню> —переход из одного меню в другое;

CFG <имя файла конфигурации> —загрузка нового файла конфигурации управляющей оболочки Shell;

DOS <имя команды DOS> или DOSP <имя команды DOS> —выполнение команд DOS (тех же, что выполняются при нажатии клавиши F9);

SHELL <имя файла сообщений> —загрузка нового файла сообщений интерпретатора Shell.

Приведем примеры назначения функциональных клавиш, программируемых пользователем:

[Alt]-F1: JUMP DN (вызов из меню Design Entry Subsystem программы Netlist Extraction);

[Alt]-F2: PCCAPS EXAMPLE.SCH (вызов графического редактора PC-CAPS с автоматической загрузкой чертежа схемы из файла EXAMPLE.SCH);

[Alt]-F3: DOS DIR (вывод содержимого каталога);

[Alt]-F4: ERASE \*.CFG (стирание всех файлов конфигурации);

[Alt]-F5: NXSPICE (вызов программы NX-SPICE, преобразующей файл электрических связей в формат входного текстового файла программы PSpice);

[Alt]-F6: PSpice (вызов программы моделирования аналоговых схем PSpice);

[Alt]-F7: LOGSIM (вызов командного файла LOGSIM.BAT, предназначенного для автоматической передачи данных от программы PC-CAPS к программе логического моделирования PC-LOGS).

Исполнение команд пользователей производится одновременным нажатием двух клавиш [Alt] и Fn (первую клавишу нажать немного раньше).

Вернемся теперь снова к **загрузке интерпретатора команд Shell**. В начале параграфа приведен простейший способ. В общем случае интерпретатор Shell загружается командой >rcad <идентификатор меню> [-с <имя файла конфигурации>] [-m <имя файла сообщений>]

С помощью <идентификатора меню> ID явно указывается, в какой режим должно быть передано управление после загрузки Shell. Второй параметр указывает имя файла конфигурации интерпретатора Shell (по умолчанию подсоединяется файл PCADSHL.CFG). Третий параметр указывает имя файла сообщений, в котором содержатся тексты меню, информации и помощи (по умолчанию подсоединяется файл PCADSHL.MSG). Приведем примеры загрузки интерпретатора команд Shell:

>rcad —вызов начального меню;

>pcad \d –вызов меню режима Design Entry Subsystem, курсор устанавливается на первой строке меню;

>pcad \ds –вызов меню режима Design Entry Subsystem, курсор устанавливается на строке Schematic Capture;

>pcad \dpcb -c d:\pcad\test.cfg –вызов меню Design Entry Subsystem режима PCB Interface, в котором курсор выделит строку Back Annotation; кроме того, из каталога D:\PCAD будет подсоединен файл конфигурации TEST.CFG.

**Завершение работы** с интерпретатором команд Shell осуществляется двукратным нажатием клавиши X.

В заключение заметим, что отдельные программные модули системы P-CAD не обязательно загружать с помощью интерпретатора Shell. Для этого достаточно, например, из каталога D: загрузить файл установки пути PCADPATH.BAT, перейти в свой рабочий подкаталог и затем вызвать нужную программу, например, графический редактор PC-CAPS, с помощью следующей последовательности команд:

```
D:\>pcadpath
D:\>cd pcad\work1
D:\PCAD\WORK1>rscaps
```

Управление будет передано в начальное меню программы PC-CAPS; созданные в процессе сеанса проектирования файлы помещаются в рабочий подкаталог PCAD\WORK1, управление после окончания работы с программой передается в этот же подкаталог.

Отметим, что в некоторых русифицированных версиях системы P-CAD перед загрузкой графических редакторов необходимо командой

```
>palt
```

загрузить специальный драйвер. Эту команду целесообразно включить в командный файл PCADPATH.BAT.

– 26 –

## 2. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ПРИНЦИПАЛЬНЫХ СХЕМ PC-CAPS

### 2.1. Вызов и настройка конфигурации графического редактора PC-CAPS

Графический редактор принципиальных электрических схем PC-CAPS используется для решения двух задач:

- построения/редактирования УГО компонента принципиальной электрической схемы (создается файл с расширением .SYM);

- построения/редактирования принципиальной электрической схемы аналогового или цифрового устройства (создается файл с расширением .SCH).

**Вызов программы PC-CAPS.** Программа вызывается с помощью управляющей оболочки Shell (режим Design Entry Subsystem/Schematic Capture, см. разд. 1.3) или непосредственно с помощью командной строки

```
>rscaps [<имя файла>] [-q] [-r] [-h] [-a] [@<имя ком. файла>] [x y]]
```

Здесь в квадратных скобках [ ] указаны необязательные параметры; <имя файла> – имя файла данных с расширением .SYM или .SCH, подлежащего загрузке (по умолчанию устанавливается расширение .SCH); параметр -q обеспечивает пропуск заставки программы, -r –обход начального меню программы, -h –вывод на экран синтаксиса командной строки; -a позволяет при загрузке компонентов (по команде ENTR/COMP) вызывать файлы УГО компонентов с нестандартным расширением (в противном случае только с расширением .SYM); <имя ком. файла> –имя командного макрофайла со списком команд для выполнения (по умолчанию устанавливается расширение .MAC); символ @ служит признаком командного файла; x, y –координаты, с которыми запускается командный файл (по умолчанию устанавливается 0, 0). Приведем примеры командной строки для вызова программы PC-CAPS:

```
>rscaps
>rscaps -r -q
>rscaps test
>rscaps test 10.0 50.0
>rscaps test @test 10.0 50.0
>rscaps @test
```

После ввода командной строки rscaps -h на экран выводится информация о ее синтаксисе:

USAGE : PCCAPS [<dbfile[.ext]>] [-r] [-h] [@<macfile[.ext]>] [x y]  
EXAMPLE : pccaps test.sch @test.mac 100 100  
<dbfile> : is the default database filename.  
It overwrites configuration default database filename.  
"-r" : enables the program to skip the menu screen.  
"-a" : disables filtering of "extension on pick list."  
"-h" : displays what you are currently reading.  
<macfile> : is the default macro to be executed. [x y] : specifies the location of the macro invocation.

Default is [0 0].

The <dbfile> should precede the <macfile>, if both are specified.

После вызова программы PC-CAPS (без указания параметра -r в командной строке) на экране появляется начальное меню программы

```
Configure PC-CAPS      (установка конфигурации)
>> Edit database << (редактирование базы данных)
Exit PC-CAPS          (выход из программы)
```

Одна из строк этого меню ярко подсвечивается и выделяется скобками >> <<. Светящийся курсор перемещается на другую строку нажатием клавиш [Пробел] или ↑, -. Для подтверждения выбранного режима достаточно нажать клавишу [Return].

**Настройка конфигурации** программы PC-CAPS. Она осуществляется в режиме Configure PC-CAPS с помощью следующего меню.

```
PC-CAPS Configuration
Database filename (имя файла базы данных):           None
Library filename (имя библиотеки):                   None
Pfkey filename (имя файла перепрограммирования клавиш): None Directory path
(пути в подкаталоги компонентов):
D:\PCAD\SYM;D:\PCAD\SYM1
Security Device port (порт подключения защиты) .... port 1/port 2

Video save to disk (сохранение изображения) ..... Off/On

Automatic layer switching (авт. активизация слоев).. On/Off Pin size (размер
выводов компонентов) ..... 10
Solder dot size (размер точек соединений) ..... 15
Component scale (percent of original size) (масштаб компонента в
процентах) ..... 100
Component text scale (percent of original size)
(масштаб текста в процентах) ..... 100
Rotate Component Text in Four Directions (ориентация текста при вращении
компонента) ..... Off/On
Pan Bars (вывод рамки) ..... On/Off
Enter the filename; Press: [RETURN] to accept
```

На первой строке Database filename можно указать имя конкретного файла с расширением .SYM или .SCH, подлежащего редактированию. Так, в частности, можно загрузить файл, содержащий информацию об активизированных слоях, системе единиц измерения координат и т.п. (см. подробности в разд. 2.2). Однако имена редактируемых файлов вводятся обычно не здесь, а в процессе работы с программой PC-CAPS или в командной строке при её вызове, поэтому на этой строке рекомендуется поместить параметр None. На следующей строке Library filename указывается полное имя одной или нескольких библиотек компонентов, созданных из набора файлов с расширением .SYM с помощью программы PC-LIB. По умолчанию устанавливается расширение .SLB, имена библиотек разделяются ";", библиотека должна находиться в каталоге, указанном в опции Directory path (работа с библиотекой допускается только в режиме DETL при рисовании принципиальных схем (УГО отдельных компонентов извлекаются из библиотеки и помещаются на схему по командам ENTR/COMP и /REPL). На строке Pfkey filename вводится полное имя файла, содержащего перепрограммирование функциональных клавиш; расширение по умолчанию .KEY. На строке Directory path указывается имя одного или нескольких подкаталогов, в которых находятся компоненты и библиотечные файлы; каталоги в списке разделяются знаком ";". Если список каталогов располагается на нескольких строках, каждая строка, кроме последней, должна заканчиваться

точкой с запятой “;”. На строке Security Device port указывается номер порта, к которому подключено устройство защиты системы P-CAD. Режим Video save to disk при указании состояния On используется для сохранения изображения из точек раstra (элементов изображения) на диске, когда выполняются команды VLYR, LPAN и MASK (при работе с файлом большой базы данных это может при выполнении команды RCL сократить время построения на экране изображения, запомненного ранее по команде STO, так как иначе система вычерчивает экран повторно); при использовании графики высокого разрешения этот режим выигрыша не дает и обычно выключается (параметр Off). При установке на строке Automatic layer switching параметра On автоматически активизируется слой, в котором по умолчанию записывается соответствующая информация (см. ниже). Следующие две строки устанавливают размеры выводов компонентов (Pin size) и точек соединений проводников (Solder dot size) в единицах базы данных. На следующих двух строках указывается масштаб изображения на схеме компонентов и текстовых надписей в процентах. На строке Rotate Component устанавливается параметр On –при вращении компонента текст будет поворачиваться вместе с ним, или Off –при вращении компонента текст будет сохранять нормальную ориентацию. На строке Pan Bars параметр On служит для вывода двойной прямоугольной рамки вокруг поля чертежа (рис. 2.1); помещая в нее курсор, можно пролистывать редактируемую схему в соответствующем направлении на половину экрана за каждое нажатие кнопки 1 “мыши” (Off означает запрет вывода рамки).

Для изменения параметра на какой-либо строке вводится его новое значение и затем нажимается клавиша [Return]. Если параметр принимает два значения On и Off, то нужное значение выбирается клавишей [Пробел]. Пустой ввод (нажатие клавиши [Return] без ввода нового значения параметра) сохраняет старое значение параметра. После редактирования последней строки меню на экран выводится запрос:

Save this configuration? No

При ответе No данная конфигурация сохраняется только в текущем сеансе проектирования, а при ответе Yes –записывается в файл PCCAPS.CFG в текущий каталог и автоматически устанавливается в следующем сеансе при загрузке из этого же каталога.

## 2.2. Общие принципы работы с графическим редактором PC-CAPS

После выбора в начальном меню режима Exit PC-CAPS экран дисплея форматируется и разбивается на несколько зон, как показано на рис.

2.1. *Область построения чертежа* может быть размечена *координатной сеткой*, если она включена. *Зона меню команд* предназначена для команд графического редактора, расположенных в двух колонках. Выбранная команда (она называется активной) заключается в прямоугольную рамку, после ее активизации в средней части левой колонки выводится список ее подкоманд. *Строка сообщений* предназначена для диалоговой связи между пользователями и программой; в ней выводятся запросы значений различных числовых и текстовых параметров, а также сообщения об ошибках. В строке состояний выводится информация о текущих параметрах активной команды.

**Построение чертежа.** Оно выполняется с помощью манипулятора “мышь”, перемещаемого по горизонтальной поверхности рабочего стола; при этом на экране дисплея синхронно перемещается курсор в виде креста. Манипулятор “мышь” имеет две или три кнопки. Чаще используется “двухкнопочный” режим работы манипулятора. Левая кнопка (кнопка 1) предназначена для выбора команды или местоположения курсора на экране (термин “выбор” означает однократное нажатие кнопки 1). Правая кнопка (кнопка 2) служит для отмены команды или предыдущего режима выбора в сложных командах (например, при выборе объекта для перемещения на чертеже нажимается кнопка 1, а для отмены режима перемещения –кнопка 2). В отсутствие манипулятора “мышь” положение курсора управляется с помощью функциональных клавиш  $\uparrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\otimes$  (скорость вычерчивания схемы при этом значительно уменьшается). Функционально левая кнопка манипулятора “мышь” соответствует клавише [Пробел], а правая –клавише [Esc].

Координатная сетка на экране упрощает процесс построения чертежа и повышает точность позиционирования. Шаг координатной сетки, координаты курсора в области построения чертежа и толщина линий измеряются в условных единицах базы данных DBU (data base unit). В системе P-CAD используются две системы единиц: английская

(English unit) и метрическая (metric unit). В английской системе условная единица редактора PC-CAPS составляет 0,01 дюйма, т.е. 0,254 мм, а в метрической системе – 0,1 мм \*. При создании нового чертежа по умолчанию устанавливается английская система единиц, в метрическую переходят по команде SCMD/UNIT (при редактировании существующего чертежа автоматически устанавливается система единиц, в которой он создан). Шаг координатной сетки в условных единицах по осям x, y показан в строке состояний. Например, на рис. 2.1, построенном в метрической системе, принят шаг 50:50, т.е. 5x5 мм. Заметим, что если чертеж построен в английской системе, например, с расстоянием между выводами микросхем 0,2 дюйма, то на стадии его вывода на принтер или плоттер устанавливается требуемое по ГОСТ расстояние 5 мм введением масштабного множителя 0,984. Кроме того, иногда работают в английской системе, вводя единицу “русский дюйм”, соответствующую 0,25 мм.

Максимальный размер чертежа, помещающегося в базе данных, составляет 60 000x60 000 условных единиц. Текущие координаты курсора x, y указываются в самом правом поле строки состояния (в английской системе единицы координаты приводятся в относительных единицах DBU, в метрической системе – в миллиметрах с точностью 0,1 мм \*\*).

Размер фрагмента чертежа, выводимого на экран дисплея, зависит от масштаба изображения, устанавливаемого командами ZIN, ZOUT, VWIN.

Функциональные клавиши F1 –F10 дублируют ряд команд из зоны меню команд для того, чтобы сделать более удобной работу с графическим редактором. Укажем их назначение:

- F1 –просмотр/установка текущего слоя (из числа активных);
- F2 –просмотр/установка режима ортогональности линий;

\* В графическом редакторе печатных плат PC-CARDS условная единица DBU составляет в английской системе 1 мил=0,001 дюйма, а в метрической системе –0,01 мм.

\*\* Далее все размеры указываются в метрической системе.

F3 –ввод/редактирование имени цепи при выполнении команды ENTR/WIRE;

F4 –назначение имени компонента при выполнении команды ENTR/COMP;

F5 –установка высоты текста при выполнении команды ввода текста DRAW/TEXT;

F6 –просмотр/установка ориентации текста (текущая ориентация указывается в строке состояний расположением символа F, окрашенного в зеленый цвет);

F7 –установка видимой/невидимой координатной сетки (при включении координатной сетки буква S в строке состояний окрашивается в зеленый цвет);

F8 –установка дискретности передвижения курсора (при дискретном перемещении курсора буква G в строке состояний окрашена в зеленый цвет);

F9 –перемещение курсора из рабочей области в строку состояния и обратно;

F10 –перемещение курсора из рабочей области в зону меню команд и обратно.

**Структура слоев чертежа.** В программе PC-CAPS полная информация о чертеже заносится в 18 слоев, устанавливаемых по умолчанию. На каждой фазе работы с графическим редактором необходима не вся имеющаяся информация, поэтому часть слоев делают невидимыми, чтобы не перегружать чертеж.

Информация о слоях выводится по команде VLYR. Приведем структуру слоев графического редактора, устанавливаемую по умолчанию:

Имя Цвет Состояние Команда, Назначение слоя

слоя слоя ние по активизи-

умолча- рующая

нию слой

WIRES	1	ABL	A	ENTR/WIRE	Изображение цепей (проводников)
BUS	1	ABL			Изображение линий групповой связи
GATE	2	ON			УГО компонентов
IEEE	2	OFF			УГО компонентов в стандарте IEEE
PINFUN	3	OFF			Указание функции выводов компонентов в стандарте IEEE
PINNUM	1	OFF	SCMD/PNUM		Обозначение номеров выводов компонентов
PINNAM	6	ON	ENTR/PIN		Обозначение имен выводов ком-

Параметр	Значение	Статус	Команда	Описание
PINCON	4	ON	ENTR/PIN	Изображение выводов компонентов
REFDES	2	OFF	SCMD/PNUM	Позиционные обозначения компонентов/секций
ATTR	6	OFF	ATTR/...	Изображение видимых атрибутов
SDOT	1	OFF		Указание точек соединений проводников
DEVICE	5	ON		Обозначение имен компонентов по команде DRAW/TEXT (идентично имени файла .SYM) для выполнения команды Alias программы PC-LIB
OUTLIN	5	ON		Изображение выходных линий компонентов (используется в полузаказных проектах)
ATTR2	6	OFF		Ввод невидимых атрибутов
NOTES	6	OFF		Ввод текстовых надписей
NETNAM	4	OFF	NAME/NET	Ввод имен цепей
COMPAM	5	OFF	NAME/COMP	Ввод имен компонентов на принципиальной схеме в стандарте системы P-CAD (обязательно при моделировании с помощью программ PC-LOGS и PSpice)
BORDER	5	OFF		Построение рамки чертежа

Всего программа PC-CAPS поддерживает до 100 различных слоев. Если слоев определено больше, чем одновременно может быть отображено на экране, то в меню команды VLYR после выполнения подкоманды QUIT появляются две команды: PD (page down) —страница назад и PF (page forward) —страница вперед.

Слои могут быть окрашены в любой из 16 цветов для графических адаптеров типа EGA, VGA, позволяющих одновременно отображать 16 цветов (раскраска цветов соответствует их кодам на строке COLORS в файле PCADDRV.SYS):

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| 1 —зеленый        | 9 —оранжевый           |
| 2 —красный        | 10 —коричневый         |
| 3 —желтый         | 11 —темно-голубой      |
| 4 —синий          | 12 —морковный          |
| 5 —голубой        | 13 —малиновый          |
| 6 —фиолетовый     | 14 —светло-серый       |
| 7 —белый (курсор) | 15 —светло-зеленый     |
| 8 —темно-зеленый  | 0 —черный (фон экрана) |

Номера слоев используются для назначения пишущих перьев плоттера.

Каждый слой имеет одно из трех состояний (статусов):

OFF —слой не видим и недоступен для редактирования;

ON —слой видим, но недоступен для редактирования;

ABL —слой видим и может стать активным (доступным для редактирования) в режиме ABL A.

Состояние слоя и его цвета изменяются по команде VLYR. Из состояния ABL в активное состояние ABL A слой переводится по этой команде вручную. Однако если предварительно в файле конфигурации установлен режим Automatic layer switching, то слой активизируется автоматически при записи в него соответствующей информации.

Для изменения состояния слоя вручную следует подвести курсор к названию состояния и нажимать кнопку 1 манипулятора "мышь" до появления состояния ABL. Для активизации слоя, находящегося в состоянии ABL, следует переместить курсор вправо от надписи ABL и нажать кнопку 1, после чего на экране появится символ A. Для изменения имени слоя следует подвести к нему курсор, нажать кнопку 1 и после запроса New name: ввести новое имя. Для создания нового слоя необходимо курсор поместить на следующую строку после имени последнего слоя, нажать кнопку 1 и в ответ на запрос New layer name: ввести имя нового слоя и затем ответить на запросы о номере его цвета и его состоянии. Введенные слои уничтожить нельзя, их можно только переименовывать и изменять их параметры.

**Команды строки состояния** используются для определения ряда параметров (шаг сетки, толщина линий и т.п.):

Команда

строки состоя- ния	Назначение	Режим	Активирующая команда
A	Установка угла ориента-	DETL	ENTR/COMP
			ции вводимого компонента (кратен 45°)
ANGLE:<n>	Ввод линий и провод-	SYMB, DRAW/LINE, ENTER/WIRE	
			ников под произвольным DETL углом (в градусах)
B	Нижняя привязка текста	То же	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
C	Центральная привязка	«	То же
			текста
45D	Ввод линий и провод-	«	DRAW/LINE, ENTER/WIRE
			ников под углом, кратным 45°
DASHED	Проведение штриховой	«DRAW/LINE, DRAW/CIRC,	
		линии	DRAW/ARC, DRAW/
		ARCP,	
		DRAW/RECT	
DOTTED	Проведение пунктирной	«	То же
			линии
EQUIV	Эквивалентность выводов	«ENTR/PIN	
F	Ориентация текста	«	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, (символы F имеют четыре ENTR/COMP, ENTR/PIN, разных ориентации; сим- NAME/COMP, NAME/NET вол выбранной ориентации окрашен в зеленый цвет)
G	Дискретное переме-	«	Большинство команд
			шение курсора (зеленый цвет символа – дискретность включена, красный –выключена)
L	Левая привязка текста	«	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
L	Образование контакта	DETL	ENTR/WIRE
			проводника с выводом элемента или другим проводником при попадании конца проводника в область вокруг вывода, определяемую "радиусом захвата". Радиус захвата задается клавиатурной командой /SGAT в пределах 1...1000 DBU (зеленый цвет –режим захвата включен, красный –выключен)
LAYER	Активизация слоя	То же	Большинство команд
M	Нормальное/зеркальное	«	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, отображение текста ENTR/COMP, ENTR/PIN, (красный цвет символа NAME/COMP, NAME/NET M –нормальное отображение, зеленый цвет – зеркальное)
ORTH	Вывод линий и провод-	То же	DRAW/LINE, ENTER/WIRE
			ников под углом, кратным 90°
R	Правая привязка текста	«	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
S	Включение координатной	«	Большинство команд
			сетки
SIZ:<n>	Установка высоты текста	«ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP,	

		NAME/NET	
SOLID	Проведение сплошной	«DRAW/LINE, DRAW/CIRC,	
		линии	DRAW/ARC, DRAW/
		ARCP,	
		DRAW/RECT	
T	Верхняя привязка текс-	« ATTR/ACOM, DRAW/ТЕХТ,	
		та	ENTR/PIN, NAME/
		COMP,	
		NAME/NET	
W:<n>	Установка ширины линии	SYMB, DRAW/LINE, DRAW/CIRC,	
		(в условных единицах	DETL DRAW/ARC, DRAW/
		ARCP,	
		от 0 до 250) DRAW/RECT, ENTR/WIRE	
X:Y:<n,m>	Установка шага коорди-	То же	Большинство команд
		натной сетки (в условных единицах)	
X Y	Указание текущих коор-	«	То же
		динат курсора (в английской или метрической	
		системе)	

Структура командной строки зависит от того, какая команда активизирована в меню команд. Например, при выборе команды DRAW/LINE командная строка имеет вид

```
GATE SOLID ORTH W:0 50:50 S G -20.0 5.0
```

при активизации команды DRAW/TEXT:

```
NOTES SIZ:38 L B F M 1:1 S G 10.2 -25.7
```

**Установка режимов графического редактора.** На первой строке меню команд (рис. 2.1) помещены две команды SYMB и DETL, устанавливающие режим графического редактора. Команда SYMB устанавливает режим создания/редактирования *условных графических обозначений (УГО) компонентов (символов) принципиальной схемы*; при этом меню команд окрашено в красный цвет. Команда DETL определяет режим создания/редактирования *принципиальной электрической схемы*; при этом меню команд окрашено в зеленый цвет.

*Зона меню команд* содержит список основных команд и подкоманд. Чтобы выбрать команду из этого меню, необходимо пометить курсором имя команды (в зоне меню команд курсор имеет форму прямоугольника) и нажать кнопку 1 манипулятора "мышь" или клавишу [Пробел] на клавиатуре. Если у выбранной команды имеются подкоманды, они высвечиваются желтым цветом в средней части левой колонки зоны меню команд. После выбора подкоманды она активизируется, в строке состояний появляются сопутствующие параметры, а в строке сообщений — информация о дальнейших действиях. Обозначим последовательный выбор команды и ее подкоманды, указывая их имена, разделенные косой чертой, например ENTR/COMP — ввод компонента.

Команда из зоны меню выбирается не только с помощью курсора, но и нажатием клавиши [/] на клавиатуре и затем вводом имени команды по запросу программы:

```
Menu command: <имя команды> [Return]
```

Ряд команд, не отмеченных в зоне меню команд, вызывается только с помощью клавиатуры, назовем их *клавиатурными командами*.

Приведем список команд графического редактора PC-CAPS в порядке их следования в зоне меню команд на рис. 2.1, а также клавиатурных команд.

Команда	Под-	Назначение	Режим
	команда		

### Выбор режима

SYMB	Редактирование УГО компонентов
DETL	Редактирование принципиальных схем

### Работа с файлами

FILE	/SAVE	Запись файла данных на диск	DETL, SYMB
	/LOAD	Считывание файла данных с диска	То же
	/ZAP	Очистка экрана (базы данных)	" "



/BKLD Считывание с диска файла с расширением DETL  
.SCH, в котором записан фрагмент схемы  
/BKSV Запись фрагмента (окна) текущей схемы " "  
на диск в файл с расширением .SCH

### Информация о системе

SYS /STAT Показ параметров текущего проекта SYMB, DETL  
/DOS Вызов команд DOS (CHDIR, CLS, COPY, То же  
DATE, DEL, DIR, ERASE, MKDIR, PATH,  
RENAME (REN), RMDIR (RD), SET, TIME,  
TYPE, VER, VERIFY, VOL)  
/PLOT Создание файла с расширением .PLT для -"  
последующего вывода чертежа на принтер или  
плоттер  
/QUIT Завершение работы с редактором -"

### Опрос/редактирование

QRY Выдача и редактирование информации о SYMB, DETL  
тексте, линии и проводнике  
/COMP Выдача информации об указанном компоненте DETL /PIN Выдача  
информации об указанном выводе " "  
компонента " "  
/NET Выдача информации об указанной цепи " "  
/APTH Выдача информации о критических путях «/AGAP Выдача информации  
о группах элементов " "

### Системные команды

SCMD /SCAT Задание идентификатора типа компонента SYMB  
(для схмотехнического моделирования)  
/SPAT Опрос/редактирование типов выводов и их " "  
логической эквивалентности  
/PNLC Ввод информации об упаковке компонента " "  
/EPNL Исправление информации об упаковке " "  
компонента  
/SNAT Назначение атрибутов глобальным цепям DETL  
(питание или "земля") в иерархических  
структурах  
/PNUM Простановка позиционных обозначений " "  
компонентов и номеров выводов  
/GSSF Загрузка файла специальных символов с " "  
расширением .SSF  
/UNIT Установка системы единиц (метрическая/ SYMB, DETL  
дюймовая)

### Графический ввод

ENTR /PIN Ввод выводов компонентов, назначение SYMB  
их типов и ввод имен  
/ORG Установка точки привязки УГО компонента " "  
/SEQ Изменение порядка следования выводов " "  
компонентов  
/COMP Ввод УГО компонента в принципиальную DETL  
электрическую схему  
/WIRE Ввод проводника (цепи) " "  
/BUSB Ввод проводника с именем или последова- " "

		тельности проводников, образующих шину	
/UCOM	Отсоединение вывода компонента от проводника (цепи)	" "	

### Переход по уровням иерархии

LEVL	/PUSH	Переход на нижний уровень иерархии	SYMB, DETL
	/POP	Переход на верхний уровень иерархии	То же

### Рисование

DRAW	/LINE	Рисование отрезков прямых линий (не проводников)	SYMB, DETL
	/RECT	Рисование контура прямоугольника	То же
	/FRECT	Рисование закрашенного прямоугольника	" "
	/CIRC	Рисование окружности	" "
	/ARC	Рисование дуги окружности с заданными центром и радиусом	" "
	/ARCP	Рисование дуги по трем точкам	-"
	/TEXT	Ввод текста	-"

### Ввод имени

NAME	/COMP	Присвоение имени компоненту	DETL
	/NET	Присвоение имени цепи	" "
	/SUBN	Переименование участка цепи	" "
	/PIN	Присвоение имени вывода или его переименование	SYMB

### Работа с атрибутами

ATTR	/SCHG	Изменение значения атрибута	SYMB, DETL
	/ACOM	То же	Ввод атрибута
	/DATR	Удаление атрибута	" "

### Редактирование чертежа

EDIT	/ADDV	Вставка вершины в сегмент линии/цепи	SYMB, DETL
	/DELV	Удаление вершины сегмента	То же
	/MOVV	Сдвиг вершины сегмента	" "
	/MOVA	Сдвиг сегментов, вершин, компонентов, присоединенных непосредственно к выбранному сегменту или вершине	" "
	/LAYS	Смена слоя сегмента	" "
	/DELS	Удаление сегмента	" "
	/MOVS	Сдвиг сегмента	" "
	/WIRE	Ввод проводника (цепи) аналогично команде ENTR/WIRE (для удобства работы)	" "

### Перемещение объектов

MOVE		Перемещение объекта, помеченного курсором	SYMB, DETL
	/WIN	Перемещение объектов, находящихся в окне группы индивидуально указанных объектов	То же /IDEN

/ATRB Выбор атрибутов для перемещения и редак- " "  
 тирования  
 /APTH Перемещение компонентов, объединенных в DETL  
 критический путь по команде CPTH  
 /AGRP Перемещение группы компонентов, объеди- " "  
 ненных по командам GRP

### Поворот объектов

ROT Поворот объекта против часовой стрелки SYMB, DETL  
 с шагом 90° вместе с подсоединенными  
 проводниками  
 /COMP Поворот компонента DETL  
 /WIN Поворот объектов, находящихся в окне SYMB, DETL /IDEN Поворот  
 группы индивидуально указанных То же  
 объектов

### Копирование объектов

COPY Копирование объекта SYMB, DETL  
 /WIN Копирование объектов, находящихся в окне То же /IDEN Копирование  
 группы индивидуально указан- " "  
 ных объектов

### Удаление объектов

DEL Удаление объекта SYMB, DETL  
 /WIN Удаление объектов, находящихся внутри  
 То же  
 и на границе окна  
 /IDEN Удаление группы индивидуально указанных " "  
 объектов  
 /UNDO Восстановление последнего объекта, уда- " "  
 ленного одиночной командой DEL

### Смена слоя

CLYR Перемещение объекта с одного слоя на SYMB,  
 другой DETL  
 /WIN Перемещение объектов, находящихся внутри То же  
 окна, на другой слой  
 /IDEN Перемещение группы объектов с одного " "  
 слоя на другой

### Выделение последовательности элементов в группу с уникальным именем

GRP /TAG Включение компонента в группу DETL  
 /UTAG Удаление компонента из группы " "  
 /RNAM Изменение имени группы " "  
 /RSET Уничтожение объединения элементов в " "  
 группу

### Выделение критического пути, состоящего из последовательности групп компонентов

CPTH /TAG Включение группы компонентов в крити- DETL

ческий путь  
 /UTAG Удаление группы компонентов из критического пути " "  
 ческого пути  
 /RNAM Изменение критического пути " "  
 /RSET Уничтожение критического пути " "  
 /UNLK Стирание видимых связей между группами " "  
 компонентов, входящих в критический путь

### Управление экраном

ZIN Увеличение изображения в 2 раза SYMB,  
 (девятикратное выполнение команды из- DETL  
 меняет масштаб изображения от минимального  
 до максимального)  
 ZOUT Уменьшение изображения в 2 раза То же  
 (при очень сильном сжатии изображения  
 координатная сетка автоматически выключается)  
 VWIN Определение нового окна изображения, " "  
 которое масштабируется в размер экрана  
 REDR Перезапись экрана для восстановления " "  
 деталей, испорченных при редактировании  
 PAN Сдвиг текущего окна в новое положение " "  
 STO Запоминание окна изображения для пос- SYMB, DETL  
 ледующего вызова командой RCL (запоминается  
 до девяти окон)  
 RCL Вызов на экран окна изображения, предва- То же  
 рительно сохраненного по команде STO  
 VLYR Установка состояний и цветов слоев SYMB, DETL

### Команды, вводимые с клавиатуры

A Переключение угла, под которым вводятся  
 линии и проводники по командам DRAW/LINE,  
 ENTR/WIRE  
 /ALYR Активизация слоя, находящегося в состоя- SYMB, DETL  
 нии ABL  
 /CFIL Управление файлом протокола команд То же  
 PCCAPS.CMD, в котором записываются все текущие  
 команды пользователя  
 /CPOS Определение позиции курсора после окон- " "  
 чания выполнения макрофайла  
 /EXE Выполнение макрофайлов (командных файлов) и " "  
 файлов протоколов команд с расширением .CMD  
 (протокол текущего сеанса заносится в файл  
 PCCAPS.CMD)  
 /FITV Автоматическое размещение на экране дисплея " "  
 всей схемы с изменением масштаба  
 /INTR Прерывание выполнения макрофайла или фай- " "  
 ла протокола команд  
 /LANG Установка угла при выполнении команд " "  
 DRAW/LINE и ENTR/WIRE  
 /LPAN Отображение текущего окна изображения на  
 полном поле проектирования и сдвиг окна  
 /LWID Установка ширины линий при выполнении " "  
 команд DRAW/LINE, DRAW/RECT, DRAW/CIRC,  
 DRAW/ARC, DRAW/ARCP и ENTR/WIRE  
 /LSTY Установка характера линий при выполнении " "  
 команд DRAW/LINE, DRAW/RECT, DRAW/CIRC,  
 DRAW/ARC, DRAW/ARCP и ENTR/WIRE

/LYRN	Установка имени слоя	" "
/MAC	Начало создания макрофайла, в который за- писываются команды сеанса проектирования (рекомендуется назначить расширение .MAC)	" "
/MASK	Маскирование компонентов и цепей при вы- полнении команд ROT, EDIT, MOVE и DEL	SYMB, DETL
/MSK	То же, но без перечерчивания экрана	То же
/MEND	Окончание создания макрофайла	" "
/PCTL	Выдача информации о назначенных критичес- ких путях	
/PDEL	Отмена назначенного определения прог- раммируемой функциональной клавише	" "
/PEND	Завершение программирования функциональ- ных клавиш	" "
/PKEY	Начало программирования функциональных клавиш	" "
/PKLD	Загрузка текстового файла с определением программируемых функциональных клавиш	" "
/PKSV	Сохранение файла с результатами програм- мирования функциональных клавиш	" "
/PZAP	Отмена назначений для всех программируе- мых функциональных клавиш	" "
/REGN	Перезапись экрана для восстановления де- талей, испорченных при редактировании (аналог команды REDR)	
/REPL	Замена одного или всех одноименных ком- понентов	" "
/RESU	Возобновление выполнения команды EXE после прерывания	" "
/RULR	Измерение расстояния между выбранной точкой и курсором	
/SGAT	Задание радиуса захвата для подключения проводников	" "
/STGL	Сохранение глобальных параметров строки состояний и меню слоёв для их восстановления при выполнении макрофайла	" "
X	Тип курсора (замена курсора обычного ви- да перекрестьем во весь экран)	" "
/VSAV	Переключение режима сохранения видео- изображения на диске	" "
/WAIT	Формирование паузы в файле протокола ко- манд	" "

Описания наиболее употребительных команд даны ниже по ходу изложения материала, а справочные данные о всех командах — в приложении 7.

### 2.3. Создание условного графического обозначения компонента

Условное графическое (символическое) обозначение компонента принципиальной электрической схемы создается в режиме SYMB. УГО дискретных компонентов выполняются по ГОСТ 2.751—, ГОСТ 2.702— и ГОСТ 2.708—, а цифровых и аналоговых интегральных схем (ИС) по ГОСТ 2.743— и ГОСТ 2.759— [18—]. Рассмотрим сначала последовательность операций по созданию УГО однородных ИС, затем неоднородных ИС и дискретных компонентов.

#### а) УГО однородных интегральных схем

Однородные ИС состоят из однотипных секций, например цифровая ИС 564ЛА7 состоит из четырех логических элементов 2И-НЕ. Общий вид УГО ИС показан на рис. 2.2. Рекомендуется следующая последовательность операций по созданию файла УГО однородных ИС, иллюстрируемая на рис. 2.3.

**Подготовительные операции.** По умолчанию в графическом редакторе PC-CAPS

устанавливается английская система единиц. Для перехода к метрической системе активизируется команда SCMD/UNIT и в ответ на запрос в строке сообщений

Converting from English unit to Metric? YES NO

выбирается ответ YES (напомним, что термин "выбор" означает подведение курсора к нужному ответу и нажатие кнопки 1 манипулятора "мышь" или клавиши [Пробел]).

Далее курсор помещается в центр экрана и с помощью команды ZIN устанавливаются необходимые размеры изображения на экране. Затем с помощью команды VLYR активизируются следующие слои:

GATE	ABL	A	REFDES	ABL
PINNUM	ABL		ATTR	ABL
PINNAM	ABL		ATTR2	ABL
PINCON	ABL		DEVICE	ABL

Остальные слои должны находиться в состоянии OFF (невидимы). При необходимости создаются новые слои SERIES, TYPE и др. (их назначение поясним позже).

Проще всего эти подготовительные операции выполнить один раз и создать файл-заготовку, в котором будет храниться вся необходимая информация о состоянии экрана. Имя этого файла произвольное, например LAYER.SYM. В таком случае перед созданием графического изображения нового компонента этот файл загружается по команде FILE/LOAD.

**Ввод рисунка контура элемента.** Он выполняется по командам DRAW/LINE, DRAW/RECT, DRAW/FRECT, DRAW/CIRC, DRAW/ARC и DRAW/ARCP. На строке состояний устанавливаются параметры:

GATE – имя слоя, в который заносится рисунок контура компонента;

SOLID – проведение сплошной линии; ORTH – проведение перпендикулярных отрезков линий (при необходимости проведения линий под произвольными углами устанавливается параметр ANGL или 45D);

W:0 – минимальная ширина линии. Она определяется разрешающей способностью экрана, принтера, плоттера (физическая ширина линий W:1 ... W:250 задается в единицах базы данных);

25:25 – шаг координатной сетки (такой шаг удобен при создании УГО цифровых микросхем, что в метрической системе соответствует шагу сетки 2,5 мм);

S – включение сетки (символ S окрашен в зеленый цвет);

G – позиционирование курсора в узлах координатной сетки (символ G окрашен в зеленый цвет).

На слое GATE вводятся основные и дополнительные поля, линии выводов, указатели выводов и разделители зон (рис. 2.2). Высота УГО ИС кратна постоянной C/2, где C не менее 5 мм. При этом расстояние между горизонтальной стороной прямоугольника и ближайшей линии вывода иратно C/2, а расстояния между линиями выводов кратны C. При разделении групп линий выводов интервалом его величина не менее 2C и кратна C. Ширина УГО определяется наличием дополнительных полей, количеством знаков текстовых обозначений на них и размером шрифта. Ширина дополнительных полей не менее 5 мм.

**Ввод текстовых обозначений.** Он осуществляется по команде DRAW/TEXT, перед выполнением которой на строке состояний следует установить следующие параметры:

GATE – имя слоя;

SIZ:35 – высота текста 3,5 мм (минимальный размер 2 ед. DBU, максимальный – 5000 ед.);

F – ориентация текста (на строке состояний курсором выделяется одна из четырех ориентаций символа F, выбранный символ окрашивается в зеленый цвет);

точка привязки текста:

а) по горизонтали:

L – левая;

R – правая;

C – центрирование относительно начального положения курсора;

б) по вертикали:

B – нижняя;

T – верхняя;

C – центрирование относительно начального положения курсора; M – нормальное (красный цвет символа)/зеркальное (зеленый) отображение текста.

Приведем пример строки состояния:

```
GATE  SIZ:35  L  C  F          M  10:10  S  G  3.0  16.0
```

Обычно на УГО ИС в слое GATE текстом указываются обозначения ее функции. На рис. 2.3 в качестве текстовой информации указан символ функции RG -@. Серия ИС, в рассматриваемом примере 564, может указываться на специально созданном пользователем слое, например

SERIA, а подгруппа, вид -на другом слое TYPE (на рис. 2.3 -IP2). Подгруппу, вид и серию ИС удобно помещать на разных слоях, чтобы иметь возможность выводить на чертеж только ту информацию, которая необходима в данный момент, погасив отдельные слои.

На слое DEVICE кроме того вводят имя компонента, соответствующее имени файла без расширения .SYM. Это имя в дальнейшем используется в программе PC-LIB для создания подобных компонентов (команда Alias, см. разд. 8.1).

Строка текста может состоять из символов основной таблицы ASCII (символы с десятичными кодами 0...127). В их число входят большие и малые буквы латинского алфавита, цифры, математические символы, знаки препинания [12]. Буквы кириллицы допускаются при наличии в системе P-CAD драйверов русского текста (клавиатура переключается на режим ввода русских букв нажатием определенной группы клавиш в зависимости от имеющегося драйвера клавиатуры). Однако имена компонентов, а также имена цепей, имена выводов, позиционные обозначения компонентов и стандартные атрибуты (см. ниже) символов кириллицы содержать не могут.

**Обозначения выводов компонентов.** По команде ENTR/PIN система сначала запрашивает место расположения вывода

```
Select pin location ... и выводит строку состояний вида
```

```
PINCON  IN          25:25      S  G
```

Перед тем, как курсором отмечается точка расположения вывода, необходимо отредактировать параметры (атрибуты) строки состояний. Слой PINCON, на котором располагается изображение выводов, устанавливается автоматически. Далее в строке состояний указывается тип вывода: IN -вход, OUT -выход, I/O - двунаправленный вывод, OC -открытый коллектор, OE -открытый эмиттер, TRI -выход с тремя состояниями, AN -аналоговый выход, 7...15 -выводы нестандартных типов. Далее редактируется шаг координатной сетки, флаги включения координатной сетки S и дискретности перемещения курсора G. Заметим, что тип вывода может быть изменен позднее с помощью команды SCMD/SPAT.

После установки атрибутов курсор подводится к концу вывода и нажимается кнопка 1, после чего выбранная для вывода точка помечается на экране крестиком синего цвета (цвет слоя PINCON).

Далее на строках сообщений появляется запрос о выборе расположении имени вывода:

```
Select pin name location. (Attrb. OK?) ...
```

На строке состояний

```
PINNAM  SIZ:35  L  B  F          M  10:10  S  G  -240.0  60.4
```

устанавливается высота текста SIZ, его привязка, ориентация и зеркальность изображения текста, имя слоя (автоматически активизируется слой PINNAM). Для имен левых выводов указывается привязка RC, правых -LC (рис. 2.4), ориентация -

F. После этого выбирается место для расположении имени вывода, нажимается кнопка 1 или 2 "мыши" и после запроса

```
Enter pin name
```

на клавиатуре набирается имя вывода, которое заканчивается нажатием кнопки 1. Если при ответе на предыдущий запрос о расположении имени вывода была нажата кнопка 2, то имя вывода запоминается в базе данных без отображения его на экране, а при нажатии кнопки 1 -имя вывода отображается на экране. После ввода его имени вывод помечается кружком синего цвета.

Имена должны быть присвоены всем выводам. При этом все имена должны быть уникальными -недопустимо присваивать выводам одинаковые имена. Например, двум выводам NC, NC следует присвоить разные имена NC1, NC2. Имена выводов ИС удобно наносить в дополнительных полях в качестве меток выводов. Однако этот прием не является обязательным. Вполне допустимо в дополнительных полях указывать функциональное назначение выводом в виде текстовых переменных в слое GATE, а имена выводов помещать вне контура ИС на слой PINNAM. Для дискретных компонентов,

а также цифровых ИС типа И, ИЛИ и т.п. нет смысла выводить на чертеж метки выводов, поэтому имена таких выводов наносятся без отображения на экране (при запросе `Select pin name location` нажимается кнопка 2 "мыши").

После завершения ввода информации об одном выводе система повторяет запрос о расположении следующего. Порядок, в котором отмечаются выводы, имеет значение для аналоговых и цифровых компонентов, перечисленных в Приложении 3, если предполагается моделирование устройств с помощью программ PSpice или PC-LOGS (для программы DDL этот порядок безразличен).

В заключение по команде ENTR/ORG отмечается ключевая точка, к которой "привязывается" изображение компонента, —обычно это левый верхний вывод. При вводе компонента в схему ключевая точка отмечена черточкой на белом контуре, окаймляющем изображение компонента, и привязана к курсору. Ключевая точка отмечается по запросу системы

```
Select the origin...
```

Она помечается на чертеже белым кружком.

**Ввод информации об упаковке компонента.** Информация об упаковке (о номерах выводов) вводится по команде SCMD/PNLC. После ее активизации система выдает сначала запрос о количестве однотипных элементов (секций) в одном корпусе ИС (от 1 до 20):

```
Enter gates per package:
```

Затем предлагается выбрать место расположения цифро-буквенного обозначения компонента (по ГОСТ 2.710—), которое назовем его позиционным обозначением (reference designator):

```
Select location for ref designator ...
```

```
REFDES  SIZ:35  L  B  F          M  25:25  S  G
```

При необходимости атрибуты текста позиционного обозначения изменяются, как указано выше. Обычно назначают центральную привязку текста позиционного обозначения CC (рис. 2.4).

На экране затем появляется белый прямоугольник, который курсором необходимо подвести к выбранному месту расположения позиционного обозначения и нажать кнопку 1. Позиционное обозначение ИС схемы рекомендуется (но это не обязательно) помещать внутрь ее контура (рис. 2.3), чтобы на принципиальных электрических схемах позиционные обозначения одной ИС не попадали на изображение другой. На чертеже принципиальной схемы позиционное обозначение перемещается по команде MOVE/ATRV в режиме DETL.

Для компонентов, у которых необходимо, чтобы позиционное обозначение было невидимым на чертеже, его следует поместить вместо слоя REFDES, устанавливаемого по умолчанию, на слой ATTR2 или любой другой невидимый слой, обычно находящийся в состоянии OFF при выводе чертежа на экран или внешние устройства.

Далее появляется запрос о выборе расположения номера вывода

```
Select location for pin number ...
```

```
PINNUM  SIZ:35  L  B  F          M  25:25  S  G  -12.2 6.9
```

Для номеров левых выводов задается привязка RB, для правых —LB (рис. 2.4). Рекомендуется установить высоту текста SIZ=35, слой PNUM устанавливается автоматически.

На экране снова появляется белый прямоугольник, который необходимо подвести к месту, предназначенному для этого номера. Так помечаются все выводы одной секции.

Затем проставляются номера выводов ИС, начиная с первой секции, помечаемой символом A:

```
Enter package pin number for <имя вывода>:
```

```
Gate assigned to section A.
```

Нумеруемый вывод окрашивается в белый цвет. После завершения нумерации выводов первой секции аналогично по запросам программы нумеруются выводы остальных секций, помечаемых символами B, C, ..., Z, AA, AB, ..., AZ, ..., ZZ. В режиме SYMB номера выводов, набираемые на клавиатуре, заносятся в базу данных, но на экран не выводятся; они становятся видны при простановке номеров выводов компонентов на принципиальной схеме по команде SCMD/PNUM в режиме DETL, см. разд. 2.5.

**Идентификация типа компонента.** Тип компонента устанавливается командой SCMD/SCAT по запросу



Symbol Old type= 255 . New type=

Код идентификации <type> используется программой функционально-логического моделирования PC-LOGS и программой моделирования аналоговых и аналого-цифровых устройств PSpice для идентификации компонентов устройств [11], а также другими программами системы P-CAD. Приведем коды идентификации компонентов различных типов:

Компонент	Код идентификации <type>
Аналоговые компоненты .....	В соответствии с перечнем в Приложении 3
Типовые цифровые компоненты .....	В соответствии с перечнем в Приложении 3
Цифровые компоненты, имеющие описание на языке PML .....	100
Компоненты, имеющие иерархическую структуру .....	256
Компоненты, функции которых не моделируются .....	255
Компонент, не устанавливаемый на плате, не моделируемый, но анализируемый другими программами системы P-CAD .....	-1
Компонент, не устанавливаемый на плате, не моделируемый и не анализируемый другими программами системы P-CAD .....	0

*Примечание.* По умолчанию код идентификации <type> принимает значение 255; его присваивают, например, разъемам, контрольным гнездам и другим компонентам, которые размещаются на ПП, но не моделируются. Все компоненты, кроме компонентов, имеющих типы 0 и -1, устанавливаются на ПП и анализируются другими программами системы P-CAD. Тип -1 присваивается, например, обозначениям заземления и питания, соединителям страниц, при этом такие компоненты физически не существуют, но анализируются программами PC-NODES, PC-LINK, PC-FORM и PC-ERC. Тип 0 обычно присваивается стандартным надписям и другой графической информации, которая хранится в библиотеке графических изображений в качестве компонентов схемы.

**Редактирование типа выводов.** Процедура осуществляется командой SCMD/SPAT. По этой команде сначала опрашиваются все выводы компонента в том порядке, в котором они введены, и выводится информация о типе каждого вывода:

New type (0=I; 1=O; 2=IO; 3=OC; 4=OE; 5=TRI; 6=AN):

Type of pin <имя вывода> is <тип вывода>

Здесь под термином "тип вывода" понимается следующее: тип входного вывода (INPUT) равен 0, выходного (OUTPUT) -1, двунаправленного (I/O) -2, открытого коллектора (OC) -3, открытого эмиттера (OE) -4, выхода с тремя состояниями (TRI) -5, аналогового выхода (AN) -6. При необходимости тип вывода можно изменить, введя его новое значение. Эта информация используется только в программе PC-ERC.

После этого на экране появляется информация о коде логической эквивалентности выводов LEQ:

Enter new code:

Pin LEQ code is <код эквивалентности>

Код LEQ принимает значения 0, 1, 2, ... Если два или более вывода имеют одинаковый код эквивалентности, отличный от нуля, то при трассировке соединений на этапе разработки ПП система может их менять местами для получения более оптимального результата (например, в логических элементах И, ИЛИ входы одного вентиля имеют одинаковый код эквивалентности).

**Ввод атрибутов компонентов.** Выполняется командой ATTR/ACOM по запросам Select location. (Text attributes OK?) ...

Type in attribute spec

Атрибут (дополнительная информация) состоит из двух частей: ключевого слова

и значения, разделенных знаком равенства "=". Ключевое слово должно начинаться с буквы и иметь длину до 7 символов. Значение атрибута представляет собой последовательность чисел или текстовых переменных, разделенных запятыми. Справа от знака равенства при записи атрибута может быть любая текстовая или цифровая строка, включающая в себя пробелы и скобки. Общая длина атрибута, включая его имя, не должна превышать 39 символов. Если после знака равенства имеется более одного параметра, разделенных пробелами, то они заключаются в круглые скобки или кавычки. После ввода атрибута ключевое слово и знак равенства становятся невидимыми на экране.

При создании УГО компонентов используют следующие атрибуты.

1. Цифровые ИС, моделируемые с помощью программы PC-LOGS, имеют атрибуты типа [11]:

PCL=<текст атрибута>

MDL=(<имя файла модели>.MDL)

С помощью атрибута PCL задаются задержки сигналов и нагрузочная способность микросхем, используемые при логическом моделировании с помощью программы PC-LOGS, например PCL=(5,5,"").

С помощью атрибута MDL задается имя текстового файла, в котором помещено описание модели микросхемы на языке PML, например MDL=(555IE4.MDL).

2. Аналоговые и цифровые ИС, моделируемые с помощью программы PSpice, имеют атрибуты типа [11]:

SPP1="<текст атрибута>"

В тексте атрибута указывается имя макромодели ИС. Например, ИС 1531ЛА3 может иметь атрибут SPP1=1531ЛА3. К сожалению, в тексте этого атрибута символы кириллицы не допускаются, поэтому русское имя ИС для программ выпуска документации указывается с помощью специального атрибута VAL (см. ниже).

3. Компоненты схемы могут иметь информацию о цепях питания и "земли", задаваемую с помощью атрибута

PWGD=(pin=net, ..., pin=net)

Здесь pin – номер вывода компонента, net – имя цепи, к которому подключается этот вывод, например PWGD=(7=GND,14=+5V); всего не более 4-х выводов питания. В принципиальной схеме цепи питания и "земли" должны иметь такие же имена.

Атрибут PWGD не обязателен; в его отсутствие подключение цепей питания и "земли" осуществляется с помощью файла перекрестных ссылок с расширением .FIL или выводы питания должны быть явно указаны.

4. С помощью атрибута PRT может быть указан конструктив, соответствующий данному УГО компонента:

PRT=<имя файла>.PRT

Например, ИС 1531ЛА3 может иметь атрибут PRT=1531ЛА3.PRT. Задание атрибутов PRT не обязательно. В их отсутствие взаимное соответствие файлов с расширениями .SYM и .PRT указывается в файле перекрестных ссылок (разд. 4.2). Однако для упрощения работы с файлами перекрестных ссылок целесообразно в файлах УГО ИС указывать атрибуты PWGD и PRT и для каждого SYM-файла УГО иметь соответствующий PRT-файл конструктива.

5. В системе P-CAD для стандартных атрибутов зарезервированы ключевые слова, перечисленные в приложении 2. Кроме того, пользователь имеет право ввести атрибуты с собственными ключевыми словами и использовать их в дальнейшем по своему усмотрению. В частности, номера технических условий на компоненты можно занести в атрибуты TU, например TU на ИС 564ИР2 поместить в атрибут TU=6K0.347.064ТУ11. Кроме того, наименование компонента в русском алфавите рекомендуется поместить в атрибут VAL, например VAL=564ИР2. Такие нестандартные атрибуты используются для вывода на чертеж необходимой информации, а также в программах выпуска конструкторской документации, предназначенных для расширения сервисных возможностей системы P-CAD (разд. 7.4, 8.6). Примеры нестандартных атрибутов также даны в приложении 2.

По умолчанию атрибуты помещаются на слой ATTR. Однако обилие атрибутов требует размещения их на различных слоях, чтобы на экран или чертеж вынести часть из них. Рекомендуется нестандартный атрибут VAL, в котором помещено имя ИС по-русски, разместить на видимый слой ATTR и поместить его ниже контура ИС, а остальные атрибуты – на невидимый слой ATTR2 (при необходимости каждый из них

можно перевести в видимое состояние ON или невидимое состояние OFF). Выбор слоя, на который заносится атрибут, осуществляется при его вводе переключением на строке состояний имен активных слоев.

Редактирование атрибута производится по команде ATTR/SCHG –после выбора курсором редактируемого атрибута он выделяется белым цветом и высвечивается невидимое до сих пор его ключевое слово. После этого значение атрибута редактируется обычным образом и в завершении нажимается кнопка 1 или [Enter], после этого ключевое слово снова гаснет. Удаление атрибута производится по команде ATTR/DATR, а перемещение по полю чертежа с возможностью редактирования –по команде MOVE/ATRB.

**Редактирование выводов.** При необходимости изменения имен выводов на УГО компонента используется команда NAME/PIN: курсором выбирается нужный вывод и вводится его новое имя. Если старое имя было невидимым, то появляется сообщение  
To keep the new name invisible, press [Esc]

Нажатие кнопки 2 или [Esc] делает новое имя также невидимым.

Порядок следования выводов изменяется по команде ENTR/SEQ, для чего они отмечаются курсором в новом порядке. При этом уничтожается старая информация об упаковке компонента, поэтому команду SCMD/PNLC приходится выполнить после этого заново.

Расположение номеров выводов и их значений, а также другая упаковочная информация редактируется по команде SCMD/EPNL.

**Запись графического изображения компонента на диск.** Запись на диск производится по команде FILE/SAVE. В ответ на запрос

Enter file name:

следует ввести имя файла (без расширения .SYM, устанавливаемого по умолчанию в режиме SYMB). Этот файл заносится в каталог, указанный при настройке конфигурации программы PC-CAPS. Для занесения файла в другой каталог следует указать полное имя файла, включающее в себя путь к этому каталогу.

**Завершение работы с графическим редактором.** Работа завершается по команде SYS/QUIT. При этом если после внесения в схему каких-либо изменений она не была записана на диск, то при попытке завершить работу с редактором будет выдано предупреждающее сообщение

Workfile modified. Exit still? YES NO

Для сохранения внесенных изменений следует выбрать ответ NO, для подтверждения выхода из редактора –ответ YES.

**Создание библиотечных файлов.** Файлы графических изображений отдельных компонентов .SYM целесообразно объединить в один или несколько библиотечных файлов .SLB с помощью программы PC-LIB (разд. 8.1). Рекомендуется также использовать команду Alias этой программы для создания УГО подобных компонентов с последующим редактированием упаковочной информации с помощью программы PC-COMP (разд. 8.2).

В заключение приведем основные шаги по созданию УГО ИС:

- | <i>Шаг</i>   | <i>Используемые команды</i>                          |
|--|--|
| 1. Установка среды   | SYMB, SCMD/UNIT, ZIN, VLIR или FILE/LOAD             |
| 2. Ввод рисунка контура ИС   | DRAW/LINE, DRAW/RECT, DRAW/ARC, DRAW/CIRC, слой GATE |
| 3. Ввод текстовых обозначений  | DRAW/TEXT, слой GATE                                 |
| 4. Ввод имени компонента   | DRAW/TEXT, слой DEVICE                               |
| 5. Обозначение выводов, их имен  | ENTR/PIN, слои PINCON, PINNAM расположение           |
| 6. Выбор точки привязки  | ENTR/ORG   |
| 7. Упаковка компонента: выводов в секции, место расположения позиционного обозначения, расположения номеров выводов в секции, номера выводов | SCMD/PNLC, слои REFDES, PINNUM количество            |
| 8. Редактирование типов выводов, SCMD/SPAT назначение кодов их логической эквивалентности  |  |
| 9. Идентификация типа компонента   | SCMD/SCAT  |

11. Запоминание файла FILE/SAVE  
12. Подготовка данных к выводу SYS/PLOT чертежа на принтер/плоттер  
13. Стирание экрана или завершение работы с редактором  
б) Особенности создания УГО неоднородных компонентов

Неоднородными называются ИС и другие компоненты, содержащие в одном корпусе секции разных типов. К ним относится, например, ИС 134ЛБ2, содержащая два 4-входовых элемента И-НЕ и один элемент НЕ. Создание УГО неоднородного компонента имеет ряд особенностей.

Сначала обычным образом создаются УГО секций каждого типа, из которых состоит неоднородный компонент, которые заносятся в различные файлы с расширением .SYM. Например, для ИС 134ЛБ2 (рис. 2.5,а) должен быть создан один файл УГО секции И-НЕ 134ЛБ2х.SYM и второй файл для секции НЕ 134ЛБ2у.SYM (рис. 2.5,б). Информация об упаковке каждой секции указывается по команде SCMD/PNLC. При этом в каждом файле .SYM однотипные секции именовываются буквами А, В, С, ..., начиная с буквы А в каждой секции. Корректировка имен секций осуществляется затем для каждого файла .SYM по команде SCMD/EPNL в режиме PKG. Для этого в подрежиме SECTNMS этого режима всем секциям неоднородного компонента присваивают уникальные имена. Например, если две секции первого типа автоматически получают имена А и В, то имена секций второго типа должны быть по команде SCMD/EPNL изменены на С, D, ... Кроме того, в подрежиме PKGID секциям разного типа присваивается одинаковый идентификатор конструктива (package ID), чтобы связать их с одним файлом .PRT. Эту же информацию можно указать с помощью атрибута PRT.

Редактирование упаковочной информации неоднородного компонента более удобно выполнить с помощью программы PC-COMP (разд. 8.2).

в) Особенности создания УГО дискретных компонентов

На рис. 2.6 проиллюстрирована методика создания УГО дискретных компонентов на примере резистора. Отличия от создания УГО ИС состоят в следующем.

Рисунок контура компонента вводится по команде DRAW. Текстовые обозначения на УГО дискретных компонентах обычно не наносятся. Имя дискретного компонента на слое DEVICE заносить не имеет смысла в связи с тем, что номенклатура УГО дискретных компонентов невелика (например, все постоянные резисторы имеют одно и то же изображение). Поэтому создание SYM-файлов подобных дискретных компонентов с помощью программы PC-LIB не требуется.

Точки расположения выводов указываются по команде ENTR/PIN. Однако имена и номера выводов дискретных компонентов на чертеж не выносятся, хотя для системы P-CAD эта информация необходима. Поэтому при запросе места расположения имени вывода Select pin name location после установки курсора в выбранную точку нажимается кнопка 2 "мышь" или [Esc]; в результате введенное имя вывода не будет видно.

Номера выводов указываются по команде SCMD/PNLC на слое ATTR2, чтобы сделать их невидимыми (слой ATTR2 активизируется вручную на строке состояний).

Место расположения позиционного обозначения указывается вне контура элемента. Для горизонтального резистора его помещают обычно сверху ближе к левому выводу резистора (рис. 2.7,а), для вертикальных резисторов — справа или слева (рис. 2.7,б). В некоторых случаях, в частности для разъемов, на чертеж не выносятся позиционные обозначения каждой секции разъема (после нанесения на схему чертежа всего разъема позиционное обозначение приходится проставлять вручную), для этого позиционное обозначение вместо слоя REFDES заносится на невидимый слой ATTR2. Остальная информация об упаковке вводится, как и для ИС. Состав же атрибутов несколько иной.

Все атрибуты вводятся по команде ATTR/ACOM. По этой команде по умолчанию активизируется слой ATTR. На нем целесообразно нанести атрибут SPP1 или VAL. На нестандартном слое VAL рекомендуется указывать алфавитно-цифровое обозначение компонента, в котором допускаются буквы кириллицы. Это характерно для диодов, транзисторов, трансформаторов и т.п., например, для транзистора КТ315Б можно ввести атрибут VAL=КТ315Б. Для таких элементов, как резисторы, конденсаторы и т.п. с помощью атрибута VAL можно задать их номиналы. Причем в SYM-файле рекомендуется ввести атрибут в виде записи VAL=value с тем, чтобы после нанесения

УГО данного компонента на принципиальную схему отредактировать этот атрибут по команде ATTR/SCHG, указав конкретное значение сопротивления, емкости и т.п. (редактировать атрибуты проще, чем создавать их вновь для каждого компонента схемы).

Однако для обеспечения возможности схемотехнического моделирования с помощью программы PSpice [11] необходим стандартный атрибут SPP1. С его помощью задается список параметров математической модели компонента или имя такой модели. Например, резистор может иметь атрибут SPP1=0.56k, источник постоянного напряжения –SPP1=6v", транзистор KT315B –SPP1=KT315B (здесь буквы кириллицы не допускаются). Однако на УГО дискретных компонентов разумно в качестве значения этого атрибута указывать текстовые переменные вида SPP1=value (для параметров, принимающих числовые значения) или SPP1=model (для указания имени математической модели) с последующим редактированием при вводе принципиальной схемы. Если вводятся оба атрибута SPP1 и VAL, то видимым необходимо сделать один из них, обычно атрибут VAL.

Кроме того, резисторы нагрузки цифровых ИС с открытым коллектором должны иметь атрибут RVALUE=<сопротивление>, который используется в программе PC-ERC для диагностики ошибок (разд. 7.2).

Многие компоненты схемы, такие как резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, могут иметь одинаковые УГО, но различные конструктивы в зависимости от их типа и значений параметров. К сожалению, для таких компонентов для каждого конструктива приходится создавать соответствующий файл .SYM, в котором с помощью атрибутов PRT и TU указывается имя файла конструктива и номер технических условий (последнее не обязательно). В качестве альтернативы имя файла конструктива каждого такого компонента можно вручную вводить непосредственно на чертеже принципиальной схемы с помощью атрибута PRT.

В заключение обсудим необходимость нанесения на принципиальную схему УГО с горизонтальной и вертикальной ориентацией. Эту возможность следует предусмотреть на этапе создания библиотеки УГО. На рис. 2.7,а изображен горизонтальный резистор (файл RESH.SYM). Вводя его на схему с поворотом против часовой стрелки на 90°, получим вертикальное изображение резистора, на котором позиционное обозначение и номинал располагаются в одну строку по вертикали. Если эти надписи необходимо расположить в две строки, как показано на рис. 2,7,б, то необходимо создать другой файл УГО (RESV.SYM). Заметим, что вращение горизонтального резистора на 90° по часовой стрелки и вращение вертикального резистора в любом направлении недопустимо –получится неверное взаимное расположение позиционного обозначения и номинала резистора. Укажем, что для ввода компонента по команде ENTR/COMP с поворотом необходимо в строке состояний выбрать нужную ориентацию символа F.

Что касается диодов, то для возможности обеспечения их четырех возможных ориентаций (рис. 2.8,а-б) достаточно создать два УГО левого и правого горизонтального диода. Однако при желании можно дополнительно создать еще два вертикальных диода (рис. 2.8,в).

Помимо ввода УГО компонентов с поворотом, полезно использовать возможность зеркального отражения УГО относительно вертикальной оси по команде ENTR/COMP (символ M в строке состояний окрашен в красный цвет). Для примера на рис. 2.9 показано нормальное и зеркальное изображение биполярного транзистора. При отражении УГО надписи сохраняют нормальную ориентацию.

В заключение отметим, что корректность библиотеки УГО компонентов, согласование ее с библиотекой конструктивов предопределяет успех разработки ПП. В связи с тем, что ошибки, допущенные при создании УГО, проявляются не только на этапе рисования принципиальной электрической схемы, но и позднее при упаковке базы данных ПП, цена их достаточно велика. Создание библиотеки УГО компонентов наиболее ответственная и трудоемкая работа. Поэтому прежде, чем к ней приступать, следует ознакомиться не только с гл. 2, но и с гл. 3 и разд. 4.2, 4.3, 7.1, 8.1, 8.2 и 9.6. После этого необходимо сформулировать свои требования к библиотеке и приступить к ее созданию или приобрести подходящую библиотеку, внося в нее дополнительную учетную информацию в виде атрибутов (приобретение профессионально выполненной библиотеки экономит массу времени и средств).

#### **2.4. Создание чертежа принципиальной схемы**

Чертеж принципиальной электрической схемы создается в режиме DETL. Обсудим типичные приемы создания чертежа новой схемы.

**Подготовительные операции.** С помощью команды VLYR активизируют следующие слои:

WIRES	ABL	A	SDOT	ON
BUS	ABL		NETNAM	ABL
GATE	ON		COMPNAM	ABL
PINCON	ON		ATTR	ABL

Остальные слои находятся в состоянии OFF.

Заметим, что командой FILE/LOAD можно загрузить файл, в котором установлены необходимые слои. Такой файл с расширением .SCH, например LAYER.SCH, должен быть создан заранее. При его загрузке отпадает необходимость предварительной активизации слоев, так это будет сделано автоматически. Кроме того, автоматически будет установлена система единиц (английская или метрическая), в которой был создан файл. Естественно, что используемая библиотека УГО компонентов (файлы с расширением .SYM) должна быть создана в той же системе единиц, чтобы не возникали трудности в подключении на чертеже схемы цепей к выводам компонентов, не попадающих в узлы координатной сетки.

Редактирование ранее созданной схемы начинается с ее загрузки по команде FILE/LOAD.

**Размещение УГО компонентов.** На поле чертежа они размещаются по команде ENTR/COMP в слое GATE. Сначала в ответ на запрос

```
Comp-file-name G/T-scales (F1 for list)
```

вводится имя файла УГО и масштаб его изображения на схеме по формату

```
<имя файла>[.SYM] [<масштаб>]
```

Расширение имени файла .SYM вводить не обязательно; по умолчанию масштаб изображения устанавливается равным 100 % по обеим осям (напомним, что масштаб изображения можно задать также в файле конфигурации).

Если вместо ввода имени файла нажать функциональную клавишу F1, то справа от поля чертежа выводится список каталогов и имен библиотечных файлов .SLB, указанных в файле конфигурации. После выбора курсором имени каталога или библиотечного файла там же выводится список имен файлов УГО из этого каталога (библиотеки), в котором курсором выбирается нужный элемент.

После ввода с клавиатуры имени файла или выбора его из списка на экране появляется изображение контура компонента белого цвета и система запрашивает место его расположения на поле чертежа:

```
Select loc to place comp. (Orientation OK?).
```

Командная строка при этом приобретает вид

```
A:0          F          M          25:25          S          G
```

Ориентация компонента изменяется в результате выбора соответствующего ориентированного символа F на строке состояний или активизации параметра A на этой же строке и ввода угла ориентации, кратного 45°. Курсором подводят изображение компонента к выбранной позиции на поле чертежа и нажимают кнопку 1 манипулятора "мышь" или клавишу [Пробел]. Точка привязки изображения компонента отмечается черточкой на его контуре и "привязывается" к курсору. При создании УГО компонента в качестве точки привязки обычно выбирают верхний левый вывод (см. разд. 2.3); если этого не сделано, в качестве такой точки по умолчанию назначается середина левой стороны контура изображения компонента. Изображение компонента можно поместить в нескольких местах на поле чертежа, каждый раз подводя его к новому месту и фиксируя изображение нажатием кнопки 1. Выходят из команды ENTR/COMP нажатием кнопки 2 или [Esc].

Если УГО размещаемого на чертеже компонента создано в другой системе единиц, чем чертеж, выводится сообщение о возможности преобразования УГО в другую систему единиц, например,

```
Converting comp to English Unit. Continue? YES NO
```

При ответе YES преобразованное УГО размещается на поле чертежа; при этом выводы компонента не попадут, как правило, в узлы координатной сетки, что затруднит подсоединение проводников.

**Изображение электрических связей.** Электрические связи изображаются на поле

чертежа по команде ENTR/WIRE в соответствии с принципиальной схемой после размещения УГО компонентов. После активизации этой команды в строке состояний устанавливаются параметры:

WIRES –слой цепей (проводников), устанавливается автоматически;

ORTH –перпендикулярность линий;

W:0 –толщина линий;

L –режим захвата (символ L зеленого цвета).

Далее по запросу системы

Select start point ... курсор подводят к начальной точке цепи, которая фиксируется нажатием кнопки 1, после чего по запросу

Select next point ... курсор подводят к следующей точке, нажимают кнопку 1 и затем аналогично проводят следующий отрезок проводника в том же направлении или под углом 90°. Для ввода отрезков цепей под углом, кратным 45°, или произвольным углом, на строке состояний устанавливается атрибут 45D или ANGLE. Ввод цепи заканчивается нажатием кнопки 2. Незаконченная цепь до нажатия кнопки 2 окрашена в белый цвет, а после ее нажатия –в зеленый.

Если конечная точка выбрана на уже существующей цепи, то система запросит подтверждение их соединения:

Merge the nets? YES NO

В точке пересечения цепей электрическое соединение автоматически не производится. Для получения электрического соединения сначала изображается Т-образное пересечение, после чего в ответ на запрос системы о соединении двух отрезков цепей следует выбрать ответ YES; место соединения отмечается точкой (рис. 2.10). При необходимости к точке соединения можно подключить еще одну или несколько цепей.

При вводе на чертеже изображений компонентов их выводы помечены крестиками (рис. 2.11,а), после подключения к ним цепей крестики пропадают (рис. 2.11,б), что свидетельствует о наличии электрического соединения.

**Редактирование расположения компонентов и цепей.** Для этого предназначены разные команды. Параллельный сдвиг компонентов производится командами MOVE; при этом соединяющие цепи растягиваются и сжимаются, приобретая изломы, но не рвутся. Цепи редактируются командами EDIT (см. приложение 7).

**Присвоение имен цепям и компонентам.** Имена присваиваются по командам группы NAME.

Имена цепей необходимы для ссылок при моделировании, а также для удобства при разводке и контроле ПП. Заметим, что понятие "имя цепи" тождественно понятию "имя (номер) узла". Именем цепи может быть произвольная последовательность латинских букв и цифр, которая начинается как с буквы, так и с цифры. Имя цепи вводится по команде NAME/NET (при этом должен быть включен слой NETNAM) согласно следующим запросам системы:

Select a net ...

Enter net name: <имя цепи>

Name=<имя цепи> Select location ...

Курсором выбирают именуемую цепь (она ярко высвечивается), набирают на клавиатуре ее имя и курсором отмечают место ее расположения на чертеже. Цепь может быть помечена одним и тем же именем в нескольких местах, причем при вводе повторяющихся имен система задает вопрос

Net <имя цепи> exist. Merge? Yes/No

По ответу YES цепь объединяется. Если после этого в ответ на подсказку

Name=<имя цепи> Select location ... Nets merged

нажать не кнопку 1, а кнопку 2, то имя цепи будет невидимым.

В аналоговых устройствах цепь, соединенная с "землей", должна иметь номер (имя) 0 (таковы требования программы PSpice).

Цепи, имеющие одинаковые имена, считаются электрически соединенными, если даже на принципиальной схеме они не соединены.

Заметим, что имя цепи удобно вводить после нажатия функциональной клавиши F3 при выполнении команды ENTR/WIRE.

Имена компонентов вводятся по команде NAME/COMP в слое CMPNAM.

Сначала по запросу

Select a component ... курсором выбирают компонент, который после этого ярко высвечивается. Далее на запрос системы

Enter component name:

с клавиатуры вводят имя компонента, например R1, C7, DD1, DD1.1, U1, U2. Место расположения этого обозначения на чертеже указывают по запросу

NAME=<имя компонента> Select location ...

Имя компонента на чертеже фиксируется нажатием кнопки 2.

Нанесение на чертеж имен компонентов обязательно при схемотехническом моделировании с помощью программ PSpice и PC-LOGS (см. разд.

2.5) [11]. В системе разработки ПП P-CAD имена компонентов используются лишь в программе составления отчетов PC-FORM. Имена компонентов выбираются произвольным образом, однако для удобства их рекомендуется дублировать с позиционными обозначениями компонентов (см. ниже).

Заметим, что имя компонента удобно вводить после нажатия функциональной клавиши F4 при выполнении команды ENTR/COMP.

*Неименованным цепям и компонентам* по умолчанию присваиваются имена UNsssnnn, UCsssnnn соответственно, где sss –номер страницы чертежа схемы (основной схеме по умолчанию присваивается номер страницы SHEET=000), nnn –порядковый номер цепи или компонента на странице, начиная с номера 001.

**Изображение линии групповой связи (шины).** Для построения шины сначала по команде ENTR/WIRE изображают проводники от предполагаемого расположения шины до контактов компонентов, как показано на рис. 2.12 (устанавливается слой WIRES, толщина линий W:0). После этого по команде NAME/NET вводят имена проводников (цепей), входящих в шину; одноименные проводники именуют одинаковыми именами. Изображение шины наносят на чертеж по команде DRAW/LINE (слой BUS, толщина линий W:15). При этом следует иметь в виду, что в системе P-CAD шина является лишь графическим изображением на чертеже, а электрические соединения образуются в результате именованной каждой пары соединяемых проводников одинаковыми именами.

*Примечание.* По ГОСТ 2.303– сплошные основные линии имеют ширину от 0,5 до 1,4 мм, а линии групповой связи –в два раза шире основных линий. Если в графопостроителе (см. разд. 9.2) имеется возможность установки пишущих перьев различного диаметра в зависимости от цвета слоя (не от имени слоя, а его цвета), то тонкие линии рисуются одним цветом, а более толстые –другим. Если это невозможно, как в принтерах и некоторых плоттерах, то физическая ширина линии задается параметром W строки состояний (при этом тонкие линии рисуются за один проход пера, а толстые –за несколько).

Заметим, что при вводе изображения шины удобно использовать команду ENTR/BUSB, объединяющую в себе команды ENTR/WIRE и NAME/NET для одного или нескольких проводников. По этой команде вначале указывается список имен проводников, образующих шину, после чего на экране вычерчивается изображение первого проводника, указывается место расположения имени проводника и последовательно запрашивается расположение остальных проводников, которые вычерчиваются так же, как первоначальный. Например, проводники, имеющие имена 1, 2, 3, вводятся по следующим запросам:

Enter bus name: 1,2,3

Select start point for path 1....

Select next point for path 1....

Select location for bus bit name: 1....

Select location for bus bit name: 2....

Select location for bus bit name: 3....

Список имен проводников, входящих в шину и имеющих общий первый символ имени, может быть указан более компактно, например, список проводников A1, A2, ..., A5 вводится по формату:

Enter bus name: имя<начальный номер:конечный номер:шаг>

В рассматриваемом примере по формату A<1:5>. По умолчанию параметр "шаг"принимает значение 1. Кроме того, допускается формат

Enter bus name: имя<список номеров>

Здесь номера проводников в списке разделяются запятыми, например A<1,2,3,4,5>.

**Нанесение на чертеж номеров выводов компонентов.** Номера выводов автоматически наносятся на чертеж по команде SCMD/PNUM в слое PINNUM. Курсором по очереди помечают компоненты и по запросам системы



```
Select a component ...
=>Enter ref-designator/section
```

вводят позиционное обозначение каждой секции компонента (reference designator), которое состоит из позиционного обозначения компонента (не более 8 алфавитно-цифровых символа) и имени секции, отделенного от него косой чертой (секции имеют имена А, В, ...), например DD1/A, DD1/B, DD1/E, DA5/B. При вводе буквенного кода позиционного обозначения следует руководствоваться приложением 4.

По команде SCMD/PNUM на чертеже автоматически проставляются номера выводов указанной секции и наносится позиционное обозначение компонента без указания имени секции (например, при вводе позиционного обозначения секции DD8/B на изображении секции появляется только надпись DD8). Места расположения номеров выводов и позиционных обозначений выбираются на этапе создания УГО компонента (разд. 2.3).

Однако если компонент состоит из одной секции, например резистор, то имя единственной секции А можно не указывать –R5, VT1, DD8. В таком случае система не наносит на схему номера выводов, поэтому для правильной работы программы PC-ECO необходимо запустить программу PC-CAPS под управлением командного файла .CMD, созданного программой PC-PACK.

Позиционные обозначения компонентов переносятся в программу PC-CARDS после упаковки чертежа схемы и далее в сборочный чертеж, а также используются в программе PC-FORM при составлении отчета о ПП.

Пример нанесения позиционных обозначений приведен на рис. 2.13.

Однако перед выпуском документации позиционные обозначения компонентов следует отредактировать в соответствии с ГОСТ 2.743–82 и ГОСТ 2.759–. Во-первых, при изображении на схеме компонентов разнесенным образом (рис. 2.14,а) следует с помощью команды DRAW/TEXT ввести десятичную точку и порядковый номер секции, например DD1.1. Во-вторых, при изображении компонентов совмещенным способом следует позиционные обозначения всех секций, кроме первой, по команде MOVE/ATTR слить с позиционным обозначением первой секции (рис. 2.14,б). При необходимости (по требованиям служб нормоконтроля) позиционные обозначения компонентов можно с помощью команды MOVE/ATTR поместить над УГО компонента или справо от него. Однако следует иметь в виду, что после коллректровки проекта с помощью программы PC-ECO все отредактированные позиционные обозначения примут первоначальный вид.

**Ввод атрибутов схемы.** Командой ATTR/ACOM по запросам

```
Select location. (Text attributes OK?) ..
Type in attribute spec:
```

в качестве атрибутов вводят номера страниц многостраничных схем SHEET=<номер страницы> и дополнительную информацию, необходимую для моделирования аналоговых схем с помощью программы PSpice [11].

Кроме того, по команде ATTR/SCHG можно изменить значение атрибута любого компонента, например задержку сигнала в атрибуте компонента цифровой схемы PCL. Однако при этом новое значение атрибута сохраняется только в течение сеанса проектирования и не заносится в базу данных. В библиотеку символьных графических изображений во время создания схемы устройства изменения вносятся командами LEVL/PUSH и LEVL/POP.

Программа верификации схем PC-ERC использует ряд специфических атрибутов. Во-первых, на схемы должны быть помещены так называемые соединители страниц – компоненты с одним контактом, имеющие атрибут PGCONN. Соединители страниц отмечают входящие и выходящие цепи на каждой странице чертежа. Графическое изображение четырех равноправных видов соединителей представлено на рис. 2.15.

Входной соединитель страниц имеет атрибут PGCONN=INPUT, выходной – PGCONN=OUTPUT. Компоненты, которые не должны тестироваться программой PC-ERC, имеют атрибут PCERC=SPARE. Нагрузочные резисторы, включаемые между шиной питания и логическим устройством с открытым коллектором, имеют атрибут RVALUE=<nnn>, где nnn –их сопротивление.

Изменение значений атрибутов производится по команде ATTR/SCHG –после выбора курсором редактируемого атрибута он выделяется белым цветом и высвечивается его ключевое слово, после чего его значение редактируется обычным образом. В завершение

редактирования нажимается [Return] и ключевое слово гасится. Удаление атрибута выполняется по команде ATTR/DATR.

**Объединение многостраничных схем.** Они состоят из схем, расположенных на отдельных страницах, каждая из которых занесена в отдельный файл с расширением .SCH. Эти страницы объединяются в единую схему для последующего моделирования или проектирования печатных плат с помощью программы PC-LINK.

С помощью команды назначения атрибута ATTR/ACOM в режиме SYMB указывают, что данная схема представляет собой отдельную страницу общей схемы. Этой командой в любом свободном месте на чертеже схемы вводят текст атрибута вида

SHEET=<номер страницы> Здесь <номер страницы> представляет собой число, начинающееся с цифры 0 и имеющее не более трех знаков, например SHEET=02.

Цепи, имеющие на разных страницах одинаковые имена, считаются электрически соединенными. Таким способом прокладываются необходимые связи между страницами. Поэтому все соединяемые цепи должны быть поименованы и имена различных цепей должны быть на всех страницах уникальными.

**Нанесение основной надписи и дополнительных граф.** Предварительно в отдельных файлах создаются рамки стандартных форматов (ГОСТ 2.301–), графы основной надписи и дополнительные графы (ГОСТ 2.104–). Эти файлы подсоединяются к файлу базы данных принципиальной электрической схемы и заполняются необходимые графы. Возможны два основных варианта.

1. Рамки форматов и основные надписи создаются в режиме SYMB и заносятся в файлы с расширением .SYM. Тогда эта графическая информация наносится на чертеж по команде ENTR/COMP и перемещается по команде MOVE. Однако для нанесения надписей приходится сначала по команде LEVL/PUSH перейти на нижний уровень иерархии, выполнить команды DRAW/TEXT, сохранить внесенные изменения по команде FILE/SAVE (при этом содержание исходного файла .SYM изменится) и затем вернуться на прежний уровень командой LEVL/POP.

2. Рамки форматов и основные надписи создаются в режиме DETL на слое BORDER и заносятся в файлы с расширением .SCH, которые присоединяются к файлам принципиальных схем по команде FILE/BKLD. Нанесение текстовых надписей в графах производится обычным образом по командам DRAW/TEXT. Для перемещения рамок и основной надписи необходимо выключить все слои, кроме BORDER, и затем выполнить команду MOVE, что не очень удобно.

**Запись графического изображения схемы.** Запись в файл с расширением .SCH производится по команде FILE/SAVE. В ответ на запрос

Enter file name:

вводится имя файла (без расширения .SCH, устанавливаемого по умолчанию в режиме DETL). Этот файл заносится в текущий подкаталог, из которого была вызвана программа PC-CAPS (см. разд. 2.1). Для занесения файла в другой каталог следует при вводе имени файла указать путь к этому каталогу. Например, имя D:\PCAD\WORK\TEST означает, что на диске D: в подкаталоге WORK каталога PCAD будет записан файл TEST.SCH. Пример принципиальной электрической схемы приведен на рис. 2.16

В заключение приведем основные шаги по созданию принципиальных электрических схем:

<i>Шаг</i>	<i>Используемые команды</i>
1. Установка среды	SYMB, SCMD/UNIT, ZIN, VLIR или FILE/LOAD
2. Размещение УГО компонентов	ENTR/COMP, COPY
3. Прокладка электрических связей	ENTR/WIRE, слой WIRE
4. Построение линий групповых связей	ENTR/BUSB и DRAW/LINE, слой WIRE
5. Редактирование расположения УГО компонентов и проводников	MOVE, EDIT, ROT
6. Присвоение имен цепям и компонентам	NAME/NET и NAME/COMP, слои NETNAM и DEVICE
7. Простановка позиционных обозначений компонентов и номеров выводов	SCMD/PNUM
8. Ввод/редактирование атрибутов	ATTR/ACOM, ATTR/SCGH, слои ATTR, ATTR2
9. Нанесение основной надписи и дополнительных граф	ENTR/COMP или FILE/BKLD
10. Запоминание файла	FILE/SAVE

11. Подготовка данных к выводу SYS/PLOT чертежа на принтер/плоттер
12. Стирание экрана или завершение работы с редактором

### **2.5. Использование иерархических структур**

Иерархические структуры (макромодели) используются при изображении принципиальных схем, состоящих из однотипных модулей. Программа поддерживает до 15 уровней иерархии. Иерархические структуры создаются следующим образом.

Сначала в режиме DETL создаются принципиальная схема модуля с обязательным именованием его входных и выходных цепей. После этого, не очищая экрана, переходят в режим SYMB и создают графический символ модуля (см. разд. 2.3) рядом с его схемой. При этом входные и выходные контакты должны иметь те же имена, что и соответствующие цепи принципиальной схемы модуля. Идентификатор типа иерархического компонента ID устанавливается равным 256, 0 или -1. Графическое изображение модуля вместе с его принципиальной схемой по команде FILE/SAVE записывается в файл с расширением .SYM, и его затем можно включать в качестве компонента схемы. Пример иерархической структуры приведен на рис. 2.17.

*Замечание.* Идентификатор типа иерархического компонента устанавливается из следующих соображений. 1) Если иерархическому компоненту присвоить код идентификации 256, то программа PC-LINK автоматически подключит список электрических связей иерархического компонента к списку связей схемы (см. разд. 4.1), но упаковка иерархической структуры не будет включена в командный файл. Эта возможность характерна при моделировании компонентов с помощью их схем замещения (в программах PSpice и PC-LOGS [12]), когда сам иерархический компонент физически существует, а компоненты его схемы замещения нет. 2) Если назначить код идентификации 0 или -1, то при работе с программой PC-LINK необходимо включить имя файла списка связей иерархического компонента в перечень объединяемых файлов (через знак +). При этом код идентификации 0 присваивается символу иерархической структуры, который физически не существует, например матрице параллельно соединенных конденсаторов.

Графическое изображение модуля включается в схему по команде ENTR/COMP в режиме DETL. Схему внутреннего содержания каждого иерархического символа можно просмотреть по команде LEVL/PUSH. Для этого в ответ на подсказку системы

Select a component ... курсором отмечают компонент, после чего система выдает сообщение

WAIT! Pushing into <имя модуля>.SYM и на экране появятся графическое изображение модуля и его принципиальная схема. Вернуться обратно на более высокий уровень иерархии можно по команде LEVL/POP, предварительно сохранив внесенные изменения по команде FILE/SAVE. При этом система запрашивает подтверждение перенесения на схему изменений, внесенных в схему модуля:

Replace all <имя модуля>.SCH invocations? Yes No

Таким образом создается иерархическая структура, схема которой занимает одну или несколько страниц (в последнем случае на отдельных страницах указываются атрибуты SHEET).

### **2.6. Особенности графического ввода схем для цифрового моделировщика DDL**

В связи с широким распространением программы логического моделирования цифровых устройств DDL (Digital Design Lab) обсудим особенности ее взаимодействия с системой P-CAD. Программа DDL предусматривает графический ввод схем с помощью программы PC-CAPS с последующим составлением списков электрических связей с помощью программ PC-NODES, PC-LINK и PC-FORM, входящих в состав системы P-CAD. Программа DDL полностью совместима с системой P-CAD. Поэтому если составить графические изображения цифровых компонентов (.SYM) и принципиальную схему (.SCH), придерживаясь всех правил, изложенных в разд. 2.3 и 2.4, то программа DDL осуществляет логическое моделирование без ошибок. Однако, часть информации о схеме и ее отдельных компонентах программой DDL не используется. Поэтому пользователи, заинтересованные только в моделировании схем, могут вводить не всю информацию, ориентируясь на приведенную ниже таблицу, где для наглядности сравниваются два цифровых моделировщика PC-LOGS и DDL и программа моделирования смешанных цифро-аналоговых цепей PSpice:

Типовой Модель на

Параметр <sup>1</sup>

компонент языке PML

**Графическое изображение компонента**

Изображение компонента (DRAW)	+	+	+	+
Выводы компонента с указанием	+	+	+	-их типа (ENTER/PIN)
Последовательность маркировки	+	-	-	+
выводов (ENTR/PIN)				
Имя вывода (NAME/PIN)	+ <sup>2</sup>	+	-	-
Информация об упаковке (число	—+	-секций в корпусе, номера	выводов (SCMD/PNLC)	
Код идентификации компонента	+	100	-	+ <sup>5</sup>
(SCMD/SCAT)				
Атрибуты (ATTR) :				
- задержки	+	+/-	- <sup>3</sup>	-
- имя файла функционального	-	+	+ <sup>4</sup>	-
описания				
- параметры компонентов	-	-	-	+

**Принципиальная схема**

Указатель компонента/секции	-	-	+	-
(SCMD/PNUM)				
Имя компонента (NAME/COMP)	+	+	-	+
Имя цепи (NAME/NET)	+	+	+	Атрибуты параметров компо- нентов (ATTR)

*Примечания:* 1. В графе "Параметр" в скобках указано имя соответствующей команды программы PC-CAPS; 2. Необходимо только в иерархических структурах и при тестировании моделей отдельных компонентов .SYM, не оформляя их в виде принципиальных схем .SCH;

3. Задержки сигналов задаются в программе DDL в отдельных файлах;

4. В отсутствии атрибута, в котором приведено имя функциональной модели компонента, по умолчанию используется имя файла его графического изображения .SYM; 5. В качестве имени макро модели компонента, имеющего код идентификации 255, используется имя файла его графического символа .SYM.

Программа DDL использует информацию об упаковке компонентов и идентифицирует электрические цепи по имени цепи или с помощью позиционного обозначения компонента/секции и номеров выводов компонентов, подсоединенных к ней. Имена компонентов во внимание не принимаются. Иерархические и многостраничные схемы составляются обычным для системы P-CAD образом.

В связи с тем, что математические модели компонентов, используемые в программах PSpice и DDL, не привязаны к именам выводов УГО, а к их номерам, эти модели, в отличие от программы PC-LOGS, инвариантны к библиотекам УГО. Это связано с тем, что маркировка номеров выводов ИС стандартна, а их имена назначаются разработчиками библиотек произвольно.

**2.7. Командные файлы**

Процесс взаимодействия с графическими редакторами PC-CAPS и PC-CARDS значительно упрощается при помощи командных файлов. Эти файлы создаются путем записи в них последовательности всех команд, вводимых с клавиатуры в процессе сеанса работы с графическим редактором. В следующем сеансе работы можно использовать команду /EXE для автоматического запуска последовательности команд, занесенных в командный файл. Командные файлы имеют текстовый формат в кодах ASCII. Можно использовать любой текстовый редактор, например, Multy Edit для внесения изменений в командный файл. Существует два типа командных файлов: 1) файл протокола, в который после запуска графического редактора автоматически заносятся все команды,

вводимые в сеансе проектирования; 2) макро файлы, также создаваемые во время работы программы, но начало и конец записи в них команд определяется по командам /MAC и /MEND; кроме того, макрофайл можно создать вручную с помощью текстового редактора.

*Примечание:* Файлы с расширениями .CMD и .BAK), создаваемые подсистемами PC-PACK и PC-BACK, также являются командными файлами и имеют тот же формат, что и командный файл протокола.

#### *а) Файл протокола*

Каждый раз при запуске программы PC-CAPS открывается командный файл протокола PCCAPS.CMD, в котором накапливаются все команды, введенные в сеансе работы. При повторном запуске программы PC-CAPS система переименовывает предыдущий командный файл протокола на PCCAPS.CM\$. Таким образом, для сохранения командного файла протокола его следует переименовать, присвоив уникальное имя.

Возможны два варианта использования командного файла протокола:

1) если пользователь не записал на диск результаты работы и нечаянно стер изображение экрана командой FILE/ZAP, то можно восстановить потерянные данные путем переименования и перезапуска командного файла протокола;

2) пользователь может переименовать файл протокола и запускать его на выполнение для повторения часто встречающихся операций (рисование типовых фрагментов).

#### *б) Макрофайлы*

Макрофайл подобен командному файлу протокола за исключением того, что пользователь сам указывает момент начала и окончания записи. Для создания макрофайла выполняются следующие шаги:

1. В процессе сеанса работы ввести клавиатурную команду /MAC, после чего система запросит начальные координаты курсора.

2. С помощью "мыши" или поля координат в строке состояний определяют опорную точку. Каждый раз при вызове этого макрофайла редактор использует эту точку для размещения графического изображения, команды создания которого помещены в макрофайле. Для удобства надо в качестве этих координат задать значения 0, 0. Например, если в макрофрагменте какой-то символ введен с координатами 5, 10, то при последующем вызове макрофрагмента в точку с координатами 100, 100 он будет размещен в точке с координатами 105, 110.

3. В ответ на запрос системы ввести имя макрофайла. Рекомендуется присваивать им расширение .MAC.

4. Для прекращения записи в макрофайл ввести клавиатурную команду /MEND. После этого можно продолжить работу с программой или выйти из нее.

#### *б) Запуск командного файла*

Для запуска на выполнение макрофайла или командного файла протокола на выполнение выполняются следующие шаги.

1. В процессе сеанса работы ввести клавиатурную команду /EXE, после чего программа запрашивает имя командного файла.

2. Ввести имя файла. Если файл является командным файлом протокола, программа запускает его на выполнение. Если это макрофайл, система запрашивает координаты точки для размещения макрофрагмента:

Macro location...

Используя "мышь" или строку состояния, задаются координаты этой точки, к которой будет привязана опорная точка макрофрагмента. для базовой точки (точки отсчета), которая была указана во время создания MACRO. Как только вы введете позицию, программа запускает макро.

Когда запускается командный файл, некоторые условия программы могут не соответствовать состоянию программы в момент его создания. Например, может быть активным другой слой, или может отображаться другое "окно", или могут быть другими ширина линии, ориентация текста. В подобных случаях при запуске файла может быть получено другое изображение. Во избежание этого нужно сохранить файл базы данных, который будет иметь соответствующие начальные характеристики и загрузить эту базу данных перед запуском командного файла.

#### *в) Специальные функции*

Существует несколько команд, которые выполняют специальные функции для командных файлов:

/EXE —начало выполнения макрофайла или командного файла протокола.

[Ctrl]/<S> –пауза во время выполнения файла; для продолжения на клавиатуре набирается //. /WAIT n <сообщение> –создание паузы во время выполнения командного файла. Можно ввести эту команду при создании командного файла или добавить ее при редактировании. Здесь n указывает на протяженность паузы в секундах. Если значение n не вводить, то пауза будет длиться до нажатия пробела. С помощью параметра <сообщение> во время паузы на экран выводится текст. /INTR –прерывание выполнения файла. Можно ввести эту команду во время создания файла или добавить в файл, используя текстовый редактор. При выполнении файла программа остановит выполнение, если найдет данную команду. Выполнение файла возобновится, если использовать команду /RESU. /RESU –вызывает возобновление командного файла прерванного командой /INTR. /CFIL –закрытие и перезапуск командного файла протокола, записываемого в текущий момент. Эта команда позволяет записывать в командный файл только те операции, которые необходимы. Например, если выполняется MACRO, то команда /CFIL дает возможность не записывать все команды макрофайла в командный файл протокола. Примечание: эта команда не эффективна для макрофайлов. Для закрытия макрофайла используется команда /MEND.

#### г) Структура командного файла

Каждая строка командного файла состоит из одной команды. Командам меню и командам строки состояния предшествует слово COMMAND. Тексту, введенному с клавиатуры предшествует слово TEXT. Координаты курсора представлены числовыми значениями. B1 обозначает кнопку 1 “мыши”или пробел; B2 обозначает кнопку 2 или [Esc].

Некоторые изменения строки состояния и другие команды представлены кодами, называемыми кодами операции (OPCODE, см. ниже). Командный файл протокола сеанса аналогичен макрофайлу за исключением того, что система использует в командном файле стандартную строку LOGFILE вместо MACRO, и последней строкой командного файла была бы команда SYS/QUIT вместо END MACRO.

Приведем пример макрофайла:

```
MACRO 0 0
COMMAND DRAW
COMMAND RECT
B1 -180 20
B1 -50 130
B1 -30 20
B1 -30 130
COMMAND DRAW
COMMAND LINE
B1 -180 -10
B1 90 -10
OPCODE 192
TEXT WAIT
WAIT 0 PRESS [SPACE]
COMMAND ENTR
COMMAND COMP
TEXT A:1533LA3.SYM
TEXT MEND
END MACRO
```

#### д) Коды операций

Приведем список кодов операции и их назначение:

- 51 Присвоить имя цепи
- 55 Выбрать параметр By Name
- 60 Присвоить имя компонента 62 Изменить ориентацию компоненты
- 63 Изменить зеркальность
- 65 Выбрать параметр By Name при использовании команды /REPL
- 66 Скопировать имя вывода
- 67 Установить тип переходного отверстия\*
- 68 Вывести список неактивизированных электрических связей\*
- 103 Выбрать параметр CURVED
- 107 Установить шаг сетки
- 108 Переключение режима закрашивания полигона сплошным цветом или штриховкой\*

- 109 Изменить шаг курсора
- 110 Переключить отображение сетки
- 111 Отключить блокировку сетки
- 112 Ввести с клавиатуры координаты курсора
- 115 Переключить отображение номинальной цепи
- 120 Установить тип контакта
- 121 Установить код логической эквивалентности вывода
- 123 Установить номер апертуры
- 124 Переключить отображение гистограммы
- 125 Изменить значение силового вектора
- 127 Выбрать опции атрибутов при использовании команды /REPL
- 131 Переключение параметра строки состояний By Pin/By Wire при выполнении команды /RCTL\*
- 132 Установка максимально допустимого количества выводов при выполнении команды /RCTL\*
- 133 Переключение опции On/Off/Enable/Disable при выполнении команды /RCTL\*
- 140 Установить размер текста
- 141 Изменить ориентацию текста
- 142 Изменить зеркальность текста
- 145 Изменить горизонтальное выравнивание текста
- 146 Изменить вертикальную ориентацию текста
- 147 Переключение режима ввода межслойных/сквозных переходных отверстий I/T\*
- 148 Переключение режима захвата выводов компонентов\*
- 149 Выбрать параметр REPAT:<n> при копировании
- 150 Выбрать параметр AFTER/BEFORE/SPLIT для команды CPTH/TAG
- 151 Выбрать имя критического пути для команды CPTH/TAG
- 152 Выбрать опцию ON/OFF для команды /PCTL
- 153 Выбрать опцию CPTH/GRP для команды /PCTL
- 187 Переключить опцию типа линии
- 189 Переключение опции C при рисовании дуги
- 190 [Esc]
- 192 Ввод символа / (для ввода клавиатурной команды)
- 196 Отобразить последнее сообщение
- 197 Переключение формы курсора
- 198 Возобновить выполнение командного файла
- 199 Прервать командный файл
- 223 Перемещение изображения влево на половину экрана\*
- 224 Перемещение изображения вверх на половину экрана\*
- 225 Перемещение изображения вниз на половину экрана\*
- 226 Перемещение изображения вправо на половину экрана\*

*Примечание:* Звездочкой \* помечены коды команд, используемых только в графическом редакторе PC-CARDS.

## 2.8. Сообщения об ошибках

Приведем сообщения об ошибках, которые выводятся на экран в процессе работы с программой PC-CAPS, причины их появления и рекомендации по их устранению. Сообщения об ошибках выводятся на экран в строке состояний и сохраняются примерно в течение 2 с. Сообщения об ошибках, указывающие на необходимость обратиться к системному программисту, сохраняются до тех пор, пока не нажата какая-нибудь клавиша клавиатуры или кнопка "мыши".

Обратим внимание, что пользователь обязан должным образом реагировать на сообщения системы, иначе он не будет контролировать ее действия.

### 1. **Already at the root. Cannot POP.**

*Причина:* достигнут верхний уровень иерархического описания.

*Действие:* выбрать другую команду.

### 2. **Already Defined. Owerwrite? YES NO.**

*Причина:* под выбранным номером уже записано какое-то изображение.

*Действие:* выбрать YES для перезаписи изображения, для отказа от перезаписи

выбрать ответ NO или нажать клавишу [Esc] и выбрать другой номер записи.

**3. Another macro definition in progress.**

Причина: введена команда /MAC, в то время как редактор обрабатывает другой макрофайл (включение команды /MAC в макрофайл не допускается).

Действие: завершить обработку текущего макрофайла командой /MEND и затем загрузить другой макрофайл.

**4. At maximum push level; no component invocations found.**

Причина: предпринимается попытка раскрыть содержание компонента, не имеющего иерархической структуры, достигнут самый нижний уровень иерархии.

Действие: убедиться в правильности выбора уровня иерархии.

**5. Bad file.**

Причина: сбой при загрузке файла программируемых функциональных клавиш.

Действие: исправить некорректность формата определения функциональных клавиш в этом файле.

**6. Bad file input.**

Причина: не найден макрофайл, встроенный в какую-то процедуру.

Действие: исправить имя макрофайла и повторить его запуск.

**7. Bad step: <X>.**

Причина: неверно задано приращение имен проводов шины.

Действие: исправить приращение, которое должно быть целым числом.

**8. Bit number exceeds integer size limit.**

Причина: номер провода шины превышает 32 К, как это оговорено в имени шины.

Действие: проверить синтаксис имени шины и исправить это имя.

**9. Both nets named. Merge not allowed.**

Причина: предпринята попытка слить две цепи, имеющих разные имена, что недопустимо.

Действие: отказаться от их слияния или перед слиянием удалить имя одной из цепей.

**10. Cancel current programming key.**

Причина: в процессе программирования функциональных клавиш введена команда /PZAP, которая прерывает программирование и стирает определения.

Действие: начать программирование снова без команды /PZAP.

**11. Cannot copy on top of object.**

Причина: команда COPY не позволяет размещать копию на объекте, с которого она сделана.

Действие: переместить курсор в сторону и нажать кнопку 1 "мыши".

**12. Can not link pin to net.**

Причина: ошибка при попытке подсоединить новый вывод к цепи.

Действие: проверить целостность базы данных и (или) обратиться в службу сопровождения системы P-CAD.

**13. Can not open file <имя файла>.**

Причина: сбой при попытке открыть указанный файл.

Действие: проверить имя файла и ввести его заново; проверить правильность указания пути. Проверить наличие файла и его размещение командой SYS/DOS.

**14. Can't open <имя файла>.**

Причина: редактор не может найти указанный файл.

Действие: аналогично п. 13.

**15. Can't copy net due to committed pins conflict.**

Причина: безуспешная попытка скопировать цепь. Превышено максимально допустимое количество цепей или новая цепь закоротила одну или несколько других цепей со своими именами (?).

Действие: с помощью команды SYS/STAT определить число цепей в схеме и сравнить его с максимально допустимым значением или провести новую цепь по команде ENTR/WIRE, а не копированием.

**16. Coincident component. OK to enter? YES NO.**

Причина: занято место, выбранное для размещения символа. Редактор просит подтвердить ввод этого символа.

Действие: выбрать YES для ввода символа на занятом участке или NO для выбора другого места расположения символа.

**17. Concident pins. OK to enter? YES NO.**



Причина: аналогично п. 16, но для вывода.

Действие: аналогично п. 16.

**18. Command disabled or not found.**

Причина: команда недоступна или введено ее неверное имя.

Действие: задать имя команды правильно; проверить ее доступность при текущих условиях.

**19. Component has no symbol.**

Причина: указанный компонент не имеет файла УГО.

Действие: проверить имя файла УГО. Отредактировать УГО по правилам, описанным в разд. 2.3.

**20. Component <имя> exists. Another name?**

Причина: введенное имя УГО существует в базе данных. Редактор высвечивает старое УГО с этим именем и предлагает выбрать другое имя.

Действие: ввести другое имя или нажать [Esc] для прерывания команды.

**21. Converting component to English Unit.**

Причина: загружаемое УГО составлено в метрической системе, а текущая база данных выполнена в английской системе.

Действие: не требуется, программа производит автоматическое преобразование.

**22. Converting component to Metric Unit.**

Причина: аналогично п. 21, только УГО составлено в английских единицах, а база данных — в метрических.

Действие: аналогично п. 21.

**23. Copy goes beyond world limits.**

Причина: копия объекта выходит за пределы графической области базы данных.

Действие: размесить копию в допустимых пределах.

**24. Critical path name exists.**

Причина: при создании критического пути введено уже существующее имя.

Действие: ввести другое имя.

**25. Current database is full.**

Причина: загрузка фрагмента схемы командой FILE/BLKD привела к превышению допустимого количества компонентов, цепей или выводов.

Действие: разбить проект на две более малые части.

**26. Data found in det1 mode; cannot switch units.**

Причина: база данных содержит УГО компонентов или цепи, введенные в режиме DETL. Единицы измерений могут быть преобразованы только для образов, созданных командами DRAW.

Действие: не преобразовывать единицы измерений для таких баз данных.

**27. Database error; see manual before proceeding.**

Причина: выявлены проблемы для текущей базы данных.

Действие: для предотвращения потери данных записать базу данных проекта во временный файл TEMP.SCH, выйти из графического редактора и вернуться в DOS. Переименовать файл PCCAPS.CMD в SAVE.CMD. Затем:

1) с помощью программ PDIF-OUT и PDIF-IN попытаться пересоздать базу данных и снова загрузить в программу PC-CAPS обновленную базу данных;

2) проверить объем доступной оперативной памяти. Если он менее 590 Кбайт и на ПЭВМ не установлена плата LIM, поместить в каталоге \PCAD\EXE файл PCADMEM.\$\$M (см. разд. 1.2);

3) если проблема не исчезнет, передать в службу поддержки системы P-CAD информацию о номере версии редактора, подробно описать симптомы проблемы, сообщить номер версии DOS и характеристики ПЭВМ, указать, какой объем памяти на диске определила программа CHKDSK.

**28. Database file doesn't exist for component.**

Причина: не найден файл УГО, для которого сделана попытка раскрыть его командой LEVL/PUSH.

Действие: проверить путь, заданный в конфигурации программы PC-CAPS, и существование этого файла в текущем каталоге или по указанному пути.

**29. Database format not compatible.**

Причина: указанный файл не является файлом базы данных.

Действие: задать правильно имя файла базы данных, проверить правильность указания пути, командами SYS/DOS и DIR проверить наличие файла.

**30. Database not compatible.**

Причина: файл специальных символов имеет некорректный формат.

Действие: аналогично п. 29.

**31. Delete programming key not allowed during key programming.**

Причина: в процессе программирования функциональных клавиш введена команда /PDEL, что недопустимо.

Действие: завершить программирование и в заключение использовать команду /PDEL.

**32. Depth limit exceeded. Can not PUSH.**

Причина: превышен допустимый предел уровней иерархии (команда LEVL/PUSH допускает не более 15 уровней вложения).

Действие: переделать схему, уменьшив количество иерархических уровней.

**33. Datal Data Found: conversion function disabled.**

Причина: база данных содержит УГО и проводники, преобразование системы единиц невозможно.

Действие: преобразование системы единиц возможно только для пустой базы данных или для базы данных, содержащих только УГО (без соединительных проводников).

**34. Disk full. Error writing <xx.plt>.**

Причина: при записи файла на жесткий диск командой FILE/SAVE не хватило места.

Действие: освободить жесткий диск от ненужных файлов или использовать чистый гибкий диск.

**35. Disk full! File saved no good!**

Причина: аналогично п. 34.

Действие: аналогично п. 34.

**36. Duplicate signals: <x>**

Причина: в имени шины сигнал описан дважды.

Действие: исправить синтаксис имени шины.

**37. Error loading <имя файла>**

Причина: ошибка при загрузке файла специальных символов.

Действие: проверить целостность файла.

**38. Exceeded limit for number of components or pins.**

Причина: превышен предел на количество компонентов или выводов.

Действие: при проектировании схемы использовать иерархический или многостраничный принцип.

**39. Exceeded limit for number of nets.**

Причина: превышен предел на количество цепей.

Действие: аналогично п. 38.

**40. Failed to load database.**

Причина: сбой при загрузке базы данных из-за нехватки памяти для управления базой данных или ввиду того, что в файле CONFIG.SYS параметр FILES меньше 20.

Действие: 1) с помощью программ PDIF-OUT, PDIF-IN попытаться пересоздать базу данных и затем снова загрузить ее в программу PC-CAPS; 2) проверить объем допустимой оперативной памяти и при необходимости создать файл PCADMEM.\$SM (см. разд. 1.2).

**41. Failed to open working file.**

Причина: сбой при открытии рабочего файла для программируемых клавиш.

Действие: убедиться, что в файле CONFIG.SYS параметр FILES равен 20.

**42. Fail to close working file.**

Причина: сбой при закрытии рабочего файла.

Действие: сбой программы, см. сообщение в п. 27.

**43. <имя файла> backed up (.\$BK). Save to an empty disk.**

Причина: сбой при записи файла командой FILE/SAVE из-за нехватки места на диске или нехватки памяти для управления записью файла.

Действие: перед началом любого редактирования файла создается для страховки его копия с расширением .\$BK. Если не удалось записать требуемую информацию на пустой гибкий диск, то необходимо переименовать файл PCCAPS.COM в SAVE.COM, вызвать программу PC-CAPS и загрузить копию .\$BK. После этого запустить на выполнение командный файл SAVE.COM по команде /EXE, в результате чего будет

восстановлена отредактированная база данных.

**44. Filename not found...**

Причина: редактор не может найти указанного файла.

Действие: аналогично п. 29.

**45. Gate already in the group.**

Причина: компонент, выбранный для включения в группу, уже входит в состав другой группы.

Действие: выбрать компонент, не входящий ни в одну группу.

**46. Gate in other critical path.**

Причина: выбранный компонент уже включен в другую критическую цепь.

Действие: выбрать компонент, не входящий ни в одну критическую цепь.

**47. Gate in other group.**

Причина: аналогично п. 45.

Действие: аналогично п. 45.

**48. Gate not in any group.**

Причина: выбранный компонент не входит в группу.

Действие: выбрать компонент, который входит в группу.

**49. Gate not in any critical path.**

Причина: выбранный компонент не включен в критическую цепь.

Действие: выбрать компонент, который включен в критическую цепь.

**50. Group name exist.**

Причина: введенное имя группы уже существует.

Действие: ввести другое имя группы.

**51. Gate/part mismatch. Package gate into illegal part. YES NO**

Причина: в указанный компонент должны быть упакованы компоненты разных типов.

Действие: для упаковки разных компонентов в один выбрать ответ YES, для отказа от упаковки выбрать NO.

**52. Hit more than one net.**

Причина: начальная точка нового проводника находится на пересечении двух или более цепей.

Действие: выбрать другую начальную точку.

**53. Illegal bus name specified.**

Причина: неверно задано имя шины.

Действие: изменить синтаксис имени.

**54. Illegal macro invocation location value(s).**

Причина: в командной строке не заданы координаты для включения макроблока.

Действие: задать корректно командную строку.

**55. Illegal section name.**

Причина: в команде SCMD/PNUM неверно задано имя секции.

Действие: исправить имя секции или проверить файл с расширением .FIL.

**56. Input buffer is full.**

Причина: введено слишком много символов с клавиатуры.

Действие: ввести более короткую цепочку символов.

**57. Insufficient memory (Press any key).**

Причина: для загрузки программы PC-CAPS не хватает памяти.

Действие: аналогично подпункту 2 п. 27.

**58. Invalid file type.**

Причина: запущенный на выполнение командный файл имеет неверный формат.

Действие: первая строка командного файла должна содержать ключевое слово Logfile.

**59. Invalid <клавиатурная команда>.**

Причина: введена неверная клавиатурная команда.

Действие: уточнить имя команды.

**60. Invalid pin name.**

Причина: введено некорректное имя вывода.

Действие: задать имя вывода правильно.

**61. Invalid scale factor. Scale factor ignored.**

Причина: введен ошибочный масштабный коэффициент при вводе УГО

Действие: масштабный коэффициент находится в пределах 1...10000.

**62. Invalid section specification.**

Причина: указанное имя секции в данном УГО не существует.

Действие: задать имя секции правильно.

**63. Invalid "<x>".**

Причина: в качестве значения введен нечисловой символ.

Действие: ввести значение правильно в пределах разрешенного диапазона.

**64. Keyword must start with a letter.**

Причина: ключевое слово начинается не с буквы.

Действие: ввести ключевое слово правильно.

**65. Link no found.**

Причина: отсутствует связь критической цепи между первым и вторым выбранными компонентами.

Действие: включить в критическую цепь компоненты, имеющие связь между собой.

**66. Loaded programmed key is ignored.**

Причина: предпринята повторная попытка загрузить файл с определениями функциональных клавиш.

Действие: перед командой /PKLD ввести команду очистки /PZAP.

**67. Macros nested too deep.**

Причина: превышена степень вложения макросов (до 5).

Действие: переопределить степень вложения.

**68. Matching "or ) expected.**

Причина: количество символов "или )" в строке нечетное.

Действие: привести в соответствие ограничивающие символы.

**69. More than one named net. No merge.**

Причина: предпринята попытка слить две цепи, имеющие разные имена.

Действие: удалить имя одной из цепей и затем слить или отказаться от их сливания.

**70. Multiple of 45 degrees only.**

Причина: предпринята попытка повернуть УГО на угол, не кратный 45°.

Действие: задать угол поворота, кратный 45°.

**71. Nested PKEY command ignored.**

Причина: в определении функциональной клавиши использована команда /PKEY.

Действие: удалить эту команду из определения.

**72. Net hit is named <имя цепи>. Change? YES NO.**

Причина: начата прокладка нового проводника, которому присвоено имя, и он пересекается с уже существующей цепью.

Действие: 1) выбрать ответ YES для изменения имени существующей цепи на имя новой цепи; 2) выбрать ответ NO для слияния новой и старой цепи и присвоения общей цепи старого имени; 3) дважды нажать [Esc] и проложить новую цепь иначе.

**73. Net merge not allowed.**

Причина: выявлены противоречия при вводе новой цепи путем ее прокладки или копирования –соединения проводников невозможно.

Действие: новую цепь можно прокладывать только командой ENTR/WIRE, чтобы при необходимости можно было выполнить слияние цепей.

**74. Net <имя> not found.**

Причина: редактор не находит цепь с указанным именем.

Действие: Ввести имя цепи правильно; убедиться, что слой, в котором размещена требуемая цепь, имеет статус ON или ABL.

**75. New command or BUT1 expected.**

Причина: введены некорректные данные или команда.

Действие: выбрать новую команду.

**76. New database size too small.** Причина: база данных создавалась на ПЭВМ с объемом оперативной памяти 640 Кбайт и не может быть загружена на портативной ПЭВМ фирмы TI с объемом памяти 512 Кбайт.

Действие: обратиться к разработчикам системы P-CAD.

**77. No attribute found.**

Причина: не найден атрибут; курсор размещен неверно или не установлен необходимый режим работы.

Действие: изменить режим (SYMB или DETL) или установить курсор точно на атрибуте.

78. **No attribute spec present.**  
Причина: не задано значение атрибута.  
Действие: переопределить атрибут.
79. **No component found.**  
Причина: редактор не может найти компонент в месте размещения курсора или выбранный объект не является компонентом.  
Действие: уточнить положение курсора; убедиться, что выбран тот же режим, в котором вводилось УГО.
80. **No critical path found.**  
Причина: не найдена критическая цепь.  
Действие: выбрать компонент на критической цепи и повторить операцию.
81. **No database named <имя файла>.**  
Причина: не найден файл с указанным именем.  
Действие: задать имя файла правильно и при необходимости указать путь; проверить наличие и нахождение файла командами SYS/DOS и DIR.
82. **No group found.**  
Причина: не найдена группа компонентов.  
Действие: выбрать компонент, входящий в группу, и повторить операцию.
83. **No nested PKEY commands allowed.**  
Причина: аналогично п. 71.  
Действие: аналогично п. 71.
84. **No net found.**  
Причина: не найдена цепь.  
Действие: проверить наличие и размещение цепи командами ZIN и REDR.
85. **No object found.**  
Причина: не найден объект в заданном окне.  
Действие: аналогично п. 79.
86. **No pin found.**  
Причина: не найден вывод.  
Действие: аналогично п. 84.
87. **No PNLC data found.**  
Причина: размещение номеров выводов не определено.  
Действие: выполнить команду SCMD/PNLC.
88. **No segment found.**  
Причина: аналогично п. 79, но для сегмента.  
Действие: аналогично п. 79.
89. **No segment/vertex found.**  
Причина: аналогично п. 79, но для сегмента или вершины.  
Действие: аналогично п. 79.
90. **No source net.**  
Причина: возникла ошибка редактора при копировании цепи.  
Действие: сохранить базу данных и файлы PCCAPS.CMD и PCCAPS.DBG для анализа ошибок и обратиться к разработчикам системы P-CAD.
91. **No symbol found with name <имя\_файла.EXT>.**  
Причина: не найден файл с указанным именем.  
Действие: аналогично п. 81.
92. **No symbol pin defined.**  
Причина: не введены выводы компонента.  
Действие: командой ENTR/PIN ввести выводы.
93. **No symbols or libraries found.**  
Причина: в опциях Directory path и Library filename в меню конфигурации не указаны каталоги или библиотеки с описаниями УГО.  
Действие: определить значения этих опций в меню конфигурации или ввести путь поиска файлов УГО непосредственно в строке сообщений.
94. **No vertex found.**  
Причина: в указанном месте вершина не найдена.  
Действие: аналогично п. 84.
95. **No wire to copy.**  
Причина: при копировании группы объектов в окне в него включена цепь, не

имеющая проводников, а только соединения; цепь не копируется.

Действие: не требуется.

**96. Not a programmable function key.**

Причина: при программировании функциональных клавиш нажато недопустимое сочетание клавиш.

Действие: возможно программирование только функциональных клавиш F1...F10 и их сочетания с клавишами Shift, Ctrl или Alt; нажать разрешенную клавишу или их сочетание.

**97. Not allowed to terminate programmed key's execution.**

Причина: аналогично п. 31.

Действие: аналогично п. 31.

**98. Number of bits exceeds limit (128).**

Причина: при задании имени шины указано более 128 разрядов.

Действие: переопределить имя шины, соблюдая ограничения на количество разрядов.

**99. Number of nets is exceeding the limit.**

Причина: превышено максимально допустимое количество цепей.

Действие: разбить схему на две более мелкие части.

**100. Number of programmed keys exceeds the limit (40).**

Причина: количество программируемых клавиш превысило предел 40.

Действие: уменьшить количество программируемых клавиш.

**101. Obj no implemented.**

Причина: сбой графического редактора.

Действие: аналогично п. 90.

**102. Only allowed during the macro creation.**

Причина: команду /STGL можно использовать только при создании макрофайла.

Действие: использовать команду /SGTL правильно.

**103. Other subcmd from CLYR main menu entry?**

Причина: после ввода команды CLYR с клавиатуры (аналогичные сообщения могут возникать для команд COPY, DEL и MOVE) введена субкоманда, не принадлежащая к выбранной команде.

Действие: коорректно ввести команду с клавиатуры или в командном файле.

**104. Out of memory.**

Причина: не хватает памяти для загрузки описания объекта.

Действие: записать на диск текущую базу данных, перезагрузить графический редактор PC-CAPS и повторить операцию FILE/BKLD.

**105. Out of range (0 to 63).**

Причина: значение типа вывода находится вне допустимого диапазона 0...63.

Действие: ввести значение в пределах 0...63.

**106. Out of range (0 to 127).**

Причина: введен неверный номер.

Действие: ввести номер в диапазоне 0...127.

**107. Out of range (0 to 250).**

Причина: введен неверный номер.

Действие: ввести номер в диапазоне 0...250.

**108. Out of range (1 to 255).**

Причина: количество секций в корпусе или количество выводов УГО находятся вне допустимого диапазона 1...255.

Действие: ввести эти значения в пределах 1...255.

**109. Out of range (1 to 1000).**

Причина: величина "области захвата" выходит за допустимые пределы 1...1000.

Действие: ввести значение в диапазоне 1...1000.

**110. Out of range (2 to 5000).**

Причина: размер текста за разрешенными пределами 2...5000.

Действие: ввести значение в диапазоне 2...5000.

**111. Out of range (-30000 to 30000).**

Причина: введенные с клавиатуры значения координат находятся вне допустимых пределов -30 000...+30 000 единиц базы данных.

Действие: ввести координаты в диапазоне -30 000...+30 000.

**112. Out of range (-32000 to 32000).**

Причина: идентификатор типа компонента выходит за пределы разрешенного

диапазона -32 000...+32 000.

Действие: ввести идентификатор в диапазоне -32 000...+32 000.

**113. Out of space.**

Причина: не хватает памяти для завершения работы команды.

Действие: записать базу данных командой FILE/SAVE, перезагрузить редактор и повторить операцию.

**114. Packaging data mismatch, data deleted.**

Причина: при замене УГО командой /REPL новое определение УГО имеет упаковочную информацию, отличающуюся от старого; старые упаковочные данные уничтожаются и удаляется информация, введенная командой SCMD/PNUM.

Действие: не требуется.

**115. Path link repeated.**

Причина: между двумя последними компонентами выбранной критической цепи уже существует связь.

Действие: выбрать другой компонент.

**116. Path too long.**

Причина: длина пути для файла превышает размер внутреннего буфера редактора.

Действие: сократить путь в меню конфигурации редактора до 39 символов.

**117. Pin already selected.**

Причина: вывод уже выбран пользователем.

Действие: выбрать вывод, не высвечиваемый с удвоенной яркостью.

**118. Pin is not committed.**

Причина: предпринята попытка отсоединить от цепи неподсоединенный вывод.

Действие: не требуется.

**119. Pin num location info missing.**

Причина: выбранный компонент не был подготовлен командой SCMD/PNLC.

Действие: выполнить сначала команду SCMD/PNLC, а затем вернуться к команде SCMD/PNUM.

**120. Pins not found in Pin Loc Information.**

Причина: определение вывода не совпадает с определением секции компонента.

Действие: проверить секции компонента и правильно переопределить его выводы.

**121. PNLC: Available only in SYMB mode.**

Причина: команда SCMD/PNLC введена в режиме DETL.

Действие: проверить режим и правильно ввести команду.

**122. PNUM: Available only in DETL mode.**

Причина: команда SCMD/PNUM введена в режиме SYMB.

Действие: аналогично п. 121.

**123. Previous and new pin definitions do not match.**

Причина: УГО компонента, вводимое в схему уже существует в ней; у старых версий УГО другое размещение или другие номера выводов по сравнению с новой.

Действие: заменить или удалить старые УГО в схеме.

**124. Program error; see manual before proceeding.**

Причина: сбой данных при работе редактора.

Действие: аналогично п. 27.

**125. PZAP command disabled during key's execution.**

Причина: аналогично п. 31.

Действие: аналогично п. 31.

**126. Replacing component has different number of pins.**

Причина: при замене УГО новое УГО имеет другое размещение выводов.

Действие: не требуется; команда выполнит замену, даже если число выводов не совпадает.

**127. Replacing component has different pin locations.**

Причина: аналогично п. 126.

Действие: аналогично п. 126.

**128. Replacing component's layer table is different.**

Причина: в описании нового УГО есть слои, которые отсутствуют в текущей базе данных.

Действие: не требуется, редактор добавит новые слои.

**129. Same gate repeated.**

Причина: Компонент выбран дважды.

Действие: выбрать другой компонент.

**130. Section <позиционный указатель/секция> is occupied.**

Причина: введенное позиционное обозначение и имя секции уже использованы, редактор высвечивает компонент с такими же данными.

Действие: ввести другое позиционное обозначение.

**131. Security Device Not Connected.**

Причина: сбой или повреждения блока защиты.

Действие: проверить соединения и отремонтировать оборудование (при повторном сбое нажать любую клавишу для записи базы данных в файл .SBU).

**132. Security Device Port Failure.**

Причина: сбой блока защиты, не установлен порт его подключения.

Действие: отремонтировать блок или проверить назначение порта в меню конфигурации.

**133. Shorting more than one net.**

Причина: предпринята попытка слияния нескольких цепей, имеющих имена.

Действие: переопределить новую цепь так, чтобы при слиянии она не имела имени.

**134. Single component instance cannot be replaced.**

Причина: предпринята попытка заменить УГО одного типа УГО другого типа, но с таким же именем файла, что недопустимо.

Действие: переименовать замещающее УГО.

**135. Space character not allowed in name.**

Причина: при вводе имени нельзя использовать пробел.

Действие: ввести имя корректно.

**136. Symbol has no picture data.**

Причина: файл УГО не имеет графической информации.

Действие: отредактировать УГО, ввести графические данные в режиме SYMB и повторить операцию.

**137. Symbol origin not defined.**

Причина: УГО не имеет точки привязки.

Действие: ввести точку привязки командой ENTR/ORG в режиме SYMB.

**138. Syntax error: <C>.**

Причина: имя шины введено с ошибкой. Действие: ввести имя шины правильно.

**139. System error; see manual before proceeding.**

Причина: сбой редактора.

Действие: см. п. 27.

**140. System name entry not allowed.**

Причина: введенное имя совпадает с именем зарезервированным в редакторе.

Действие: имена цепей не должны начинаться с символов UN, а имена компонентов — с символов UC.

**141. The specified section does not exist.**

Причина: введен некорректное имя секции.

Действие: ввести символ имени секции корректно.

**142. Too many pins for component.**

Причина: аналогично п. 108.

Действие: аналогично п. 108.

**143. Unable to execute programmed key.**

Причина: сбой редактора, возможна нехватка памяти.

Действие: перезагрузить редактор и повторить операцию.

**144. Unable to save programmed keys.**

Причина: внутренняя ошибка в определениях перепрограммируемых клавиш или нехватка места на диске.

Действие: освободить место на диске и повторить операцию.

**145. Unexpected termination.**

Причина: преждевременно прервалось выполнение макрофайла с параметрами, записанными командой /STGL.

Действие: отредактировать операнды в макрофайле.

**146. Unrecognized CMPO operand.**

Причина: операнд CMPO должен иметь значение 0, 1, 2 или 3; см. описание



команды /STGL.

Действие: аналогично п. 145.

147. **Unrecognized <имя клавиши>.**

Причина: не идентифицировано определение указанной функциональной клавиши.

Действие: отредактировать текстовый файл определений функциональных клавиш.

148. **Unrecognized TXH operand.**

Причина: операнд TXH может иметь значение C, L или R, см. описание команды /STGL.

Действие: аналогично п. 145.

149. **Unrecognized TXO operand.**

Причина: операнд TXO может иметь значение 0, 1, 2 или 3; см. описание команды /STGL.

Действие: аналогично п. 145.

150. **Valid point or new command expected.**

Причина: введены неверные данные или точка выбрана неверно.

Действие: ввести точку или выбрать новую команду.

151. **= expected.**

Причина: ключевое слово атрибута имеет пробел перед знаком =. Действие: отредактировать атрибут, убрав пробел.

– 112 –

### 3. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ PC-CARDS

#### 3.1. Вызов и настройка конфигурации графического редактора PC-CARDS

Графический редактор печатных плат PC-CARDS используется для решения следующих задач:

построения/редактирования графического изображения конструкторско-топологического образа (конструктива) отдельного компонента электронного устройства (создается файл с расширением .PRT);

построения/редактирования контура ПП, на которой осуществляется установка компонентов (создается файл с расширением .PCB);

построения/редактирования топологии ПП в режиме ручного или полуавтоматического проектирования;

создания вспомогательных файлов для вывода чертежей на принтер, плоттер и фотоплоттер.

Принцип работы графического редактора печатных плат PC-CARDS тот же, что для редактора принципиальных схем PC-CAPS (см. гл. 2). Ряд команд идентичны. Поэтому остановимся на принципиальных особенностях графического редактора PC-CARDS.

**Вызов программы PC-CARDS.** Программа вызывается с помощью управляющей оболочки (режим PCB Layout Subsystem/Interactive Layout, см. разд. 1.3) или непосредственно с помощью командной строки

```
>rscards [<имя файла>] [-q] [-r] [-h] [-a] [@<имя ком. файла>] [x y]]
```

Здесь в квадратных скобках [ ] указаны необязательные параметры; <имя файла> – имя файла данных с расширением .PRT, .PS или .PCB (по умолчанию устанавливается расширение .PCB), подлежащего загрузке; параметр -q обеспечивает пропуск заставки программы, параметр -r обеспечивает обход начального меню программы, параметр -h – вывод на экран синтаксиса командной строки; -a позволяет при загрузке компонентов (по команде ENTR/COMP) вызывать файлы с нестандартным расширением (в противном случае только с расширением .PRT); <имя файла протокола> – имя файла со списком команд для выполнения (по умолчанию устанавливается расширение .MAC); символ @ служит признаком командного файла; x, y – координаты расположения чертежа (по умолчанию устанавливается начало координат).

После вызова программы PC-CARDS (без указания параметра -r в командной строке) на экране появляется *начальное меню* программы

```
Configure PC-CARDS (установка конфигурации) >> Edit database <<  
(редактирование базы данных)  
Exit PC-CARDS (выход из программы)
```

Одна из строк этого меню ярко подсвечивается и выделяется скобками >> <<.

Светящийся курсор перемещается на другую строку нажатием клавиш [Пробел] или  $\uparrow$ ,  
-. Для подтверждения выбранного режима достаточно нажать клавишу [Return].

**Настройка конфигурации программы PC-CARDS.** Она производится в режиме Configure PC-CARDS с помощью следующего меню:

#### PC-CARDS Configuration

```
Database filename (имя файла базы данных):           None
Library filename (имя библиотеки):                   None
Pfkey filename (имя файла перепрограммирования клавиш): None Directory path
(пути в подкаталоги компонентов):
D:\PCAD\PRT;D:\PCAD\PRT1
Security Device port (порт подключения защиты) .... port 1/port 2

Video save to disk (сохранение изображения) ..... Off/On

Pin size (размер выводов компонентов) ..... 40
Via size (диаметр изображения переходного отверстия) 40 Flash size (диаметр
изображения маски контактной
площадки) ..... 60
Rotate padstacks (вращение стеков) ..... Off/On
Rotate Component Text in Four Directions (ориентация (текста при вращении
компонента) ..... Off/On
Pan Bars (вывод рамки) ..... On/Off
Enter the filename; Press: [RETURN] to accept
```

На первой строке Database filename можно указать имя конкретного файла с расширением .PRT, .PS или .PCB, в частности, указать файл, содержащий информацию об активизированных слоях, системе единиц измерения координат и т.п. (см. подробности в разд.

3.2). Однако имена редактируемых файлов вводятся обычно не здесь, а в процессе работы с программой PC-CARDS, поэтому на этой строке рекомендуется поместить параметр None. На следующей строке Library filename указывается полное имя библиотеки компонентов, созданной из набора файлов с расширением имени .PRT с помощью программы PCLIB; по умолчанию устанавливается расширение имени библиотеки .PLB. На строке Pfkey filename вводится полное имя файла, содержащего перепрограммированные функции клавиатуры; расширение по умолчанию .KEY. На строке Directory path указывается имя одного или нескольких подкаталогов, в которых обычно находятся библиотеки компонентов; если список каталогов располагается на нескольких строках, каждая строка, кроме последней, должна заканчиваться точкой с запятой ";".

Режим Video save to disk при указании состояния On используется для сохранения изображения из точек раstra (элементов изображения) на диске, когда выполняются команды VLYR, LPAN и MASK (при работе с файлом большой базы данных это может при выполнении команды RCL сократить время построения на экране изображения, запомненного ранее по команде STO, так как иначе система вычерчивает экран повторно); при использовании графики высокого разрешения этот режим обычно выключается (параметр Off).

Следующие три строки устанавливают диаметр изображения выводов компонентов на чертеже (Pin size), диаметр изображения переходного отверстия (Via size) и диаметр изображения маски контактной площадки (вспышки фотоплоттера, Flash size) в единицах базы данных (физические размеры этих элементов определяются в файле с расширением .SSF, см. ниже). На строке Rotate padstacks устанавливается параметр On –при вращении компонента стек контактных площадок будет поворачиваться вместе с ним (поворот изображения отображается на экране после выполнения команды REDR), или Off –при вращении компонента контактные площадки будут сохранять нормальную ориентацию. На строке Rotate Component устанавливаются аналогичные параметры, определяющие характер вращения текстовых надписей при вращении компонентов. На строке Pan Bars параметр On служит для вывода на экран двойной прямоугольной рамки вокруг поля чертежа.

Для изменения параметра на какой-либо строке вводится его новое значение и

затем нажимается клавиша [Return]. Если параметр принимает два значения On и Off, то нужное значение выбирается клавишей [Пробел]. Пустой ввод (нажатие клавиши [Return] без ввода нового значения параметра) сохраняет старое значение параметра. После редактирования последней строки меню на экран выводится запрос:

Save this configuration? No

При ответе No данная конфигурация сохраняется только в текущем сеансе проектирования, а при ответе Yes — заносится в файл PCCARDS.CFG и автоматически устанавливается в следующем сеансе.

### 3.2. Общие принципы работы с графическим редактором PC-CARDS

После выбора в начальном меню режима Exit PC-CARDS экран дисплея форматируется и разбивается на несколько зон аналогично экрану программы PC-CAPS (рис. 2.1).

**Построение чертежа платы.** В системе P-CAD используются две системы единиц: английская (English unit) и метрическая (metric unit). В английской системе условная единица редактора PC-CARDS составляет 1 мил = 0,001 дюйма, т.е. 0,0254 мм, а в метрической системе — 0,01 мм. Максимальный размер чертежа, помещающегося в базе данных, составляет 60000x60000 условных единиц. Текущие координаты курсора x, y указываются в самом правом поле строки состояния. В английской системе единиц координаты приводятся в относительных единицах DBU, в метрической системе — в миллиметрах с точностью 0,01 мм.

Далее все размеры указываются в метрической системе. Однако в связи с тем, что большинство импортного периферийного оборудования настроено на английскую систему, базу данных конструктивов и ПП имеет смысл создавать в английской системе, пока не будет переналажено оборудование. Еще одно ее преимущество — большая разрешающая способность.

**Функциональные клавиши F1-F10** дублируют ряд команд из зоны меню команд для того, чтобы сделать более удобной работу с графическим редактором. Их назначение указано в разд. 2.2.

**Структура слоев чертежа.** В программе PC-CARDS полная информация о чертеже заносится в 45 цветовых слоев, устанавливаемых по умолчанию. На каждой фазе работы с графическим редактором необходима не вся имеющаяся информация, поэтому часть слоев делают невидимыми, чтобы не перегружать чертеж. Пользователь может ввести новые слои, в частности, для проектирования многослойных ПП. Всего программа PC-CARDS поддерживает до 100 различных слоев.

Приведем структуру слоев графического редактора, устанавливаемую по умолчанию:

Имя	Цвет	Состояние	Назначение слоя
слоя			слоя
умолчанию			слоя
PADCOM	7	ON	Графика контактных площадок на верхней стороне платы (со стороны компонентов)
FLCOMP	7	OFF	Информация для фотоплоттера о контактных площадках на верхней стороне платы
PADSLD	8	OFF	Графика контактных площадок на нижней стороне платы
FLSOLD	8	OFF	Информация для фотоплоттера о контактных площадках на нижней стороне платы
PADINT	9	OFF	Графика контактных площадок внутренних слоев
FLINT	9	OFF	Информация для фотоплоттера о контактных площадках внутренних слоев
GNDCON	10	OFF	Графика контактных площадок на слое "земли"
FLGCON	10	OFF	Информация для фотоплоттера о контактных площадках на слое "земли"
CLEAR	12	OFF	Графическая информация о зазорах
FLCLER	12	OFF	Информация для фотоплоттера о зазорах
PWRCON	13	OFF	Графика контактных площадок на слое полей и шин питания
FLPCON	13	OFF	Информация для фотоплоттера о контактных площадках на слое полей и шин питания

SLDMSK 14 OFF Графика маски пайки  
 FLSMSK 14 OFF Информация для фотоплоттера о маске пайки  
 DRILL 15 OFF Графическая информация о сверлении отверстий  
 FLDRLL 15 OFF Информация для фотоплоттера о контроле  
 сверления отверстий  
 PIN 4 ON Слой обозначений выводов (графика)  
 BRDOUT 4 ON Слой контура ПП  
 FLTARG 4 OFF Информация о реперных знаках на фотошаблонах  
 слоев  
 SLKSCR 6 ON Графика контуров компонентов для односторон-  
 него монтажа  
 DEVICE 5 ON Имена компонентов при размещении компонентов  
 на одной стороне ПП (используются при создании псевдонимов  
 по команде Alias программы PC-LIB)  
 ATTR 6 ON Слой атрибутов  
 REFDES 6 OFF Позиционные обозначения компонентов при  
 одностороннем монтаже  
 COMP 1 ABL Слой трассировки на верхней стороне платы  
 (сторона компонентов)  
 SOLDER 2 ABL Слой трассировки на нижней стороне платы  
 (сторона проводников)  
 INT1 14 OFF Первый внутренний слой трассировки  
 INT2 6 OFF Второй внутренний слой трассировки DRLGIN 5 OFF Графика сверления  
 внутренних слоев DRLFIN 6 OFF Информация для фотоплоттера для контроля  
 сверления внутренних слоев  
 PINTOP 4 OFF Слой планарных контактных площадок на верхней  
 стороне платы  
 PINBOT 3 OFF Слой планарных контактных площадок на нижней  
 стороне платы  
 MSKGTP 13 OFF Графика маски пайки верхней стороны платы  
 MSKGBT 14 OFF Графика маски пайки нижней стороны платы  
 MSKFTP 3 OFF Информация для фотоплоттера о графике маски  
 пайки верхней стороны платы  
 MSKFBT 8 OFF Информация для фотоплоттера о графике маски  
 пайки нижней стороны платы  
 PSTGTP 1 OFF Графика пайки верхней стороны платы  
 PSTGBT 2 OFF Графика пайки нижней стороны платы  
 PSTFTP 12 OFF Информация для фотоплоттера о графике пайки  
 верхней стороны платы  
 PSTFBT 13 OFF Информация для фотоплоттера о графике пайки  
 нижней стороны платы  
 SLKTOP 6 ON Графика основных линий изображений планарных  
 компонентов на верхней стороне платы  
 SLKBOT 5 ON Графика основных линий изображений планарных  
 компонентов на нижней стороне платы  
 DVCTOP 1 ON Имена планарных компонентов на верхней сторо-  
 не платы  
 DVCBOT 2 ON Имена планарных компонентов на нижней сторо-  
 не платы  
 REFDTT 3 ON Позиционные обозначения планарных компонентов  
 на верхней стороне платы  
 REFDBT 6 ON Позиционные обозначения планарных компонентов  
 на нижней стороне платы

Первые 16 слоев PADCOM...FLDRLL используются для создания стеков контактных площадок. Слой COMP соответствует верхней стороне ПП (слой компонентов), слой SOLDER –нижней стороне. Слой INT1 –первый внутренний слой, INT2 –второй; при проектировании многослойных ПП остальные внутренние слои создаются пользователем. Слои 27– (начиная со слоя INT2), могут использоваться, в частности, для реализации технологии монтажа на поверхность (SMT, Surface-Mount Technology). Дополнительные внутренние слои и любые другие пользователь имеет возможность задать самостоятельно.

Кроме того, по команде BARR программа PC-PLACE автоматически создает слои для:

а) запрета размещения компонентов:

BARTOP —на верхней стороне платы,

BARBOT —на нижней стороне платы,

BARPLC —на обеих сторонах платы;

б) запрета трассировки программе PC-ROUTE:

BARALL —на всех слоях,

BARCMP —на слое COMP,

BARSLD —на слое SOLDER,

BARIN1 —на внутреннем слое INT1,

BARVIA —запрет на создание переходных отверстий.

Заметим, что выше приведена информация о слоях для определенной (американской) технологии. В каждой конкретной разработке пользователь может изменить их назначения и добавить новые слои, определяя самостоятельно распределение графической информации по слоям.

**Команды строки состояния** используются для определения ряда параметров (шаг сетки, толщина линий и т.п.):

#### Команда

строки состоя- ния	Назначение	Режим	Активизирующая команда
A	Ввод линий и проводников под произвольным углом	SYMB, DETL	DRAW/LINE, ENTER/WIRE
A:<n>	Ввод компонентов под заданным углом	DETL	ENTR/COMP
AFTER	Включение в критический путь следующего компонента после текущего (используется совместно с BEFORE и SPLIT)	DETL	CPTH/TAG
ALLATTR	Запись в базу данных ПП атрибутов заменяемого и заменяющего компонентов (альтернативные команды OLDATTR и NEWATTR)	DETL	/REPL
APER	Ввод номера апертуры фото-плоттера	DETL	DRAW/FLSH
APW:<n>	Ввод размера апертуры для вычерчивания внешнего контура полигоумолчанию 8 DBU)	SYMB, DETL	DRAW/POLY, ENTR/POLY на и связанных с ним пустот (по
B	Расположение компонента на нижней стороне платы	DETL	ENTR/COMP
B	Нижняя привязка текста	SYMB, DETL	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
BEFORE	Включение в критический путь следующего компонента перед текущим (выбрать команду AFTER и нажать клавишу 1 "мыши")	<	CPTH/TAG
By Name	Выбор объекта (компонента, цепи) по запросу его имени	<MOVE/AGRP, MOVE/COMP, /REPL, QRY/COMP, QRY/NET, QRY/AGRP	MOVE/APTH, /PCTL, QRY/COMP, QRY/NET, QRY/AGRP
By Pin	Выделение яркими линиями всех выводов выбранного компонента (этот режим устанавливается по умолчанию после ввода команды /RCTL, альтернативный режим By Wire)	</RCTL	
By Wire	Выделение яркими линиями выводов выбранного компонента, к которым подсоединены проводники. Для переключения в этот режим после ввода команды /RCTL подвести курсор к надписи By Pin и нажать клавишу 1 "мыши", после чего появится надпись Copies By Wire и активизируется команда Pins:<n>	</RCTL	
C	Центральная привязка текста	SYMB, DETL	ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP,

		NAME/NET
COPY	Точное копирование отрезка цепи (альтернативный режим HUG)	DETL COPY/TRCE
D	Ввод линий и проводников под углом, кратным 45°	SYMB, DRAW/LINE, ENTER/WIRE DETL
DASHED	Проведение штриховой линии	« DRAW/LINE, DRAW/CIRC, DRAW/ARC, DRAW/ARCP, DRAW/RECT
DOTTED	Проведение пунктирной линии	« То же
DISABLE	Запрет высвечивания электрических связей (альтернатива ENABLE)	DETL /RCTL
ENABLE	Разрешение высвечивания электрических связей (альтернатива DISABLE)	«/RCTL
EQUIV:<n>	Эквивалентность выводов	SYMB, ENTR/PIN DETL
F	Ориентация текста (символы F имеют четыре разных ориентации; символ выбранной ориентации окрашен в зеленый цвет)	« ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/COMP, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
G	Дискретное перемещение курсора (зеленый цвет символа –дискретность включена, красный –выключена)	« Большинство команд
HATCH	Заполнение внутренней области полигона штриховыми линиями (альтернатива SOLID)	DETL DRAW/POLY, ENTR/POLY
HUG	Копирование подобных отрезков цепи (альтернатива режиму COPY)	« COPY/TRCE
I	Выполнение межслойного отверстия при смене слоя	« ENTR/WIRE
L	Левая привязка текста	SYMB, ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, DETL ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
LAYER	Активизация слоя	То же Большинство команд
Listing	Вывод списка не высвеченных электрических связей	DETL /RCTL
M	Нормальное/зеркальное отображение текста (на верхней стороне платы красный цвет символа M – нормальное отображение, зеленый цвет –зеркальное, на нижней стороне – наоборот)	То же ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
NEWATTR	Запись в базу данных ПП атрибутов заменяющего компонента (атрибуты старого компонента удаляются, альтернатива ALLATTR и OLDATTR)	«/REPL
O	Вывод линий и проводников под углом, кратным 90°	SYMB, DRAW/LINE, DETL ENTR/WIRE
OLDATTR	Запись в базу данных ПП атрибутов заменяемого компонента (атрибуты нового компонента удаляются)	«/REPL
OFF	Выключение засветки выбранной электрической связи (альтернативные режимы ON, ENABLE, DISABLE)	« /RCTL
ON	Включение засветки выбранной электрической связи (альтернативные режимы OFF, ENABLE, DISABLE)	" " /RCTL
Pins:<nn>	Ввод максимального количества выводов, подключаемых к электрической связи	" " /RCTL
R	Переключение режима высвечивания электрических связей (символ R зеленого цвета –режим высвечивания включен, красного –выключен)	DETL слева от знаков X:Y в строке состояний
R	Включение/выключение изображения электрических связей (зеленый цвет буквы R слева от символов X:Y –цепи видны, красный –не видны)	То же Большинство команд
R	Правая привязка текста	« ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP,

		NAME/NET
REPEAT:<n>	Количество копий выбранного объекта (от 1 до 255)	«COPY, COPY>IDEN, COPY/TAG
S	Включение координатной сетки	" " Большинство команд
SIZ:<n>	Установка высоты текста	« ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
SOLID	Заполнение внутренней области полигона сплошными линиями (альтернатива HATCH)	DETL DRAW/POLY, ENTR/POLY
SPLIT	Обозначение начала критического пути (после выбора команды CPTH/TAG курсор подводится к параметру AFTER, дважды нажимается клавиша 1 "мышь"и выбирается начальный компонент критического пути)	То же CPTH/TAG
T	Расположение компонента на верхней стороне платы	« ENTR/COMP
T	Включение переходного отверстия при смене слоя	« ENTR/WIRE
T	Верхняя привязка текста	SYMB, ATTR/ACOM, DRAW/TEXT, DETL ENTR/PIN, NAME/COMP, NAME/NET
TYPE	Спецификация типа контактной площадки (1...50)	SYMB ENTR/PIN
W:<n>	Установка ширины линии (в условных единицах, не более 250)	SYMB, DRAW/LINE, DRAW/CIRC, DETL DRAW/ARC, DRAW/ARCP, DRAW/RECT, ENTR/WIRE
X:Y:<n,m>	Установка шага координатной сетки (в условных единицах)	То же Большинство команд
X Y	Указание текущих координат курсора (в английской или метрической системе)	« То же

Структура командной строки зависит от того, какая команда активизирована в меню команд. Например, при выборе команды DRAW/LINE командная строка имеет вид  
 SLKSCR SOLID A W:0 R F 125:125 S G 2.50 -8.75  
 при активизации команды DRAW/TEXT:  
 DEVICE SIZ:200 L B F M R 125:125 S G 2.50 6.25

**Установка режимов графического редактора.** На первой строке меню команд помещены две команды SYMB и DETL, устанавливающие режим графического редактора. Команда SYMB устанавливает режим ввода/редактирования конструктивов компонентов ПП и стеков контактных площадок; при этом меню команд окрашено в красный цвет. Команда DETL определяет режим ввода/редактирования конструктивов ПП; при этом меню команд окрашено в зеленый цвет.

**Зона меню команд** содержит список основных команд и подкоманд. Чтобы выбрать команду из этого меню, необходимо пометить курсором имя команды (в зоне меню команд курсор имеет форму прямоугольника) и нажать кнопку 1 манипулятора "мышь"или клавишу [Пробел] на клавиатуре. Если у выбранной команды имеются подкоманды, они высвечиваются желтым цветом в средней части левой колонки зоны меню команд. После выбора подкоманды она активизируется, в строке состояний появляются сопутствующие параметры, а в строке сообщений – информация о дальнейших действиях. Обозначим последовательный выбор команды и ее подкоманды, указывая их имена, разделенные косой чертой, например ENTR/COMP (ввод компонента из справочника графических изображений конструктивов).

Команда из зоны меню выбирается не только с помощью курсора, но и нажатием клавиши [/] на клавиатуре и затем вводом имени команды по запросу программы:

Menu command: <имя команды> [Return]

Ряд команд, не отмеченных в зоне меню команд, вызывается только с помощью клавиатуры (назовем их *клавиатурными командами*). Приведем список команд графического редактора PC-CARDS, включая и клавиатурные команды, в порядке их следования в зоне меню команд.

Команда	Под-	Назначение	Режим
			команда

### Выбор режима

SYMB		Редактирование графического изображения конструктивов отдельных компонентов
DETL		Редактирование конструктива ПП

### Работа с файлами

FILE	/SAVE	Запись файла данных на диск	DETL, SYMB
	/LOAD	Считывание файла данных с диска	То же
	/ZAP	Очистка экрана	" "
	/BKLD	Считывание с диска файла с расширением DETL	
		.PCB, в котором записан фрагмент конструктива ПП	
	/BKSV	Запись окна (фрагмента) текущего проекта	" "
		на диск в файл с расширением .PCB	

### Информация о системе

SYS	/STAT	Показ параметров текущего проекта	SYMB, DETL
	/DOS	Вызов команд DOS (CHDIR, CLS, COPY, DATE, DEL, DIR, ERASE, FIND, MKDIR, PATH, RENAME (REN), RMDIR (RD), SET, TIME, TYPE, VER, VERIFY, VOL)	То же
	/PLOT	Создание файла с расширением .PLT для последующего вывода чертежа на принтер, плоттер или фотоплоттер	" "
	/QUIT	Завершение работы с редактором	" "

### Опрос/редактирование

QRY	/COMP	Выдача информации об указанном компоненте	DETL
	/PIN	Выдача информации об указанном выводе компонента	" "
	/NET	Выдача информации об указанной цепи	" "
	/VIA	Выдача информации о типе перехода (сквозной - through-hole или межслоевой - interstitial)	" "
	/APTH	Выдача информации о критических путях	" "
	/AGRP	Выдача информации о группах	" "

### Системные команды



SCMD	/SNAT	Указание цепей, переходящих с одной платы на другую (не реализовано)	DETL
			/GSSF Загрузка файла специальных символов с " " расширением .SSF, устанавливающего соответствие между типами выводов и контактными площадками
			/VMRG Включение свободных пустот на плате в соответствии с " " тав полигона
			/LPAR Объединение слоев в пары с указанием " " типа перехода
			/PCLR Спецификация зазора между проводниками " " и полигонами (по умолчанию равен 100 DBU)
			/SIPC Спецификация апертур, используемых во " " внутренних слоях
			/PSIZ Задание минимального размера полигона " " (по умолчанию минимальная площадь устанавливается равной 64 DBU <sup>2</sup> )
	/UNIT	Установка системы единиц	SYMB, DETL
			/SCAT Задание/модификация идентификатора типа SYMB компонента
/SPAT	Задание/модификация типа и кода эквивалентности выводов компонентов		«лентности выводов компонентов
			/SPKG Ввод информации об упаковке однородных " " компонентов
			/EPKG Редактирование информации об упаковке " " компонента, введенной ранее командой SCMD/SPKG
/NPKG	Ввод информации об упаковке неоднородных компонентов		«компонентов /JMPR Спецификация перемычек, используемых на «однослойных платах

### Графический ввод

ENTR	/PIN	Выбор позиций для выводов компонентов, назначение их типов и ввод имен	SYMB
	/ORG	Установка точки привязки изображения компонента	" "
			/SEQ Изменение порядка следования выводов " " компонентов
			/COMP Ввод изображения компонента из библиотеки файлов с расширением .PRT на верхнюю DETL

(Т) и нижнюю (В) стороны платы

	/WIRE	Ввод проводника (цепи)
		" "

/POLY Определение полигона, обладающего " " свойствами электрического проводника (используется для подсоединения к шинам питания и "земли", см. гл. 6)  
 /RATN Ввод электрической связи (электрического соединения между выводами компонентов, ratsnest – "крысиная нора")  
 /UCOM Отсоединение контакта компонента от " " проводника (цепи)

### Рисование

DRAW /LINE Рисование отрезков прямых линий SYMB, DETL  
 /RECT Рисование контура прямоугольника То же  
 /FRECT Рисование закрашенного прямоугольника " "  
 /CIRC Рисование окружности " "  
 /ARC Рисование дуги окружности с заданными " " центром и радиусом  
 /ARCP Рисование дуги по трем точкам " "  
 /TEXT Ввод текста " "  
 /FLSH Указание о позиционировании маски слайда " "  
 фотоплоттера и ее номере для образования засветки фотошаблона в компонентах, контактных площадках и на плате  
 /POLY Ввод полигона, не обеспечивающего электрического соединения " "  
 /CVOD Создание круглых пустот внутри полигона " "  
 /PVOD Создание пустот в форме многоугольника " " внутри полигона

### Ввод имени

NAME /COMP Присвоение имени компоненту DETL  
 /NET Присвоение имени цепи " "  
 /SUBN Переименование участка цепи " "  
 /RSEQ Переименование последовательности компонентов по образцу " "  
 /PIN Присвоение имени или переименование SYMB

### Работа с атрибутами

ATTR	/SCHG	Изменение значения атрибута	SYMB, DETL
	/ACOM	Добавление атрибута	
		То же	
	/DATR	Удаление атрибута	
		" "	

### Редактирование чертежа

EDIT	/ADDV	Вставка вершины в сегменте линии	SYMB, DETL
	/DELV	Удаление вершины сегмента	То же
	/MOVV	Сдвиг вершины сегмента	
		" "	
	/MOVA	Сдвиг сегментов, вершин, компонентов,	DETL
		присоединенных непосредственно к выбранному сегменту или вершине	
	/LAYS	Смена слоя сегмента	SYMB, DETL
	/DELS	Удаление сегмента	
		" "	
	/MOVS	Перемещение сегмента	
		" "	
	/WIRE	Ввод проводника (цепи) аналогично команде SYMB	

ENTR/WIRE (для удобства работы)

/AVIA	Добавление межслойного перехода к узлу	" "
	цепи существующего проводника	
/DVIA	Удаление межслойного перехода	" "
/MVIA	Сдвиг межслойного перехода	" "

### Перемещение объектов

MOVE		Перемещение объекта, помеченного курсором SYMB, DETL
	/WIN	Перемещение объектов, находящихся в окне
		То же /IDEN
		Перемещение группы индивидуально указанных " "
		объектов
	/COMP	Перемещение компонента с указанным именем (курсор помечает точку привязки компонента)
	/ATRB	Выбор атрибутов для перемещения и редактирования
		SYMB, DETL
	/ARTH	Перемещение компонентов, объединенных в DETL
		критический путь по команде CRTH
	/AGRP	Перемещение компонентов,

объединенных в " "  
группу по командам GRP

### Поворот объектов

ROT Поворот объекта с шагом 90° вместе с SYMB, DETL  
подсоединенными проводниками  
/COMP Поворот компонента  
DETL  
/WIN Поворот объектов, находящихся в окне SYMB, DETL  
/IDEN Поворот группы индивидуально указанных " " То же  
объектов

### Копирование объектов

COPY Копирование объекта SYMB, DETL  
/TRCE Точное копирование  
отрезка цепи или DETL  
серии подобных цепей (в  
зависимости от параметра HUG/  
COPY на строке состояний)  
/WIN Копирование объектов,  
находящихся в окне SYMB, DETL  
/IDEN Копирование группы  
индивидуально указан- " "  
ных объектов

### Удаление объектов

DEL Удаление объекта SYMB, DETL  
/WIN Удаление объектов,  
находящихся внутри " "  
и на границе окна  
/IDEN Удаление группы  
индивидуально указанных " "  
объектов  
/UNDO Восстановление последнего  
объекта, уда- " "  
ленного одиночной командой DEL

### Смена слоя

CLYR Перемещение объекта с одного слоя на SYMB, DETL  
другой  
/COMP Перемещение компонента  
с верхней стороны DETL  
платы на нижнюю и наоборот  
/WIN Перемещение объектов, находящихся внутри SYMB, DETL  
окна, на другой слой  
/IDEN Перемещение группы  
объектов с одного " "  
слоя на другой  
SWAP /COMP Перестановка компонентов на плате DETL  
/GATE Перестановка логических  
элементов между " "  
различными корпусами ИС или  
внутри отдельного корпуса  
/PIN Перестановка логически

эквивалентных " "  
выводов отдельного компонента

### Выделение последовательности элементов в группу с уникальным именем

GRP	/TAG	Включение компонента в группу	DETL
			/UTAG Удаление компонента из группы " "
			/RNAM Изменение имени группы " "
			/RSET Уничтожение объединения элементов в " " группу

### Выделение критического пути, состоящего из последовательности групп компонентов

CPTH	/TAG	Включение группы компонентов в критический путь	DETL
			/UTAG Удаление группы компонентов из критического пути " "
			/RNAM Изменение критического пути " "
			/RSET Уничтожение критического пути " "
			/UNLK Стирание видимых связей между группами компонентов, входящих в критический путь " "

### Управление экраном

ZIN		Увеличение изображения в 2 раза	SYMB, DETL (девятикратное выполнение команды изменяет масштаб изображения от минимального до максимального)
ZOUT		Уменьшение изображения в 2 раза	То же (при очень сильном сжатии изображения координатная сетка автоматически выключается)
VWIN		Определение нового окна изображения,	" " которое масштабируется в размер экрана
REDR		Перезапись экрана для восстановления	" " деталей, испорченных при редактировании
PAN		Сдвиг текущего окна в новое положение	" "
STO		Запоминание окна изображения для	SYMB, DETL последующего вызова командой RCL (запоминается до девяти окон)
RCL		Вызов на экран окна изображения, предва-	То же рительно сохраненного по команде STO

VLYR Установка состояний и цветов слоев SYMB, DETL

### Команды, вводимые с клавиатуры

/ALYR Активизация слоя, находящегося в состоя- SYMB,DETL  
нии ABL

/CFIL Управление файлом протокола команд " "  
PCCARDS.COMD, в котором  
записываются все текущие  
команды пользователя (очистка,  
включение/выключение и др.)

/CPOS Определение позиции курсора после окон- " "  
чания выполнения макрофайла

/EXE Выполнение макрофайлов (командных файлов) " "  
и файлов протоколов команд с  
расширением .CMD (протокол  
текущего сеанса заносится в  
файл PCCARDS.COMD)

/FITV Автоматическое размещение на экране DETL  
дисплея всей ПП с изменением  
масштаба

/INTR Прерывание выполнения макрофайла или фай- SYMB,DETL  
ла протокола команд

/LANG Переключение угла, под которым вводятся То же  
линии и проводники по командам  
DRAW/LINE,  
DRAW/POLY, ENTR/WIRE и ENTR/POLY

/LPAN Отображение текущего окна изображения на " "  
полном поле проектирования с  
указанием начала координат

/LSTY Установка характера линий (SOLID, DOTTED " "  
или DASHED) при выполнении  
команд  
DRAW/LINE, DRAW/RECT, DRAW/CIRC,  
DRAW/ARC, DRAW/ARCP и ENTR/WIRE

/LWID Установка ширины линий при выполнении " "  
команд DRAW/LINE, DRAW/RECT,  
DRAW/CIRC,  
DRAW/ARC, DRAW/ARCP и ENTR/WIRE

/LYRN Установка имени слоя " "

/MAC Начало создания макрофайла, в который " "  
записываются команды сеанса  
проектирования (рекомендуемое  
расширение .MAC)

/MASK Маскирование (выделение/защита) компонентов SYMB  
и цепей при выполнении команд  
ROT, EDIT,  
MOVE и DEL

/MSK То же, но без перечерчивания экрана " "

/MEND Окончание создания макрофайла SYMB, DETL

/PCTL Включение/выключение режима выделения То же  
на чертеже критических путей

/PDEL Удаление назначенных определений прог- " "  
рамуемых функциональных  
клавиш

/PEND Завершение программирования функциональ- " "  
ных клавиш

/PKEY Начало программирования функциональных " "

/PKLD	Загрузка текстового файла .KEY с опре-	клавиш делением программируемых функциональных клавиш	" "
/PKSV	Сохранение файла .KEY с результатами	программирования функциональных клавиш	" "
/PZAP	Отмена назначений для всех программиру-	емых функциональных клавиш	" "
/RCTL	Включение/выключение режима отображения на	DETL на чертеже электрических связей (ratsnests)	" "
/REPL	Замена одного или всех одноименных ком-	понентов	" "
/REGN	Перезапись экрана для восстановления де-	SYMB, DETL талей, испорченных при редактировании (аналог команды REDR)	" "
/RESU	Возобновление выполнения команды EXE	после прерывания	" "
/RULR	Измерение расстояния между выбранной	точкой и курсором	" "
/STGL	Сохранение глобальных параметров строки	состояний и меню слоёв для их восстановления при выполнении макрофайла	" "
/UNDO	Восстановление сегмента, удаленного по	команде EDIT/DELS	" "
/VSAV	Переключение режима сохранения видео-	изображения	" "
/WAIT	Формирование паузы в файле протокола ко-	манд	" "
X	Замена курсора координатными линиями		" "

*Примечание:* для ввода клавиатурной команды сначала нажимается клавиша [/] и затем после приглашения системы command: "вводится ее имя.

Из приведенного выше списка команд графического редактора PC-CARDS видно, что по сравнению с редактором PC-CAPS появился ряд новых понятий. Принципиально новое понятие — **полигон** — многоугольник с вырезами (пустотами или окнами) круглой или многоугольной формы. Полигоны, созданные по команде ENTR/POLY, обладают электрической проводимостью и могут соединяться с проводниками ПП, сформированными командой ENTR/WIRE. Эта особенность позволяет использовать их для формирования слоев или шин питания и "земли". Команда DRAW/POLY формирует полигон, не обладающий электрической проводимостью.

Проводники можно прокладывать прямо через полигон, как бы разрезая его. При этом автоматически образуется необходимый зазор, величина которого задается командой SCMD/PCLR. При замыкании разрезанного "электрического" полигона можно воспользоваться возможностью обтекания полигоном разрезавшей его трассы. Если полигон в результате разрезания и обтекания разделяется на несколько частей или если он имеет встроенные в него вырезы, то редактор проверяет размеры полигона или его частей и если они меньше предельно допустимого, удаляет их из базы данных ПП. Минимально допустимая площадь полигона задается командой SCMD/PSIZ (по умолчанию она равна 64 DBU<sup>2</sup>).

Редактор PC-CARDS позволяет формировать в полигоне пустоты с помощью команд DRAW/CVOD и DRAW/PVOD. С их помощью также формируются свободные пустоты, не связанные с полигоном и используемые для формирования стеков контактных площадок. Свободная пустота может быть слита с полигоном с помощью команды SCMD/VMRG.

Редактор PC-CARDS формирует границы полигона с помощью апертуры обычно круглой формы. Центр апертуры следует за курсором при формировании границ полигона, поэтому реальный размер полигона увеличивается на половину ширины апертуры. Соответственно внутренний размер пустоты будет меньше на половину апертуры.

Ширина апертуры устанавливается с помощью параметра APW:<n> в строке состояний.

Подробно особенности типовых команд графического редактора PC-CARDS даны ниже по ходу изложения материала, а информация о всех командах – в приложении 7.

### 3.3. Создание конструктива компонента

Конструкторско-технологическое изображение компонента электронной схемы (конструктив) создается в режиме SYMB согласно ОСТ4ГО.010.030. Рекомендуется следующая последовательность действий.

**Подготовительные операции.** По умолчанию в графическом редакторе PC-CARDS устанавливается английская система единиц. Для перехода к метрической системе активизируется команда SCMD/UNIT и в ответ на запрос в строке сообщений

Converting from English unit to Metric? YES NO

выбирается ответ YES (напомним, что термин “выбор” означает подведение курсора к нужному ответу и нажатие кнопки 1 манипулятора “мышь” или клавиши [Пробел]).

При создании конструктивов отечественных микросхем с шагом между контактами 2,5 мм удобно выбрать шаг координатной сетки 1,25 мм, что в метрической системе соответствует масштабу 125:125. Для изменения масштаба активизируется одна из команд DRAW, курсор переводится в строку состояний, отмечается позиция масштаба X:Y и в ответ на запросы

Enter x grid size:

Enter y grid size:

вводятся новые значения масштаба по каждой из осей координат.

Далее курсор помещается в центр экрана и с помощью команды ZIN устанавливаются необходимые размеры изображения на экране.

Затем с помощью команды VLYR активизируются следующие слои в зависимости от типа ПП:

<i>Односторонний</i>	<i>монтаж</i>
<i>Многослойные платы</i>	
PIN ABL A	PIN
ABL A	
SLKSCR ABL	SLKTOP
ABL	
DEVICE ABL	SLKBOT
ABL	
DVCTOP ABL	
DVCBOT ABL	

Остальные слои должны находиться в состоянии OFF (невидимы).

Проще всего эти подготовительные операции выполнить один раз и создать файл-заготовку, в котором будет храниться вся необходимая информация о состоянии экрана. Имя этого файла произвольное, например LAYER.PRT. В таком случае перед созданием графического изображения нового компонента этот файл загружается по команде FILE/LOAD.

*а) Создание конструктивов компонентов со штыревыми выводами*

Процесс создания конструктивов компонентов со штыревыми выводами состоит из следующих шагов (см. пример на рис. 3.1).

**Ввод точек расположения выводов.** По команде ENTR/PIN каждому выводу устанавливается геометрия контактной площадки. Эта информация используется для связи с файлом специальных символов .SSF и используется также в файле стратегии .CTL трассировщика PC-ROUTE.

После вызова программы ENTR/PIN следует установить параметры строки состояний:  
PIN TYPE:1 EQUIV:0 R 125:125 S G -11.00 25.25

Параметры этой строки имеют следующий смысл:

PIN – имя слоя;

TYPE – тип вывода, принимающий следующие значения:

0 – межслойный переход (в конструктиве компонента не используется); 1– 24 – штыревые выводы; 25– –планарные выводы.

EQUIV – код эквивалентности выводов (выводам, которые нельзя менять местами, назначается код 0; взаимозаменяемым выводам присваивается одинаковый код 1, 2, ...);



R –красного цвета (отключение режима отображения электрических связей);  
125:125 –шаг сетки 1,25г1,25 мм;  
S –зеленого цвета (включение координатной сетки);  
G –зеленого цвета (дискретное перемещение курсора по точкам координатной сетки).

Информация о типе вывода позволяет назначить диаметр отверстия, форму и размер контактной площадки. Количество типов выводов равно произведению используемых диаметров отверстий на количество форм контактных площадок. Типы выводов, устанавливающие связность во внутреннем плане (для трассировки цепей питания и "земли"), имеют значения только для многослойных ПП с отдельными слоями для цепей питания и "земли". Значение параметра TYPE соответствует номеру диафрагмы фотоплоттера.

Штыревым выводам обычно назначаются следующие типы:

1 –первый вывод (ключ), обычно имеющий квадратную форму контактной площадки,  
2 –остальные выводы, за исключением первого вывода и выводов питания и "земли",  
3 –вывод "земли",  
4 –вывод питания,  
5...23 –дополнительные типы выводов, задаваемые конструктором,  
24 –контакт разъема;

После активизации команды ENTR/PIN в ответ на подсказку

Select pin location... курсор устанавливается в точку расположения вывода и нажимается кнопка 1 манипулятора "мышь", после чего выбранная для ввода точка помечается на экране кружком синего цвета.

Предварительно перед выбором места расположения вывода следует в строке состояний курсором выбрать по очереди параметры TYPE и EQUIV и в ответ на подсказки

Enter pin type number:

Pin equivalence number:

вводится тип и код эквивалентности вывода.

После выбора места расположения вывода в ответ на подсказку

Select pin name location. (Attrb OK?)... указывается место расположения его имени (при нажатии кнопки 1 имя будет видимым на экране, а кнопки 2 или [Esc] – невидимым). При этом изменяется содержание строки состояний: PIN SIZ:200 L B F M R

125:125 S G 2.25 -8.00

На этой фазе уместно скорректировать ее параметры. После этого в ответ на подсказку

Enter pin name [pin number]:

вводится имя вывода (Pin name). Эти имена выводов произвольные, обычно им присваивают номера 1, 2, ... Одновременно система присваивает сквозную нумерацию выводов (Pin number) независимо от того, какие им присвоены имена. Сложности возникают для компонентов, которые имеют не сквозную нумерацию выводов. Например, ИС стабилизатора напряжения K142EH5 имеет выводы 2, 8, 17 и незадействованный вывод 11. В таком случае программа PC-CARDS все равно присвоит выводам сквозную нумерацию, которую следует вручную исправить с помощью программы PC-COMP (разд. 8.2).

**Рисунок контура конструктива.** Выполняется по команде DRAW, изменяя на строке состояний следующие параметры:

SKTTOP или SLKBOT –имя слоя контуров и сквозных отверстий (как для многослойных, так и однослойных ПП, чтобы в последнем случае можно было компонент размещать на любой стороне ПП; для однослойных ПП слой SLKSCR по этой причине использовать не рекомендуется);

SOLID –проведение сплошных линий; W:0 –толщина линии. Правила выполнения команды DRAW такие же, что и для редактора принципиальных схем PC-CAPS (гл. 2).

**Текстовые обозначения.** Наименование компонента наносится по команде DRAW/TEXT в слое DEVICE или DVSTOP внутри контура компонента. Эти обозначения помогут читать чертеж ПП в процессе расстановки компонентов и трассировки, а также они используются в программе PC-LIB для назначения псевдонимов компонентов).

**Ключевая точка.** По команде ENTR/ORG первый вывод компонента отмечается в качестве ключевой точки, к которой будет "привязываться" его изображение на

плате.

**Информация об упаковке компонента.** Сначала по команде SCMD/SCAT вводится код идентификации типа компонента по запросу

Part Old type=255. New type=

и тип выводов (планарные или штыревые) по запросу

Is part type SMD? Yes/No

При создании графического образа компонента со штыревыми выводами в ответ на последний запрос выбирают ответ No.

Идентификатор типа компонента указывается в соответствии со следующей таблицей:

Тип компонента	Код идентификации	Первый символ позиционного обозначения по умолчанию
Микросхемы в корпусе типа DIP	10000-	U
Микросхемы в планарном корпусе	10500-	U
Резисторы со штыревыми выводами	11100-	R
11199	R	
Конденсаторы со штыревыми выводами	11200-	C
Индуктивности со штыревыми выводами	11300-	L
Транзисторы со штыревыми выводами	11400-	Q
Различные дискретные компоненты с	11500-	X
планарными выводами		
Резисторы с планарными выводами	11600-11699	R
Конденсаторы с планарными выводами	11700-	C
Индуктивности с планарными выводами	11800-	L
Транзисторы с планарными выводами	11900-	Q
Различные дискретные компоненты со	11000-	X
штыревыми выводами		
Штыревые перемычки	12000-	P
Планарные перемычки	12500-	P
Различные компоненты со штыревыми	13000-	X
выводами		
Различные компоненты с планарными	13500-	X
выводами		

Компоненты, которые не нужно упаковывать и включать в список соединений, имеют код идентификации 0; компоненты, включаемые в список соединений, но не упаковываемые – код -1 (аналогичные соглашения приняты в программе PC-CAPS).

Компонентам, которым на принципиальной электрической схеме графическим редактором PC-CAPS по команде SCMD/PNUM не присвоены позиционные обозначения, в отсутствие команды PREFIX в файле перекрестных ссылок (разд. 4.2) префиксы позиционных обозначений компонентов устанавливается по умолчанию, как указано выше.

Затем с помощью команды SCMD/SPAT для контроля проверяется правильность ввода типа и кода эквивалентности каждого вывода с возможностью их исправления по запросам:

Enter new type:

Type of pin ... is ...

Enter new code:

Pin LEQ code is ...

После этого по команде SCMD/SPKG вводится количество однотипных элементов (секций) в одном корпусе, количество выводов в одной секции по запросам

Enter number of gates:

Enter number of pins per gate:

и далее последовательно вводятся имена выводов и с помощью курсора указывается их расположение на чертеже компонента по запросам

Enter name of gate pin <n>:

Select gate <m> pin <имя вывода>

Здесь n=1, 2, ... – номера выводов (Pin number), введенные ранее, m – номер секции. Напомним, что имена выводов (Name of gate pin или Sect. Pin Name) должны быть такими же, которые указаны при создании УГО компонента в файле с расширением .SYM с помощью программы PC-CAPS. В связи с этим, чтобы избежать ошибок и упростить работу целесообразно информацию об упаковке конструктива перенести из SYM-файла УГО с помощью программы PC-COMP (разд. 8.2).

**Упаковка неоднородных компонентов.** Производится по команде SCMD/NPKG вместо SCMD/SPKG. Система сначала запрашивает общее количество выводов в корпусе:

Enter total number of gate pins  
to package:

Затем количество типов неоднородных секций:

Enter the number of gate types:

После этого для секций каждого типа по очереди запрашивается упаковочная информация об отдельных секциях. Сначала запрашивается количество секций первого типа:

Gatetype 1: Enter the number of gates:

Далее — количество выводов в каждой секции и их имена:

Gatetype 1: Enter the number of pins per gate:

Gatetype 1: Enter name of gate pin 1:

Последний запрос повторяется для всех выводов секции данного типа.

В заключение запрашиваются имена всех секций и система просит указать физическое расположение выводов данной секции:

Gatetype 1: Enter section  
1 name:

Gatetype 1: Select gate 1 pin <имя вывода>

Расположение вывода с указанным именем осуществляется с помощью курсора. Затем аналогичные запросы выдаются для секций остальных типов.

**Атрибут FOOTPRINT**, используемый при размещении элементов на плате в автоматическом режиме, вводится с помощью команды ATTR/ACOM по формату

FP=<значение атрибута>

В качестве значения атрибута обычно вводят имя типового конструктива, например DIP16, MLT0\_125 и т.п. Атрибуты Footprint позволяют программе PC-PLACE манипулировать компонентами, имеющими одинаковые геометрические размеры. Их можно также задавать вновь или переопределять в режиме Edit Part Footprints начального меню программы PC-PLACE (разд. 5.2).

**Запись конструктива компонента на диск** производится по команде FILE/SAVE. В ответ на запрос

Enter file name:

следует ввести имя файла (без расширения .PRT, устанавливаемого по умолчанию в режиме SYMB). Этот файл заносится в каталог, указанный при настройке конфигурации программы PC-CARDS. Для занесения файла в другой каталог следует указать полное имя файла, включающее в себя путь к каталогу.

**Завершение работы** с графическим редактором производится по команде SYS/QUIT. Причем если после внесения в чертеж каких-либо изменений он не был записан на диск, то при попытке завершить работу с редактором будет выдано предупреждающее сообщение

Workfile modified. Exit still? YES NO

Для сохранения внесенных изменений следует выбрать ответ NO и затем выполнить команду FILE/SAVE, для подтверждения выхода из редактора — ответ YES.

**Создание библиотечных файлов.** Файлы конструктивов отдельных компонентов .PRT целесообразно объединить в один или несколько библиотечных файлов .PLB с помощью программы PC-LIB (разд. 7.1).

*б) Создание конструктивов компонентов с планарными выводами*

Система P-CAD позволяет размещать компоненты с планарными выводами по обеим сторонам ПП на слое COMP — верхняя (Top) и (или) SOLDER — нижняя (Bottom) сторона. Конструктивы компонентов с планарными выводами создаются в той же последовательности, что и со штыревыми выводами, с некоторыми изменениями, которые отметим ниже (рис. 3.2).

**Образование пар слоев.** Слои объединяются в пары для переноса графических изображений компонентов с верхней на нижнюю сторону ПП (и наоборот) и для создания переходных отверстий в процессе трассировки соединений. Первая возможность характерна только для планарного монтажа. Сначала с помощью команды SCMD/LPAR просматриваются и при необходимости редактируются пары слоев, отображаемые на экране в виде:

```
PADCOM ---- -BRDOUT ---- -MSKFBT MSKFTP -  
FLCOMP ---- -FLTARG ---- -PSTGTP PSTGBT -  
PADSLD ---- -SLKSCR ---- -PSTGBT PSTGTP -  
FLSOLD ---- -DEVICE ---- -PSTFTP PSTFBT -  
ADINT ---- -ATTR ---- -PSTFBT PSTFTP -  
FLINT ---- -REFDES ---- -SLKTOP SLKBOT -  
GNDCON ---- -COMP ---- S O SLKBOT SLKTOP -  
FLGCON ---- -SOLDER ---- S O DVCTOP DVCBOT -
```

```
CLEAR ---- -INT1 ---- S O DVCBOT DVCTOP -  
FLCLER ---- -INT2 ---- S O REFDTF REFDBT -  
PWPCON ---- -DRLGIN ---- -REFDBT REFDTF -  
FLPCON ---- -DRLFIN ---- -  
SLDMSK ---- -PINTOP PINBOT -  
FLSMSK ---- -PINBOT PINTOP -  
DRILL ---- -MSKGTP MSKGBT -  
FLDRIL ---- -MSKGBT MSKGTP -
```

PIN азать полное имяа PADCOM ---,ты ед S в третьем поле означает, что слой доступен для автотрассировки проводников. При наличии этого флага в четвертом поле указывается тип переходного отверстия, ассоциированного с этим слоем (тип переходного отверстия определяет номер маски фотоплоттера). Тип переходных отверстий не назначаются слоям, объединенным в пары, и слоям COMP и SOLDER.

Тед организованы пары слоев по умолчанию. Например, слои PINTOP и PINBOT образуют пару слоев. Пунктирная линия справа от имени слоя означает, что он не имеет пары.

Для объединения слоев в пары курсором выбирается имя первого слоя пары и нажимается кнопка 1 "мыши", затем выбирается имя второго слоя и снова нажимается кнопка 1.

**Активизация слоев.** По команде VLYR открываются следующие слои:

PIN –слой обозначений штыревых выводов,  
ATTR –слой атрибутов,  
PINTOP –слой планарных контактных площадок на верхней стороне платы,  
MSKGTP –графика защитного покрытия верхней стороны платы,  
PSTGTP –графика слоя клея верхней стороны платы,  
SLKTOP –графика основных линий изображений планарных компонентов на верхней стороне платы,  
DVCTOP –имена планарных компонентов на верхней стороне платы.

При создании чертежей конструктивов с планарными выводами они располагаются на верхней стороне ПП, а затем с помощью команды SCMD/LPAR переносятся на нужный слой.

**Ввод точек расположения выводов.** Производится по команде ENTR/PIN на слое PIN, устанавливая тип и эквивалентность каждого вывода, как указано выше (тип вывода назначается в интервале от 25 до 50). При необходимости по команде DRAW/LINE изображается ключ первого вывода.

**Ключевая точка.** По команде ENTR/ORG первый вывод компонента отмечается в качестве ключевой точки, к которой будет "привязываться" его изображение на плате.

**Ввод контактных площадок.** Контактные площадки компонентов с планарными выводами создаются в конструктиве самого компонента. Это можно сделать различными способами.

Проще всего (но очень трудоемко) по команде DRAW/LINE на слое PINTOP создать по-очереди чертежи всех контактных площадок отрезками линии необходимой ширины.

Более экономно создать шаблон одной контактной площадки с помощью команды DRAW/FREC, совмещая его центр с узлом координатной сетки, а затем с помощью команды COPY скопировать его поверх центра каждого вывода компонента.

**Графика вставки пайки и маски пайки.** По аналогии с контактными площадками создается графика пайки на слое PSTGTP и маска пайки на слое MSKGTP.

**Рисунок контура компонента.** Выполняется по командам DRAW на слое SLKTOP линиями нулевой ширины.

**Текстовые обозначения.** Наименование компонента наносится по команде DRAW/TEXT в слое DVCTOP внутри контура компонента.

**Информация об упаковке компонента.** Вводится по командам SCMD/SCAT и SPKG, причем в ответ на запрос

```
Is part type SMD? YES/NO
```

следует ответить YES. В этом случае система P-CAD примет, что выводы компонентов существуют только на поверхности ПП.

**Атрибут FOOTPRINT,** содержащий информацию о типе посадочного места компонента и используемый программой размещения компонентов на печатной плате PC-PLACE в автоматическом режиме, вводится с помощью команды ATTR/ACOM на слое ATTR по

формату

FP=<значение атрибута>

В качестве значения этого атрибута обычно вводят имя типового конструктива, см. разд. 5.2.

**Запись конструктива компонента на диск** производится по команде FILE/SAVE.

### 3.4. Стеки контактных площадок

**Общие понятия.** Контактные площадки представляют собой металлизированные области на плате, к которым подсоединяются выводы компонентов. Контактные площадки для компонентов со штыревыми выводами имеют сквозные отверстия, выполняемые на сверлильных станках с ЧПУ. Центр отверстия отмечается на чертеже контактной площадки. Контактные площадки компонентов с планарными выводами таких отверстий не имеют. С помощью контактных площадок осуществляются также межслойные соединения.

Графика контактных площадок создается отдельно от графики конструктивов компонентов, так как для разных технологий могут использоваться различные контактные площадки для одних и тех же выводов компонентов.

В многослойных ПП для каждого слоя должна быть своя контактная площадка, различающаяся размерами и формой. Такой набор контактных площадок, располагаемых одна над другой, называется секом (этажердой) контактных площадок (рис. 3.3). Графика стеков контактных площадок создается отдельно с помощью программы PC-CARDS и заносится в файлы с расширением .PS. Каждый стек контактных площадок содержит графическую информацию для плоттера, с помощью которого выпускается чертеж платы на бумаге, и номера диафрагм (апертур) для фотоплоттера, изготавливающего фотошаблон. Графические изображения контактных площадок на бумаге и фотошаблоне не обязательно должны совпадать. Номера апертур диафрагм определяют позицию на диске фотоплоттера, через который источник света экспонирует фотопленку, и диаметр отверстия. Диафрагма имеет определенную форму и размер, которые соответствуют форме и физическому размеру контактной площадке на плате. Поэтому перед проектированием печатной платы необходимо ознакомиться с перечнем апертур, применяемых на имеющемся фотоплоттере. Приведем пример перечня диафрагм для фотоплоттера Gerber, модель 32:

<i>Номер диафрагмы</i>	<i>Контактная площадка</i>	<i>Размеры отверстия</i>
----------------------------	--------------------------------	------------------------------

#### Двусторонние площадки

0	Межслойный переход	0,8 мм диаметром 1,3 мм
1	Круг диаметром 1,3 мм	0,8 мм
2	Круг диаметром 1,5 мм	0,9 мм
3	Круг диаметром 2,0 мм	1,2 мм
4	Круг диаметром 2,0 мм	1,0 мм
5	Круг диаметром 1,3 мм	0,8 мм
6	Круг диаметром 1,3 мм	0,8 мм с ключом
7	Круг диаметром 1,3 мм	0,8 мм с левой вытяжкой
8	Круг диаметром 1,3 мм	0,8 мм с двойной вытяжкой
9	Квадрат со стороной 1,5 мм	0,9 мм с правой вытяжкой и ключом

#### Планарные площадки

10	Овал 2,0x0,8 мм, центр слева	—
11	Овал 2,55x1,3 мм, симметричная	—

Физическое изображение контактных площадок наносится на чертеж ПП после завершения ее проектирования с помощью команды SCMD/GSSF. На промежуточных этапах

контактные площадки изображаются условно, чтобы ускорить процесс вывода чертежа на экран дисплея или плоттер. Перед выводом чертежа платы на фотоплоттер (или в любой момент времени по желанию проектировщика) следует заменить условные изображения контактных площадок их реальными изображениями следует ввести команду SCMD/GSSF и по запросу программы указать имя файла с расширением .SSF, в котором указаны перекрестные ссылки между типами выводов компонентов и этажерками контактных площадок. Этот текстовый файл называется *файлом специальных символов*. Для обратной замены реальных изображений контактных площадок условными следует в ответ на запрос команды SCMD/GSSF не вводить имя файла специальных символов и сразу нажать клавишу [Return]. При загрузке символов контактных площадок необходимо следить, чтобы были включены слои, на которых они заданы.

В файле специальных символов каждому типу вывода компонента соответствует одна или две строки, имеющие следующий формат:

```
% <тип> <статус> <имя файла контактных площадок> %<комментарий>
```

Напомним, что тип вывода компонента назначается по команде ENTR/PIN. Статус вывода –подсоединение проводника к выводу: С –подсоединение проводника, № – отсутствие соединения, \* –оба варианта. Имя файла контактных площадок обычно имеет стандартную форму: сначала указывается размер контактной площадки, затем приезд ее формы (R –круглая, S –квадратная), затем диаметр сверла и в конце приезд (С –подсоединение проводника, № – отсутствие соединения, G –подсоединение шины “земля”, P –подсоединение шины питания, V –стек контактных площадок межслойных переходов).

Приведем **пример** файла специальных символов:

```
% Файл специальных символов
% Тип Статус Имя файла Комментарий
%
0 * 50R28V.PS %Межслойный переход
1 № 60S32N.PS %Первый вывод ИС, не имеющий соединения
1 С 60S32C.PS %Первый вывод ИС, имеющий соединения
      - 153 ---,т2      №   60R32N.PS   %Стандартный
      вывод ИС-,т2     С    60R32C.PS   %Стандартный
      вывод ИС-,т3     *    60R32G.PS   %Вывод
      “земли”-,т4      *    60R32P.PS   %Вывод
      “питания”-,т8     С    60R38C.PS
```

%Мощные диоды

**Создание графики стеков контактных площадок.** Изображения контактных площадок создаются в режиме SYMB. Создаются два их графических изображения:

- 1) для вычерчивания на бумаге с помощью плоттера;
- 2) для изготовления фотошаблонов.

Информация о контактных площадках наносится на первые 17 слоев (см. их перечень в разд. 2.2). В слоях с нечетными номерами 1, 3, 5, . . . вводится информация для перьевых плоттеров, а в слоях с четными номерами 2, 4, . . . –для фотоплоттеров. Необходимые слои активизируются с помощью команды VLYR.

а) *Информация для плоттера*

Создание графики контактных площадок начнем с ввода информации для построения чертежей ПП на плоттере. Переведем все нечетные слои и слой PIN в состояние ABL и активизируем слой графики контактной площадки со стороны компонент PADCOM (переведем в состояние ABL A). После этого установим размер сетки 5г5, с помощью команды ZIN выберем необходимый масштаб изображения и поместим центр видимого изображения в начало координат, для чего переместим курсор в поле координат в правой части строки состояния, нажмем клавишу 1 манипулятора “мышь”и в ответ на подсказку

```
Enter x position ... введем координаты центра видимого изображения 0 0.
```

```
– 154 ---,тПосле этого перейдем к вычерчиванию
контактной площадки,
```

например, в виде круга. Тогда введем команду DRAW/CIRC и в ответ на запрос–,тCenter point... укажем положение центра окружности. Перед этим необходимо переместить курсор на строку состояний и установить ширину линии, указав, например 40 DBU. Для выбора центральной точки курсор следует переместить на поле чертежа и нажать клавишу 1 “мыши”, после чего в ответ на запрос системы

Enter x position ... введем координаты центра окружности 0 0. Далее в ответ на следующий запрос—,тPoint on circunference... введем координаты любой точки на окружности, например 40 0. В связи с тем, что толщина линий установлена равной 40 DBU, будет вычерчен круг диаметром 80 DBU = 0,8 мм с центром в начале координат в слое PADCOM.—,тПосле этого аналогичные операции следует повторить для вычерчивания контактных площадок на слоях PADSLD, PADINT и др.

В заключение на слое DRILL линией нулевой ширины вычерчивается перекрестье для сверления с помощью команды DRAW/LINE.

#### *б) Информация для фотоплоттера*

При вводе информации для фотоплоттера следует иметь в виду, что одна и та же апертура на фотоплоттерах различных типов наносит изображение контактной площадки разной формы и разных размеров. Поэтому предварительно необходимо ознакомиться со списком апертур, принятых на используемом оборудовании.

Пользователь должен создать нарисовать форму каждой контактной площадки, созданной в предыдущем пункте. Перед этим необходимо установить слои проецирования в состояние ABL и отключить графические слои.

Переведем сначала слой FLCOMP в активное состояние A и с помощью команды DRAW/FLSH создадим проецирование для круглой контактной площадки диаметром 0,8 мм, которую вычертили в качестве примера в предыдущем пункте. Система сначала выдаст запрос о расположении проецирования

Select location...

Перед выбором местоположения необходимо установить номер апертуры на строке состояния. Для этого курсор перемещается на строку состояния в окне APER: <n> и нажимается клавиша 1 "мыши"полнсистема выдаст подсказку

Enter aperture number:

и пользователь вводит с клавиатуры выбранный номер апертуры.,тПосле этого курсором выбирается окно координат X:Y, нажимается клавиша 1 "мыши"пи устанавливается начало координат 0 0 для совмещения центра проецирования с центром изображения контактной площадки.

Аналогичные операции повторяются для создания проецирования на остальных слоях этажерки контактных площадок.

### **3.5. Создание чертежа печатной платы**

Чертежи ПП плат создаются во взаимодействии программ PC-CARDS, PC-PLACE, PC-ROUTE и ряда утилит (см. разд. 1.1 и рис. 1.1). Графический редактор PC-CARDS используется при этом на этапах создания чертежа контура ПП, предварительного размещения компонентов, предварительной трассировки соединений (в принципе, можно разработать полностью всю плату в ручном режиме без обращения к программам PC-PLACE и PC-ROUTE, но это не эффективно). Рассмотрим подробно эти этапы.

#### *а) Чертеж конструктива печатной платы*

Перед размещением компонентов на ПП необходимо с помощью программы PC-CARDS:

- нарисовать форму ПП,
- нарисовать поле трассировки,
- разместить разъемы и другие компоненты, расположение которых должно быть зафиксировано,
- присвоить позиционные обозначения зафиксированным компонентам,
- установить элементы крепления,
- нанести барьеры трассировки.

*Замечание.* На чертеже конструктива ПП никакие цепи (включая шины питания и "земли") до упаковки ПП вводить нельзя. Они прорисовываются графическим редактором PC-CARDS только после обработки файла конструктива ПП программой PC-PACK (программа PC-PACK их все равно уничтожит).

Эти операции выполняются следующим образом.

1. Загрузить файл-заготовку, например LAYER.PCB, командой FILE/LOAD (или вручную включить режим DETL, установить метрическую систему единиц и включить нужные слои).

2. Вычертить контур ПП линиями нулевой ширины на слое SLKSCR, который может иметь форму:

- прямоугольную, создается командой DRAW/RECT;

– в виде произвольного многоугольника (без пересекающихся линий), создается командой DRAW/LINE;

– окружности, создается командой DRAW/CIRC, DRAW/ARC, DRAW/ARCP.

Здесь же вычерчиваются необходимые крепежные отверстия.

3. Вычертить контур поля трассировки линиями нулевой ширины на слое BRDOUT (теми же командами, что в п. 2). Контур ПП обязательно должен представлять собой замкнутую линию.

4. Командой ENTR/COMP ввести необходимые конструктивы, положение которых должно быть фиксированным (разъемы и др.).

5. Нанести позиционные обозначения зафиксированных компонентов на слоях REFDES, REFDTF, REFDBT командой NAME/COMP. Позиционные обозначения компонентов на ПП должны быть такими, же как и на принципиальной электрической схеме.

6. Если внутри поля трассировки должны быть крепежные отверстия, в их центры командой ENTR/COMP устанавливаются заранее созданные библиотечные компоненты .PRT –одиночные переходные отверстия для центровки при сверлении. Эти компоненты имеют атрибут COMPARE=MECH.

7. Задать барьеры трассировки (см. ниже п. в).

8. Задать точку привязки для сверления в режиме SYMB командой ENTR/ORG. Обычно это нижний левый угол контура ПП, находящийся в точке координатной сетки (эта точка совмещается с точкой вставки реперных знаков на фотошаблоне).

9. Сохранить файл контура печатной платы командой FILE/SAVE, присвоив ему по запросу программы уникальное имя.

#### *б) Ручное размещение компонентов*

Ручное размещение компонентов на поле ПП удобнее выполнять с помощью программы PC-PLACE, имеющей для этого мощные интеллектуальные средства в виде гистограмм плотностей размещения компонентов и силовых векторов, показывающих целесообразное направление перемещения компонентов для оптимизации размещения (гл. 5). Однако эту задачу можно выполнить и с помощью программы PC-CARDS, пользуясь следующими командами:

- 1) размещение компонентов на поле ПП –ENTR/COMP;  
– 158 ---,t2) сдвиг объектов –MOVE, MOVE/IDEN, MOVE/WIN;
- 3) поворот объектов –ROT, ROT/IDEN, ROT/WIN;
- 4) перестановка объектов –SWAP/COMP, SWAP/PIN, SWAP/GATE;
- 5) перенос объектов со слоя на слой –CLYR, CLYR/COMP;
- 6) для получения информации об объектах оlnQRY, nQRY/COMP, QRY/PIN, QRY/NET.
- 7) ввод/вывод информации –FILE/LOAD, FILE/SAVE, FILE/ZAP;
- 8) подготовка данных к выводу чертежей на внешние устройства ---SYS/PLOT;
- 9) завершение работы –SYS/QUIT.

При этом следует иметь в виду, что ряд введенных вручную компонентов (разъемы, потенциометры, крепежные отверстия и т.п.) закрепляются в программе PC-PLACE командой FIX, которая не разрешает изменять их положение в процессе автоматического размещения.

Заметим, что планарные компоненты допускается размещать на обеих сторонах ПП (на верхней стороне COMP и нижней стороне SOLDER); см. подробности в разд. 5.3.

#### *в) Создание барьеров для программы трассировки соединений*

Программа PC-CARDS создает барьеры, запрещающие программе PC-ROUTE трассировать в автоматическом режиме проводники и располагать переходные отверстия в определенных областях ПП. Необходимость в этом возникает в двух случаях:

1) при трассировке части ПП вручную, например, аналоговой части цифро-аналогового устройства;

2) если по технологическим требованиям на части ПП не могут размещаться ни проводники, ни переходные отверстия.

Различаются два типа барьеров: *барьеры для проводников* и *барьеры для переходных отверстий*. Барьеры для проводников запрещают программе PC-ROUTE размещать проводники и переходные отверстия в области, ограниченной барьером. Барьеры для переходных отверстий запрещают располагать переходные отверстия в отмеченной области, но допускают прокладку в них проводников.

Барьеры располагаются на следующих слоях:



- на слое BARVIA помещают барьеры для запрета размещения переходных отверстий на всех трассируемых слоях ПП;
- на слоях BARCMP, PADCOM, PINTOP и COMP определяются барьеры для запрета прокладки проводников только на слое размещения компонентов COMP;
- на слоях BARSLD, PADSLD, PINBOT и SOLDER определяются барьеры для запрета прокладки проводников только на нижней стороне платы (в слое SOLDER);
- на слоях BARIN1,...,BARI30, PADIN1,...,PADI30, INT1,...,INT30 определяются барьеры для запрета прокладки проводников на соответствующих внутренних проводящих слоях INT1,...,INT30.

Новые слои чертежа, на которых изображаются барьеры, вводятся по команде VLJR.

Графическое изображение барьеров создается с помощью команд:

- DRAW/RECT и DRAW/FREQ задают барьеры прямоугольной формы, внутри которых находится запрещенная область;
- DRAW/POLY задают барьеры в виде замкнутых многоугольников (полигонов), внутри которых находится запрещенная область; внутренние области ассоциированных с ними пустот не являются запретными;
- DRAW/CIRC создают барьеры в виде окружностей, внутри которых находится запрещенная область;
- DRAW/LINE создают барьеры в виде линий не нулевой толщины, внутри которых находится запрещенная область. Если с помощью этой команды создать полигон, то запрещен будет только его контур, для запрета трассировки во внутренней области полигона следует использовать команду DRAW/POLY.

Барьеры создаются либо на чертеже конструктива отдельного компонента в режиме SYMB, либо на чертеже ПП в режиме DETL.

Программа PC-ROUTE воспринимает все барьеры, помещенные на слоях BARxxx, как границы запрещенных областей, которые не обеспечивают электрического соединения. Напротив, барьеры на всех остальных слоях воспринимаются как металлизированные области, обеспечивающие электрическое соединение.

#### г) Ручная трассировка соединений

Ручная трассировка соединений всей многослойной ПП производится очень редко. Однако в связи с тем, что система P-CAD не представляет пользователю автоматизированных средств для прокладки шин питания и "земли", перед запуском программы PC-ROUTE необходима предварительная ручная трассировка проводников для формирования шин питания, полей металлизации и т.п. с помощью команд графического редактора PC-CARDS:

- 1) вставка печатных проводников и полей –ENTR/WIRE, ENTR/POLY;
- 2) редактирование проводников –EDIT/ADDV, EDIT/AVIA, EDIT/DELS, EDIT/DELV, EDIT/DVIA, EDIT/LAYS, EDIT/MOVS, EDIT/MOVV, EDIT/MVIA, EDIT/MOVA;
- 3) перенос объектов со слоя на слой –CLJR, CLJR/COMP;
- 4) удаление информации –DEL, DEL/IDEN, DEL/UNDO, DEL/WIN;
- 5) перестановка логически эквивалентных выводов и секций ---SWAP/PIN, SWAP/GATE;
- 6) замораживание объектов –/MASK, /MSK;
- 7) управление слоями –VLJR;
- 161 ---, т 8) управление изображением –STO, RCL, VWIN, REDR, ZIN, ZOUT;
- 9) ввод/вывод информации –FILE/LOAD, FILE/SAVE, FILE/ZAP; 10) подготовка данных к выводу чертежей на внешние устройства ---SYS/PLOT; 11) завершение работы –SYS/QUIT.

При необходимости подключения к цепям других выводов используется команда ENTR/RATN или ENTR/WIRE. Шины питания и "земли" должны начинаться и заканчиваться у вывода какого-нибудь компонента; при необходимости используется специальный фиктивный компонент с одним выводом, например PIN.PRT.

Пример топологии ПП, созданной с помощью графического редактора PC-CARDS, приведен на рис. 3.4.

### 3.6. Сообщения об ошибках

Приведем сообщения об ошибках, которые выводятся на экран в процессе работы

с программой PC-CARDS, причины их появления и рекомендации по их устранению. Сообщения об ошибках выводятся на экран в строке состояний и сохраняются примерно в течение 2 с. Сообщения об ошибках, указывающие на необходимость обратиться к системному программисту, сохраняются до тех пор, пока не нажата какая-нибудь клавиша клавиатуры или кнопка "мыши". Часть сообщений такие же, как и в программе PC-CAPS (разд. 2.7).

**1. Already Defined. Owerwrite? YES NO.**

*Причина:* под выбранным номером уже записано какое-то изображение.

*Действие:* выбрать YES для перезаписи изображения, для отказа от перезаписи выбрать ответ NO или нажать клавишу [Esc] и выбрать другой номер записи.

**2. Another macro definition in progress.**

*Причина:* введена команда /MAC, в то время как редактор обрабатывает другой макрофайл (включение команды /MAC в макрофайл не допускается).

*Действие:* завершить обработку текущего макрофайла командой /MEND и затем загрузить другой макрофайл.

**3. Bad file.**

*Причина:* сбой при загрузке файла программируемых функциональных клавиш.

*Действие:* исправить некорректность формата определения функциональных клавиш в этом файле.

**4. Bad file input.**

*Причина:* не найден макрофайл, встроенный в какую-то процедуру.

*Действие:* исправить имя макрофайла и повторить его запуск.

**5. Both nets named. Merge not allowed.**

*Причина:* предпринята попытка слить две цепи, имеющих разные имена, что недопустимо.

*Действие:* отказаться от их слияния или перед слиянием удалить имя одной из цепей.

**6. Can only assign via types to layer pairs.**

*Причина:* выбранный слой не имеет пары.

*Действие:* задать пару этому слою.

**7. Cancel current programming key.**

*Причина:* в процессе программирования функциональных клавиш введена команда /PZAP, которая прерывает программирование и стирает определения.

*Действие:* начать программирование снова без команды /PZAP.

**8. Cannot copy net.**

*Причина:* при попытке скопировать цепь превышено допустимое количество цепей или новая цепь расположена слишком близко к существующим цепям и именам.

*Действие:* с помощью команды SYS/STAT уточнить имеющееся и пре-  
-163 ---дельно допустимое количество цепей. Для  
создания новой цепи использовать команду ENTR/  
WIRE.

**9. Cannot copy on top of object.**

*Причина:* команда COPY не позволяет размещать копию на объекте, с которого она сделана.

*Действие:* переместить курсор в сторону и нажать кнопку 1 "мыши".

**10. Cannot make a non layer pair activ.**

*Причина:* при вводе цепи сделана попытка перейти на слой, который не объединен в пару с первоначальным при задании сквозного отверстия между слоями (параметр I строки состояний).

*Действие:* Выйти из команды ENTR/WIRE, активизировать нужный слой и снова выполнить эту команду. Возможно также выполнить команду-SCMD/LPAR для задания сквозного перехода между текущим слоем и слоем, который должен быть сделан активным.

**11. Can not link pin to net.**

*Причина:* ошибка при попытке подсоединить новый вывод к цепи.

*Действие:* проверить целостность базы данных и (или) обратиться в службу сопровождения системы P-CAD.

**12. Can not open file <имя файла>.**

*Причина:* сбой при попытке открыть указанный файл.

*Действие:* задать правильно имя файла базы данных, проверить правильность

указания пути, командами SYS/DOS и DIR проверить наличие файла.

**13. Cannot route on non-trace layer.**

Причина: предпринята попытка проложить проводник в слое, который не является слоем для проводников.

Действие: изменить слой командой SCMD/LPAR.

**14. Cannot split polygon. Continue?**

Причина: Количество вершин и пустот (внутренних областей) полигона превышает допустимый предел, причем полигон не может быть раз-

-164 ---бит на более мелкие части.

Действие: уменьшить количество внутренних областей или откорректировать полигон.

**15. Can't invert polygon.**

Причина: предпринята попытка откорректировать полигон так, что он при этом инвертируется (как бы выворачивается наиз енку).

Действие: отредактировать полигон правильно.

**16. Can't invert void.**

Причина: аналогично п. 15, но для пустоты.

Действие: аналогично п. 15.

**17. Can't merge void into polygon. Continue?**

Причина: Возможны три причины: 1) пустота соприкасается с полигоном или с другой пустотой только в одной точке; 2) пустота перекрывает полигон; 3) пустота область разбивает полигон на части.

Действие: исправить размеры пустоты или полигона.

**18. Can't open <имя файла>.**

Причина: редактор не может найти указанный файл.

Действие: аналогично п. 12.

**19. Command disabled or not found.**

Причина: команда недоступна или введено ее неверное имя.

Действие: задать имя команды правильно; проверить ее доступность при текущих условиях.

**20. Comp cannot be flipped.**

Причина: ни один из слоев в описании компонента не содержит соответствующей пары.

Действие: с помощью команды SCMD/LPAR задать по крайней мере одну пару слоёв.

**21. Comp cannot be placed on botton side.**

Причина: если это планарно монтируемый компонент, то он определен некорректно; если это компонент со штыревыми выводами, то ни один из его слоёв не имеет соответствующего слоя на нижней стороне платы (соответствие задается по команде SCMD/LPAR).

Действие: если это планарно монтируемый компонент, задать его при з ед с помощью команды SCMD/SCAT; если это компонент со штыревыми выводами, то с помощью команды SCMD/LPAR в режиме DETL добиться, чтобы один из слоев компонента имел пару на нижней стороне ПП.

**22. Component has no symbol.**

Причина: указанный компонент не имеет данных, сформированных в режиме SYMB.

Действие: проверить имя файла конструктива, отредактировать его по правилам, описанным в разд. 3.3.

**23. Component <имя> exists. Another name?**

Причина: введенное имя конструктива уже существует в базе данных. Редактор высвечивает старый конструктив с этим именем и предлагает выбрать другое имя.

Действие: ввести другое имя или нажать [Esc] для прерывания команды.

**24. Converting component to English Unit.**

Причина: загружаемый конструктив составлен в метрической системе, а текущая база данных выполнена в английской системе.

Действие: не требуется, программа производит автоматическое преобразование.

**25. Converting component to Metric Unit.**

Причина: аналогично п. 21, только конструктив составлен в английских единицах, а база данных — в метрических.

Действие: аналогично п. 21.

**26. Copy goes beyond world limits.**

Причина: копия объекта выходит за пределы графической области-базы данных.

Действие: размесить копию в допустимых пределах.

- 166 ---,т27. **Couldn't merge void.**

Причина: аналогично п. 17.

Действие: аналогично п. 17.

**28. Critical path name exists.**

Причина: при создании критического пути введено уже существующее имя.

Действие: ввести другое имя.

**29. Data found in det1 mode; cannot switch units.**

Причина: база данных содержит символы или цепи, введенные в ре-жиме DETL. Единицы измерений могут быть преобразованы только для образов, созданных командами DRAW.

Действие: не преобразовывать единицы измерений для таких баз данных.

**30. Database error; see manual before proceeding.**

Причина: выявлены проблемы для текущей базы данных.

Действие: для предотвращения потери данных записать базу данных проекта во временный файл TEMP.SCH, выйти из графического редактора и вернуться в DOS. Переименовать файл PCCARDS.COM в SAVE.COM. Затем:

1) с помощью программ PDIF-OUT и PDIF-IN попытаться пересоздать-базу данных и снова загрузить в программу PC-CARDS обновленную базу данных;

2) проверить объем доступной оперативной памяти. Если он менее 590 Кбайт и на ПЭВМ не установлена плата LIM, поместить в каталоге \PCAD\EXE файл PCADMEM.\$\$M (см. разд. 1.2);

3) если проблема не исчезнет, передать в службу поддержки системы P-CAD информацию о номере версии редактора, подробно описать-симптомы проблемы, сообщить номер версии DOS и характеристики ПЭВМ, указать, какой объем памяти на диске определила программа CHKDSK.

**31. Database format not compatible.**

Причина: указанный файл не является файлом базы данных.

- 167 ---,тДействие: аналогично п 12.

**32. Database not compatible.**

Причина: файл специальных символов имеет некорректный формат.

Действие: аналогично п. 12.

**33. Delete programming key not allowed during key programming.**

Причина: в процессе программирования функциональных клавиш введена команда /PDEL, что недопустимо.

Действие: завершить программирование и в заключение использовать команду / PDEL.

**34. Different package type.**

Причина: сделана попытка перестановки компонентов разных типов.

Действие: переставляемые компоненты должны иметь одинаковый тип.

**35. Disk full! File saved no good!**

Причина: переполнен диск, на который производится запись по команде FILE/SAVE.

Действие: освободить место на диске, удалив ненужные файлы, или записать информацию на чистую дискету.

**36. DOS error <n>.**

Причина: прерывание DOS при выполнении указанной команды. Не хватает памяти или команда задана неверно.

Действие: выйти из программы и запустить её заново. Проверить имя команды и ввести её заново.

**37. Edges cross each other.**

Причина: предпринята попытка добавить, удалить или переместить вершину полигона так, что возникают две пересекающиеся стороны полигона.

Действие: отредактировать полигон.

**38. Error loading <имя файла>**

Причина: ошибка при загрузке файла специальных символов.

Действие: проверить целостность файла.

Причина: задан неверный путь в каталог.

Действие: исправить путь и ввести его заново.

**40. Exceeded limit for number of components or pins.**

Причина: превышен предел на количество компонентов или выводов.

Действие: перепроектировать ПП так, чтобы она содержала меньше компонентов.

**41. Exceeded limit for number of nets.**

Причина: превышен предел на количество цепей.

Действие: перепроектировать ПП так, чтобы она содержала меньше цепей.

**42. Failed to load database.**

Причина: сбой при загрузке базы данных из-за нехватки памяти для управления базой данных или ввиду того, что в файле CONFIG.SYS параметр FILES меньше 20.

Действие: проверить объем допустимой оперативной памяти и при необходимости создать файл PCADMEM.\$\$M (см. разд. 1.2).

**43. Fail to close working file.**

Причина: сбой при закрытии рабочего файла.

Действие: сбой программы, см. сообщение в п. 30.

**44. Failed to open working file.**

Причина: сбой при открытии рабочего файла для программируемых клавиш.

Действие: убедиться, что в файле CONFIG.SYS параметр FILES равен

20.

**45. <имя файла> backed up (.\$BK). Save to an empty disk.**

Причина: сбой при записи файла командой FILE/SAVE из-за нехватки места на диске или нехватки памяти для управления записью файла.

Действие: перед началом любого редактирования файла создается для страховки его копия с расширением .\$BK. Если не удалось записать требуемую информацию на пустой гибкий диск, то необходимо переименовать файл PCCARDS.COM в SAVE.COM, вызвать программу PC-CARDS и загрузить копию .\$BK. После этого запустить на выполнение командный файл SAVE.COM по команде /EXE, в результате чего будет восстановлена отредактированная база данных.

**46. Filename not found.**

Причина: редактор не может найти указанного файла.

Действие: аналогично п. 12.

**47. <имя файла> was deleted. Save to an empty disk. Press any key to continue.**

Причина: дискета на устройстве A переполнена (файл уничтожается).

Действие: вставить другую дискету и записать файл.

**48. Gate already in the group.**

Причина: компонент, выбранный для включения в группу, уже входит в состав другой группы.

Действие: выбрать компонент, не входящий ни в одну группу.

**49. Gates contain common pins tied to different nets.**

Причина: сделана попытка поменять местами компоненты, которые имеют общие выводы, соединенные с различными цепями.

Действие: выбрать другие компоненты или соединить общие выводы с одной цепью.

**50. Gate in other critical path.**

Причина: выбранный компонент уже включен в другую критическую цепь.

Действие: выбрать компонент, не входящий ни в одну критическую цепь.

**51. Gate in other group.**

Причина: аналогично п. 48.

Действие: аналогично п. 48.

**52. Gate not compatible.**

- 170 ---, тПричина: аналогично п. 34.

Действие: аналогично п. 34.

**53. Gate not in any critical path.**

Причина: выбранный компонент не включен в критическую цепь.

Действие: выбрать компонент, который включен в критическую цепь.

**54. Gate not in any group.**

- Причина: выбранный компонент не входит в какую-нибудь группу.  
Действие: выбрать компонент, входящий в группу.
55. **Graphics driver cannot perform video save.**  
Причина: графическая плата не поддерживает опцию "save to disk".  
Действие: не требуется, опция недоступна.
56. **Group name exist.**  
Причина: введенное имя группы уже существует.  
Действие: ввести другое имя группы.
57. **Hit more than one net.**  
Причина: начальная точка нового проводника находится на пересечении двух или более цепей.  
Действие: выбрать другую начальную точку.
58. **Illegal location to copy void to.**  
Причина: сделана попытка скопировать пустоту в место, где она не может быть включена в полигон.  
Действие: скопировать пустоту в другое место или использовать команду DRAW/PVOID и нарисовать ее в нужном месте.
59. **Illegal macro invocation location value(s).** Причина: в командной строке не заданы координаты для включения макроблока.  
Действие: задать корректно командную строку.
60. **Illegal starting point.**  
Причина: точка, выбранная в качестве начала нового проводника по команде COPY/TRCE, не выровнена корректно с точкой начала копируемого проводника.  
Действие: выровнять начальную точку нового проводника с начальной точкой копируемого проводника. Например, если копируется горизонтальный проводник, выбрать начальную точку прямо под его начальной точкой; если копируется вертикальный проводник, выбрать начальную точку строго справа или слева от его начальной точки.
61. **Illegal void.**  
Причина: некорректная попытка редактирования многоугольной пустоты.  
Действие: отредактировать многоугольную пустоту так, чтобы она имела не менее трех сторон и ее стороны не пересекались.
62. **Input buffer is full.**  
Причина: введено слишком много символов с клавиатуры.  
Действие: ввести более короткую цепочку символов.
63. **Insufficient memory (Press any key).**  
Причина: для загрузки программы PC-CAPS не хватает памяти.  
Действие: аналогично подпункту 2 п. 27.
64. **Invalid file type.**  
Причина: запущенный на выполнение командный файл имеет неверный формат.  
Действие: первая строка командного файла должна содержать ключевое слово Logfile.
65. **Invalid <клавиатурная команда>.**  
Причина: введена неверная клавиатурная команда.  
Действие: уточнить имя команды.
66. **Invalid pin name.**  
Причина: введено некорректное имя вывода.  
Действие: задать имя вывода правильно.
67. **Keyword must start with a letter.**  
— 172 ---, т.е. Причина: ключевое слово начинается не с буквы.  
Действие: ввести ключевое слово правильно.
68. **Link no found.**  
Причина: отсутствует связь критической цепи между первым и вторым выбранными компонентами.  
Действие: включить в критическую цепь компоненты, имеющие связь между собой.
69. **Loaded programmed key <имя клавиши> is ignored.**  
Причина: предпринята повторная попытка загрузить файл с определениями функциональных клавиш.  
Действие: перед командой /PKLD ввести команду очистки /PZAP.

**70. Matching "or ) expected.**

Причина: количество символов "или )" в строке нечетное.

Действие: привести в соответствие ограничивающие символы.

**71. More than one named net. No merge.**

Причина: предпринята попытка слить две цепи, имеющие разные имена.

Действие: удалить имя одной из цепей и затем слить или отказаться от их сливания.

**72. Nested PKEY command ignored.**

Причина: в определении функциональной клавиши использована команда /PKEY.

Действие: удалить эту команду из определения.

**73. Net exists. Name change not allowed.**

Причина: сделана попытка заменить имя цепи на уже существующее имя.

Действие: ввести другое имя для переименоваемой цепи или слить две цепи командой ENTR/RARN или ENTR/WIRE.

**74. Net <имя> exists. Merge? YES NO.**

Причина: указанное имя цепи уже существует; редактор предлагает

-173 ---слить вводимую цепь с существующей.

Действие: выбрать ответ YES для слияния цепей; для отказа от слияния выбрать NO и задать другое имя новой цепи.

**75. Net hit is named <имя цепи>. Change? YES NO.**

Причина: начата прокладка нового проводника, которому присвоено имя, и он пересекается с уже существующей цепью.

Действие: 1) выбрать ответ YES для изменения имени существующей цепи на имя новой цепи; 2) выбрать ответ NO для слияния новой и старой цепи и присвоения общей цепи старого имени; 3) дважды нажать [Esc] и проложить новую цепь иначе.

**76. New command or BUT1 expected.**

Причина: введены некорректные данные или команда.

Действие: выбрать новую команду.

**77. New database size too small.** Причина: база данных создавалась на ПЭВМ с объемом оперативной памяти 640 Кбайт и не может быть загружена на портативной ПЭВМ фирмы TI с объемом памяти 512 Кбайт.

Действие: обратиться к разработчикам системы P-CAD.

**78. No attribute found.**

Причина: не найден атрибут; курсор размещен неверно или не установлен необходимый режим работы.

Действие: изменить режим (SYMB или DETL) или установить курсор точно на атрибуте.

**79. No attribute spec present.**

Причина: не задано значение атрибута.

Действие: переопределить атрибут.

**80. No component found.**

Причина: редактор не может найти компонент в месте размещения курсора или выбранный объект не является компонентом.

Действие: уточнить положение курсора; убедиться, что выбран тот

-174 ---же режим, в котором вводилось УГО.

**81. No component named <имя файла>.**

Причина: редактор не может найти файла с указанным именем.

Действие: аналогично п. 18.

**82. No critical path found.** Причина: не найдена критическая цепь.

Действие: выбрать компонент на критической цепи и повторить операцию.

**83. No database named <имя файла>.**

Причина: не найден файл с указанным именем.

Действие: задать имя файла правильно и при необходимости указать путь; проверить наличие и нахождение файла командами SYS/DOS и DIR.

**84. No gate found.**

Причина: в указанном месте не найден вывод символа при выполнении команды SWAP/GATE.

Действие: проверить размещение вывода командами REDR и ZIN и повторить операцию.

**85. No group found.**

Причина: не найдена группа компонентов.

Действие: выбрать компонент, входящий в группу, и повторить операцию.

**86. No nested PKEY commands allowed.**

Причина: аналогично п. 72.

Действие: аналогично п. 72.

**87. No net found.**

Причина: не найдена цепь.

Действие: проверить наличие и размещение цепи командами ZIN и REDR.

**88. No net is disabled.**

Причина: сделана попытка ввести имена цепей, имеющих статус DISSABLED, но таких в данное время в базе данных нет.

Действие: использовать параметр R строки состояний для просмотра всех соединений.

**89. No object found.**

Причина: не найден объект в заданном окне.

Действие: убедиться, что установлен тот же режим, в котором создан объект; уточнить положение курсора и повторить операцию..

**90. No packaging info. Cannot swap.**

Причина: компонент, выбранный для перестановки по команде—SWAP/GATE, не имеет информации об упаковке.

Действие: по команде SCMD/SPKG ввести информацию об упаковке в соответствующий файл .PRT.

**91. No parts or libraries found.**

Причина: параметр path"меню конфигурации не содержит пути в каталоги файлов конструктивов и (или) библиотек.

Действие: отредактировать меню конфигурации.

**92. No pin found.**

Причина: не найден вывод.

Действие: с помощью команд REDR и ZIN уточнить размещение вывода и повторить операцию..

**93. No segment found.**

Причина: редактор не может найти сегмент.

Действие: аналогично п. 89.

**94. No segment/vertex found.**

Причина: аналогично п. 89, но для сегмента или вершины.

Действие: аналогично п. 89.

**95. No source net.**

Причина: возникла ошибка редактора при копировании цепи.

Действие: аналогично п. 30.

**96. No symbol.**

— 176 ---, тПричина: не найден конструктив для файла, заданного в файле спе-

циальных символов.

Действие: проверить правильность имени файла специальных символов и с помощью команд SYS/DOS и DIR проверить его наличие.

**97. No trace found.**

Причина: две выбранные точки не попадают на сегмент, принадлежащий одному слою.

Действие: убедиться, что две точки описывают сегмент, принадле-жащий одному слою.

**98. No trace layers found.**

Причина: проводник вводится командами ENTR/WIRE или EDIT/WIRE и при этом не заданы пары слоев.

Действие: использовать команду SCMD/LPAR для объединения требуемых слоев в пары.

**99. No vertex found.**

Причина: в указанном месте вершина не найдена.

Действие: выбрать другую точку для вершины.



**100. No via found.**

Причина: в указанном месте нет переходного отверстия.

Действие: уточнить положение курсора и найти центр переходного отверстия.

**101. No wire to copy.**

Причина: при копировании группы объектов в окне в него включена цепь, не имеющая проводников, а только соединения; цепь не копируется.

Действие: не требуется.

**102. Not a programmable function key.**

Причина: нажатая клавиша не может быть запрограммирована по команде /PKEY.

Действие: нажмите клавишу, которую разрешается программировать.

— 177 ---,т103. **Not a programmable function key.**

Причина: при программировании функциональных клавиш нажато недопустимое их сочетание клавиш.

Действие: возможно программирование только функциональных клавиш F1...F10 и их сочетания с клавишами Shift, Ctrl или Alt; нажать разрешенную клавишу или их сочетание.

**104. Not allowed to short more than one net.**

Причина: предпринята попытка проложить проводник, пересекающий другой.

Действие: проложить новый проводник заново.

**105. Not allowed to terminate programmed key's execution.**

Причина: аналогично п. 33.

Действие: аналогично п. 33.

**106. Not enough vertices.**

Причина: сделана попытка удалить вершину полигона, содержащего только три вершины.

Действие: выбрать вершину другого полигона или другую команду.

**107. Number of programmed keys exceeds the limit (40).**

Причина: количество программируемых клавиш превысило предел 40.

Действие: уменьшить количество программируемых клавиш.

**108. Obj no implemented.**

Причина: сбой графического редактора.

Действие: аналогично п. 90.

**109. Only allowed during the macro creation.**

Причина: команду /STGL можно использовать только при создании макрофайла.

Действие: использовать команду /SGTL правильно.

**110. Other subcmd from CLYR main menu entry?**

Причина: после ввода команды CLYR с клавиатуры (аналогичные сообщения могут возникать для команд COPY, DEL и MOVE) введена субкоманда, не принадлежащая к выбранной команде.

Действие: коорректно ввести команду с клавиатуры или в командном файле.

**111. Other subcmd from COPY main menu entry?** Причина: аналогично п. 110 для команды COPY. Действие: аналогично п. 110.

**112. Other subcmd from DEL main menu entry?** Причина: аналогично п. 110 для команды DEL. Действие: аналогично п. 110.

**113. Other subcmd from MOVE main menu entry?** Причина: аналогично п. 110 для команды MOVE. Действие: аналогично п. 110.

**114. Out of polygon buffer space.**

Причина: количество вершин вводимого полигона превысило 1022.

Действие: удалить некоторые вершины или создать новый полигон.

**105. Out of range (0 to 24).**

Причина: значение типа вывода находится вне допустимого диапазона 0...63.

Действие: ввести значение в пределах 0...63.

**116. Out of range (-32000 to 32000).**

Причина: идентификатор типа компонента выходит за пределы разрешенного диапазона -32 000...+32 000.

Действие: ввести идентификатор в диапазоне -32 000...+32 000.

**117. Out of space.**

Причина: не хватает памяти для завершения работы команды.

Действие: записать базу данных командой FILE/SAVE, перезагрузить редактор и

повторить операцию.

**118. Overlapping component. OK to enter? YES NO.**

Причина: размещаемый компонент перекрывается с другим; редактор просит подтверждение на размещение.

— 179 ---, Действие: выбрать ответ YES для ввода компонента в занятую об-

ласть или NO для выбора другого места размещения.

**119. Overlapping pins. OK to enter? YES NO.**

Причина: выбранное для вывода место уже занято другим выводом.

Действие: выбрать YES для размещения вывода в занятой точке или NO для его размещения в другом месте.

**120. Packaging data mismatch, data deleted.**

Причина: при замене компонента командой /REPL новый конструктив имеет упаковочную информацию, отличающуюся от старого; старые упаковочные данные уничтожаются и удаляется информация, введенная командой SCMD/PNUM.

Действие: не требуется.

**121. Path link repeated.**

Причина: между двумя последними компонентами выбранной критической цепи уже существует связь.

Действие: выбрать другой компонент.

**122. Path too long.**

Причина: длина пути для файла превышает размер внутреннего буфера редактора.

Действие: сократить путь в меню конфигурации редактора до 39-символов.

**123. Pin connected. Can't uncommit.**

Причина: вывод уже выбран пользователем.

Действие: выбрать вывод, не высвечиваемый с удвоенной яркостью.

**124. Pin is not committed.**

Причина: предпринята попытка отсоединить от цепи неподсоединенный вывод.

Действие: не требуется.

**125. Pins not swappable.**

Причина: выбранные для перестановки выводы принадлежат разным конструктивам или имеют различный код эквивалентности.

Действие: выбрать другие выводы.

**126. Pin type=<XX> is not a valid pin type.**

Причина: сделана попытка изменить командой QRY/PIN тип вывода на несуществующий.

Действие: ввести тип вывода в пределах 1...255.

**127. Previous and new pin definitions do not match.**

Причина: конструктив, вводимый на ПП, уже существует на ней; у старых версий конструктивов другое размещение или другие номера выводов по сравнению с новой.

Действие: заменить или удалить старые конструктивы на ПП.

**128. Program error; see manual before proceeding.**

Причина: сбой данных при работе редактора.

Действие: аналогично п. 30.

**129. /PZAP command disabled during key's execution.**

Причина: аналогично п. 33.

Действие: аналогично п. 33.

**130. Ratsnest cannot be displayed.**

Причина: не хватило памяти при попытке провести электрические-связи.

Действие: выйти из редактора, запустить его вновь и повторить операцию.

**131. Ratsnet display cannot be disabled.**

Причина: предпринята попытка высветить электрическую связь (установить режим ON) в случае, когда для неё установлена опция DISABLE (погашено).

Действие: по команде /RCTL заменить для этой электрической связи опцию DISABLE на ENABLE.

**132. Replacing component has different number of pins.**

Причина: при замене конструктивов новый конструктив имеет другое количество выводов.

Действие: не требуется; команда выполнит замену, даже если число выводов не совпадает.

**133. Replacing component has different pin locations.**

Причина: аналогично п. 132.

Действие: аналогично п. 132.

**134. Replacing component pin(s) has different types.**

Причина: аналогично п. 132.

Действие: аналогично п. 132.

**135. Replacing componentt's layer table is different.**

Причина: в описании нового конструктива есть слои, которые отсутствуют в текущей базе данных.

Действие: не требуется, редактор добавит новые слои.

**136. Report file record not generated.**

Причина: результат работы команды SWAP/GATE не записан в файл сообщений .RPT из-за превышения предела на количество выводов в одном конструктиве (16) в самом файле сообщений.

Действие: переопределить упаковку конструктивов, имеющих более 16 выводов, и затем, используя обратное восстановление вручную, изменить данные в УГО для переставляемых компонентов.

**137. Same gate repeated.**

Причина: Компонент выбран дважды.

Действие: выбрать другой компонент.

**138. Security Device Not Connected.**

Причина: сбой или повреждения блока защиты.

Действие: проверить соединения и отремонтировать оборудование (при повторном сбое нажать любую клавишу для записи базы данных в файл .SBU).

**139. Security Device Port Failure.**

Причина: сбой блока защиты, не установлен порт его подключения.

– 182 ---, тДействие: отремонтировать блок или  
проверить назначение порта в

меню конфигурации.

**140. Single component instance cannot be replaced.**

Причина: предпринята попытка заменить конструктив одного типа конструктивом другого типа, но с таким же именем файла, что недопустимо.

Действие: переименовать замещающий конструктив.

**141. Space character not allowed in name.**

Причина: при вводе имени нельзя использовать пробел.

Действие: ввести имя корректно.

**142. SPKG: Available only in SYMB mode.**

Причина: команда SCMD/SPKG введена в режиме DETL, что недопустимо.

Действие: ввести данные правильно.

**143. Shorting more than one net.**

Причина: попытка скопировать проводник на выводы, которые подключены более, чем к одной цепи с разными именами.

Действие: отсоединить выводы перед копированием или ввести требуемый проводник командой ENTR/WIRE.

**144. Swap report file exists. Append? YES NO.**

Причина: для текущей базы данных уже существует файл сообщений о перестановках; редактор предлагает добавить запись в существующий файл.

Действие: выбрать ответ YES для добавления записи в существующий файл или NO для создания нового файла сообщений о перестановках.

**145. Symbol has not picture data.**

Причина: конструктив, указанный в файле специальных символов, не имеет графических данных, созданных в режиме SYMB.

Действие: отредактировать графические данные, введя их в режиме—SYMB, и повторно выполнить команду SCMD/GSSF.

– 183 ---, т146. **Symbol origin not defined.**

Причина: конструктив, указанный  
в файле специальных символов,  
не имеет точки привязки.

Действие: ввести точку привязки командой ENTR/ORG в режиме SYMB.

**147. Syntax error: <C>.**

Причина: имя шины введено с

ошибкой. Действие: ввести имя шины правильно.

**148. System error; see manual before proceeding.**

Причина: сбой редактора.

Действие: см. п. 30.

**149. The two pins are not swappable.**

Причина: второй вывод, выбранный для перестановки командой SWAP/PIN, не входит в тот же конструктив, что и первый вывод, или второй вывод не подлежит перестановке.

Действие: проверить коды логической эквивалентности этих выводов с помощью команды SCMD/SPAT и повторить операцию.

**150. This layer cannot be mapped.**

Причина: выбранный слой уже объединен в пару с другим.

Действие: выбрать другой слой.

**151. Too many pins for component.**

Причина: введено более 255 выводов для компонента или заданы упаковочные данные в режиме SYMB на более, чем 255 выводов.

Действие: уменьшить число выводов.

**152. Too many vertices, point ignored. (With LIM the maximum number of vertices per polygon is 1022; without LIM the maximum number is 128.)**

Причина: превышено допустимое количество вершин полигона.

Действие: удалить некоторые вершины полигона или разделить его на две части.

**153. Trace collapsed.**

— 184 ---, Причина: нет свободного места для копирования трассы с сохране-

нием формы.

Действие: освободить место на ПП или перейти к другой команде.

**154. Unable to execute programmed key.**

Причина: сбой редактора, возможна нехватка памяти.

Действие: перезагрузить редактор и повторить операцию.

**155. Unable to save programmed keys.**

Причина: внутренняя ошибка в определениях перепрограммируемых клавиш или нехватка места на диске.

Действие: освободить место на диске и повторить операцию.

**156. Unexpected termination.**

Причина: преждевременно прервалось выполнение макрофайла с параметрами, записанными командой /STGL.

Действие: отредактировать операнды в макрофайле.

**157. Unnamed comp; report file record not generated.**

Причина: конструктив, в котором переставляются секции, не имеет имени.

Действие: по команде NAME/COMP присвоить ему имя и повторить команду SWAP.

**158. Unrecognized CMPO operand.**

Причина: операнд CMPO должен иметь значение 0, 1, 2 или 3; см. описание команды /STGL.

Действие: отредактировать макрофайл и повторить операцию.

**159. Unrecognized <имя клавиши>.**

Причина: не идентифицировано определение указанной функциональной клавиши.

Действие: отредактировать текстовый файл определений функциональных клавиш.

**160. Unrecognized TXH operand.**

Причина: операнд TXH может иметь значение C, L или R, см. описание команды /STGL.

Действие: аналогично п. 158.

**161. Unrecognized TXO operand.**

Причина: операнд TXO может иметь значение 0, 1, 2 или 3; см. описание команды /STGL.

Действие: аналогично п. 158.

**162. Valid point or new command expected.**

Причина: введены неверные данные или точка выбрана неверно.

Действие: ввести точку или выбрать новую команду.

**163. Value part expected.**

Причина: для заданных входных данных не найдено значение атрибута.

Действие: переопределить атрибут с помощью команды ATTR/ACOM.

**164. Virtual address>32K. SAVE DB.**

Причина: превышено допустимое количество элементов изображения.

Действие: записать изображение в базу данных и продолжить ввод информации на другой странице.

**165. Void hits poly at only 1 point.**

Причина: многоугольная пустота касается своей вершиной контура полигона.

Действие: изменить очертание полигона или пустоты.

**166. Voids outside og polygon.**

Причина: сделана попытка отредактировать пустоту так, чтобы она оказывалась за пределами полигона.

Действие: отредактировать пустоту правильно.

**167. Voids touch each other.**

Причина: сделана попытка отредактировать пустоту так, чтобы она перекрывалась с другой пустотой.

Действие: аналогично п. 166.

**168. Warning, some net layers are off.**

— 186 ---, Причина: сделана попытка удалить цепь, имеющую сегменты проводника, введенные в слое, статус которого в данный момент имеет значение OFF (команда DEL/WIN).

Действие: активизировать нужные слои командой VLYR и повторить команду DEL/WIN.

**169. = expected.**

Причина: ключевое слово атрибута имеет пробел перед знаком =. Действие: отредактировать атрибут, убрав пробел.

— 187 —

#### 4. ПОДГОТОВКА К АВТОМАТИЧЕСКОМУ РАЗМЕЩЕНИЮ КОМПОНЕНТОВ И ТРАССИРОВКЕ СОЕДИНЕНИЙ

##### 4.1. Последовательность операций

Проектирование ПП в интерактивном режиме начинается после выполнения следующих подготовительных операции (см. рис. 1.1):

1) создания принципиальной электрической схемы устройства с помощью программы PC-CAPS;

2) составления файла списка электрических связей с расширениями .NLT и .XNL с помощью программ PC-NODES и PC-LINK;

3) создания текстового файла перекрестных ссылок с расширением .FIL и преобразование его в двоичную форму с помощью программы PREPACK (создается файл .LIV);

4) составления чертежа контура ПП с помощью программы PC-CARDS (создается файл .PCB);

5) составления базы данных ПП в файле с расширением .PKG на основе информации, содержащейся в файлах .NLT или .XNL, .LIV и .PCB с помощью программы PC-PACK.

Файл базы данных ПП .PKG служит входным файлом для интерактивной программы размещения компонентов на ПП PC-PLACE, а при размещении компонентов в ручном режиме с помощью программы PC-CARDS — для программы автоматической трассировки PC-ROUTE.

Альтернативный вариант создания файла базы данных ПП .PKG — описание ПП в текстовом файле .ALT, что редко используется (см. рис. 1.1 и Приложение 5).

Опишем последовательно подготовительные операции 2, 3 и 5, предполагая, что читатель умеет создавать чертежи принципиальных электрических схем (гл. 2) и чертежи контура ПП (разд. 3.5).

## 4.2. Создание файла электрических связей (PC-NODES)

Файлы списков электрических связей проектируемой ПП составляются с помощью программы PC-NODES на основе обработки файлов принципиальных электрических схем .SCH, составленных программой PC-CAPS. Выходной файл списка связей имеет в этом случае расширение .NLT и используется как входной файл программы PC-LINK, объединяющей списки связей отдельных фрагментов схемы в единый список, заносимый в файл с расширением .XNL (программа PC-LINK используется только при обработке многостраничных или иерархических схем). Файлы с расширением .NLT или .XNL служат входными файлами программ PC-PACK, PC-ERC, PC-NLC, PC-FORM, PRESIM. Кроме того, список электрических связей можно извлечь из файла базы данных ПП .PCB, создаваемого программой PC-CARDS (электрические связи должны быть указаны по команде ENTR/RATN). Выходной файл списка связей имеет в этом случае другое расширение .PNL и используется как входной файл программ PC-PACK, PC-NLC, PC-FORM (рис. 7.1).

Программа PC-NODES имеет три режима работы: интерактивный, командной строки и пакетный.

В *интерактивном режиме* программа PC-NODES вызывается с помощью управляющей оболочки Shell (режим Design Entry Subsystem/Netlist Extraction) или непосредственно командой

```
>pcnodes
```

без параметров.

*Режим командной строки* позволяет при запуске этой программы указать имена входного и выходного файлов по формату

```
>pcnodes <имя входного файла>[.SCH] [<имя выходного файла>]
```

Если расширение имени входного файла не указано, то по умолчанию оно принимается .SCH и выходному файлу присваивается то же имя с расширением .NLT. Поэтому при извлечении списка связей из файла базы данных ПП следует в явном виде указать расширение имени входного файла .PCB, тогда выходной файл по умолчанию получит то же имя и расширение .PNL.

Приведем примеры вызова программы PC-NODES:

```
>pcnodes add
```

```
>pcnodes add.pcb
```

```
>pcnodes add.pcb add
```

```
>pcnodes add.pcb add.pnl
```

После ввода командной строки утилита PC-NODES выполняется автоматически без вывода на экран меню программы.

В *пакетном режиме* пользователь создает командный файл с расширением .BAT, который содержит указанные выше командные строки, и вызывает его средствами DOS [12].

После **вызова программы PC-NODES в интерактивном режиме** на экране появляется *меню программы*:

```
Database Filename: <имя входного файла>[.SCH]
```

```
Net-List Filename: [<имя выходного файла>]
```

Выходной файл записан в двоичном коде, поэтому его обычно называют двоичным файлом (средствами DOS его прочесть нельзя).

Для простых схем, располагаемых на одной странице и не имеющих иерархической структуры, файл списка соединений с расширением .NLT служит входным файлом для программы составления базы данных ПП PC-PACK. Этим же целям служит файл с расширением .PNL.

Во время работы программы PC-NODES возможны следующие **сообщения об ошибках**:

1. Bad packaging data assigned to the <имя SYM-файла> symbol.

*Причина*: неверна информация о размещении номера вывода указанного компонента.

*Действия*: удалить УГО этого типа из схемы, переопределить всю информацию о выводах данного компонента в программе PC-CAPS по команде SCMD/PNLC и вновь разместить на схеме исправленное УГО.

2. Disk is full.

*Причина*: на диске не хватает места для записи выходного файла.

*Действия*: удалить ненужные файлы и запустить программу PC-NODES повторно.

3. Failed loading <имя файла>.

*Причина:* на диске не хватает места для загрузки указанного файла.

*Действия:* аналогично п. 2.

4. <имя файла> format is incompatible.

*Причина:* файл, указанный в качестве входного, не является файлом базы данных системы P-CAD, т.е. создан не программами PC-CAPS или PC-CARDS.

*Действия:* убедиться в правильности задания имени файла и в том, что указанный файл создан программами PC-CAPS или PC-CARDS.

5. <имя файла> is empty database.

*Причина:* в файле отсутствуют какие-либо компоненты или цепи.

*Действия:* убедиться в правильности задания имени файла.

6. <имя файла> not found.

*Причина:* программа PC-NODES не нашла указанного файла.

*Действия:* правильно указать полное имя файла.

7. Not enough memory space or ... CONFIG.SYS does not have FILES=15.

*Причина:* не хватает оперативной памяти для работы программы или в файле CONFIG.SYS указано количество файлов, меньше 15.

*Действия:* убедиться, что файл CONFIG.SYS размещен в корневом каталоге и что параметр количества файлов указан в виде FILES=15. Если файл CONFIG.SYS корректен, то надо убедиться, что объем ОЗУ не менее 640 Кбайт и память не занята резидентными программами.

8. WARNING! <имя файла> has not net!

*Причина:* в указанном файле нет ни одной цепи или вывода.

*Действия:* убедиться в правильности задания имени файла и корректности описания схемы.

#### 4.3. Объединение файлов электрических связей (PC-LINK)

Файл общего списка соединений многостраничных и иерархических принципиальных электрических схем составляется с помощью программы PC-LINK, которая объединяет списки соединений отдельных страниц и иерархических компонентов.

*Многостраничные* схемы должны иметь атрибуты SHEET=<номер страницы> (разд. 2.4). Эти атрибуты используются программой PC-NODES для присвоения имен компонентам и цепям, которым они не были присвоены программой PC-CAPS (разд. 2.4). Цепи, имеющие на разных страницах одинаковые имена, соединяются. Сначала с помощью программы PC-NODES составляются файлы списка соединений каждой страницы, имеющие расширение .NLT, после чего с помощью программы PC-LINK составляется файл списка соединений всей схемы, имеющий расширение .XNL.

Файл списка соединений схем с иерархической структурой составляется в следующей последовательности. Сначала через программу PC-NODES пропускают файл основной схемы (верхнего уровня иерархии) с расширением .SCH и затем все файлы с расширением .SYM, содержащие УГО и схемы отдельных модулей. Затем файл основной схемы с расширением .NLT следует указать в качестве входного файла программы PC-LINK, которая для каждого компонента, имеющего код идентификации типа ID=256, автоматически подключает файл его списка соединений к общему списку.

Файл списка соединений схемы, содержащей *многостраничные иерархические структуры*, составляется несколько сложнее:

1) сначала с помощью программы PC-NODES составляют файлы списка соединений отдельных страниц иерархической структуры (макромодели), которые затем объединяются с помощью программы PC-LINK в общий список соединений; при этом в списке объединяемых файлов первым указывается имя файла страницы, на которой помещено УГО макромодели;

2) расширение имени файла .XNL, созданного в п. 1 программой PC-LINK, вручную средствами DOS заменяется на .NLT;

3) снова используется программа PC-LINK для объединения файлов списка соединений разных уровней иерархии схемы в единый список соединений.

Программа PC-LINK **в интерактивном режиме** вызывается с помощью управляющей оболочки Shell (режим Design Entry Subsystem/Netlist Linkage) или непосредственно командой

```
>prclink
```

После этого на экране появляется начальное меню программы. Приведем пример

заполнения этого меню при объединении файлов списков соединений многостраничной схемы TEST1.NLT, TEST2.NLT и TEST3.NLT в общий файл с именем TEST.XNL:

```
Net-List Suffix:      .NLT
Work Directory:      Current
Library Pathname:    Current
Net-List Pathname:   TEST1+TEST2+
Net-List Pathname:   TEST3
Expanded Net-List:   TEST.XNL
```

Enter the filename; Press [Return] to accept; [Esc] to exit

На первой строке меню Net-List Suffix указывается расширение имени объединяемых файлов списков соединений (по умолчанию принимается .NLT). На строке Work Directory указываются пути доступа в рабочие каталоги, где находятся файлы списков связей отдельных страниц. На строке Library Pathname — путь доступа в каталог, где находятся списки связей макромоделей иерархических компонентов. На последующих строках Net-List Pathname указываются имена всех файлов, содержащих объединяемые списки соединений отдельных страниц (для иерархической схемы указывается имя файла верхнего уровня иерархии). Имена файлов разделяются знаком "+"; при переносе списка файлов на следующую строку знак "+" ставится в конце предыдущей строки. На строке Expanded Net-List указывается имя объединенного файла списка соединений схемы в целом (по умолчанию принимается расширение .XNL).

*Примечание:* перечень имен объединяемых файлов, разделенных знаком "+", можно записать в виде текстового файла и в ответ на запрос Netlist filename ввести символ @ и сразу за ним имя этого файла, например @NETLIST.LST.

В пакетном режиме программа PC-LINK работает под управлением файла с расширением .BCF, который содержит несколько строк, последовательно обрабатываемых без вмешательства пользователя. Управляющий BCF-файл составляется с помощью любого текстового редактора. Он содержит ту же информацию, что вводится в интерактивном режиме, которая записывается по формату:

```
SUFFIX <расширение имен входных файлов>
DIR <путь в рабочий каталог>
PATH <путь доступа к файлам иерархических компонентов>
NAME <имя выходного файла>
LINK <список имен входных файлов>
```

Здесь SUFFIX, DIR, PATH, NAME и LINK — ключевые слова. Каждое ключевое слово сопровождается параметром, отделенным от него по крайней мере одним пробелом. Ключевое слово LINK должно присутствовать обязательно и должно быть последним в группе. Остальные ключевые слова необязательны и следуют в произвольном порядке. Если ключевое слово SUFFIX не задано, то по умолчанию принимается расширение .NLT входных файлов списков связей до тех пор, пока не встретится это ключевое слово с новым расширением. Если не задано ключевое слово DIR, то входные файлы берутся из текущего каталога до тех пор, пока не встретится это ключевое слово с именем другого каталога. Ключевое слово PATH содержит имена сопутствующих каталогов, из которых берутся файлы списков соединений иерархических компонентов; имена этих каталогов разделяются знаком "+" (по умолчанию эти файлы берутся из текущего каталога). Ключевое слово NAME задает имя выходного файла объединенного списка связей; по умолчанию ему присваивается имя первого входного файла и расширение .XNL. Ключевое слово LINK задает имена входных файлов. Для иерархической структуры указывается только имя файла, содержащего описание верхнего уровня. Для многостраничных схем указываются имена файлов списков связей всех отдельных страниц, разделяемые знаком "+" (если эти файлы размещены не в текущем каталоге, нужно указать их полные имена, включая имена дисков).

Информация для одного ключевого слова занимает одну или более строк, длина строки — 80 символов. В любом месте управляющего файла можно вставлять строки комментариев, начинающиеся с символа "%".

Приведем **пример** управляющего файла, с помощью которого составлены объединенные списки связей двух проектов:

```
%Проект 1. Описания иерархических компонентов размещены в текущем %каталоге
или в каталогах \PCAD\TEST или \PCAD\LIB, %имя входного файла TESTFILE.NLT,
выходного —TESTFILE.XNL.
PATH \PCAD\TEST + \PCAD\NEWLIB
```



LINK TESTBILE.NLT

%Проект 2. Объединение файлов списков соединений трех страниц в %файл AMPL.XNL. Входные файлы AMPL1.NLT, AMPL2.NLT и AMPL3.NLT %размещены в текущем каталоге или в каталоге \PCAD\TEST.

DIR \PCAD\TEST

NAME AMPL.XNL

LINK AMPL1 + AMPL2 + AMPL3

Для запуска программы PC-LINK в пакетном режиме вводится командная строка >rclink <имя управляющего файла>[.BCF]

Если в процессе работы выявлены ошибки, они записываются в файл PCLINK.LOG, как и в интерактивном режиме.

Во время работы программы PC-LINK возможны следующие **сообщения об ошибках**:

1. Failed expanding and linking makros.

*Причина*: программа PC-LINK не может сформировать объединенный список связей из-за ошибок в описании иерархических компонентов.

*Действия*: исправить ошибки.

2. Failed expanding <имя файла>.

*Причина*: программа не может развернуть описание указанного иерархического компонента из-за ошибок, указанных ранее в файле PCLINK.LOG.

*Действия*: убедиться, что описания всех иерархических компонентов обработаны программой PC-NODES, и что все запрошенные входные файлы существуют и размещены в указанном каталоге.

3. Failed in loading <имя файла>.

*Причина*: на диске не хватает места для загрузки указанного файла.

*Действия*: аналогично п. 2.

4. Failed to link definition of <имя файла>.

*Причина*: невозможно подсоединить список соединений из указанного файла.

*Действия*: обработать файл программой PC-NODES и запустить PC-LINK повторно.

5. Failed to link nodes of <имя файла>.

*Причина*: невозможно подключить информацию об узлах из указанного файла.

*Действия*: аналогично п. 4.

6. Failed to link sheets of netlist.

*Причина*: невозможно "сшить" описания страниц из-за выявленных ранее ошибок.

*Действия*: исправить указанные ранее ошибки.

7. Failed to save expanded netlist.

*Причина*: невозможно записать на диск выходной файл из-за отсутствия свободного места.

*Действия*: удалить ненужные файлы и повторно запустить программу.

8. Failure in heap allocation.

*Причина*: ОЗУ имеет объем менее 640 К.

*Действия*: убедиться, что ОЗУ имеет объем не менее 640 К.

9. Fatal error in loading macro <имя файла>. *Причина*: в указанном файле испорчены данные. *Действия*: убедиться, что в схеме нет ошибок и затем повторно пропустить исходные данные через программы PC-NODES и PC-LINK.

10. <имя файла> does not have any components.

*Причина*: в указанном файле нет компонентов.

*Действия*: убедиться, что в указанном файле описание схемы сформировано правильно и содержит необходимую информацию, после чего повторно запустить программу PC-LINK.

11. <имя файла> format is incompatible.

*Причина*: указанный файл не имеет двоичный формат.

*Действия*: убедиться, что указанный входной файл создан программой PC-NODES.

12. <имя файла> not found.

*Причина*: программа PC-LINK не нашла указанного файла.

*Действия*: правильно указать полное имя файла.

13. Keyword: SUFFIX, DIR, PATH, NAME or LINK expected.

*Причина*: неверно создан управляющий файл.

*Действия*: сформировать управляющий файл для пакетной обработки корректно.

14. Macro <имя файла> does not have pins.

*Причина*: в указанном файле макромодель не имеет выводов.

*Действия:* с помощью программы PC-CAPS создать выводы макромодели в режиме SYMB, внести в схему исправленные УГО макромодели и повторно запустить программы PC-NODES и PC-LINK.

15. Netlist in <имя файла> is not compatible.

*Причина:* указанный файл не содержит взаимно соединенных цепей.

*Действия:* убедиться, что указанный файл действительно должен быть "сшит" с остальной схемой и с помощью программы PC-CAPS нанести на схему необходимые имена цепей, затем повторно запустить программы PC-NODES и PC-LINK.

16. Not enough disk space.

*Причина:* для работы программы не хватает места на диске.

*Действия:* удалить ненужные файлы и запустить программу повторно.

17. Not enough memory space or ... CONFIG.SYS does not have FILES=15.

*Причина:* не хватает оперативной памяти для работы программы или в файле CONFIG.SYS указано количество файлов, меньше 15.

*Действия:* убедиться, что доступны 640 Кбайт оперативной памяти; если необходимо, исправить параметр FILE в файле CONFIG.SYS.

#### 4.4. Создание файла перекрестных ссылок

Программа PC-PACK составляет базу данных ПП, необходимую для выполнения операций автоматического размещения компонентов на ПП и (или) автоматической трассировки соединений. Эта база данных составляется на основе следующей информации:

1) данных о принципиальной электрической схеме в виде двоичного файла списка соединений с расширением .NLT или .XNL;

2) файла перекрестных ссылок, который ставит в соответствие УГО каждого компонента принципиальной схемы .SYM его конструктив .PRT. Файл перекрестных ссылок составляет пользователь в виде текстового файла с расширением .FIL, который программа PREPACK преобразует в двоичный файл с расширением .LIB. Файл перекрестных ссылок не требуется, если файлы с расширениями .SYM и .PRT имеют одинаковые имена и в SYM-файлах указаны атрибуты PRT и PWGD. Например, если для ИС 133ЛА3 имеется файл символа 133ЛА3.SYM и файл конструктива 133ЛА3.PRT в том же каталоге.

**Файл перекрестных ссылок .FIL** состоит из совокупности строк, количество которых равно количеству разнотипных компонентов. Строки имеют следующий формат:  
Ngates Part\_type Part\_name Pin/net\_list Symbol\_name

Здесь Ngates – количество секций в компоненте; Part\_type – тип конструктива (эта информация играет роль комментария и вводится в произвольном виде); Part\_name – полное имя файла конструктива компонента, включающее при необходимости имя диска и каталога (по умолчанию устанавливается расширение .PRT); Pin/net\_list – список выводов подключения источников питания и "земли" по формату

(<имя вывода>=<имя цепи> <имя вывода>=<имя цепи> ...)

Symbol\_name – имя файла УГО символа принципиальной схемы с указанием расширения .SYM без указания имени диска и каталога. Пустые строки игнорируются, комментарии вводятся после символа % в любом месте файла (текст комментария от знака % до конца строки программой игнорируется).

С помощью этой информации программа PC-PACK заменит в базе данных проекта УГО компонентов их конструктивами. Здесь возможны пять вариантов.

В первом самом простом варианте имя файла УГО совпадает с именем файла соответствующего конструктива, например, 1531ЛА3.SYM и 1531ЛА3.PRT. Информация о таких компонентах не помещается в файл перекрестных ссылок. Если все входящие в принципиальную схему УГО имеют парные конструктивы и файлы УГО имеют атрибуты PRT и PWGD, файл перекрестных ссылок вообще не требуется.

Во втором варианте каждому УГО соответствует отдельный конструктив, но их имена не совпадают. Например, УГО имеет имя K155ЛА3.SYM, а конструктив –7400.PRT. В таком случае в файле перекрестных ссылок должна быть помещена строка

4 K155ЛА3 7400.PRT K155ЛА3.SYM

По третьему варианту принципиальная электрическая схема составляется из

компонентов, данные о которых будут позднее уточняться. Например, в схеме имеются резисторы, тип которых и допустимая рассеиваемая мощность еще не известны. При работе с большими базами данных имеет смысл создать несколько файлов перекрестных ссылок, разбив их, например, по сериям или типам компонентов. Программе PC-PACK можно задать несколько файлов перекрестных ссылок, из которых она извлечет информацию о компонентах, имеющихся в конкретной базе данных ПП. В результате может быть обнаружено несколько строк из разных файлов перекрестных ссылок, в которых ссылаются на один и тот же файл УГО резистора:

```
1 MLT0125 MLT0125.PRT RES.SYM
1 MLT025 MLT025.PRT RES.SYM
1 MLT05 MLT05.PRT RES.SYM
```

В связи с тем, что одному и тому же УГО не могут соответствовать разные конструктивы, пользователь обязан вручную стереть лишние строки и оставить только одно соответствие.

Четвертый вариант отличается от третьего тем, что в схеме используются компоненты нескольких типов, например имеются резисторы МЛТ-0,125 и МЛТ-0,5. Тогда нужно сделать файлы УГО различными. Например, скопировать файл RES.SYM в файл RES5.SYM и при создании чертежа схемы вызывать файл RES.SYM, когда предполагается включить в схему резистор МЛТ-0,125, и файл RES5.SYM при включении резистора МЛТ-0,5. Тогда в файле перекрестных ссылок должны быть строки:

```
1 MLT0125 MLT0125.PRT RES.SYM
1 MLT05 MLT05.PRT RES5.SYM
```

Пятый вариант относится к работе с неоднородными компонентами, когда одному конструктиву соответствует несколько УГО секций разного типа, например, ИС 134ЛБ2 (рис. 2.5) описывается на двух строках файла перекрестных ссылок:

```
1 NO 134ЛБ2.PRT 134ЛБ2х.SYM %Инвертор
2 AND 134ЛБ2.PRT 134ЛБ2у.SYM %Схема 4И
```

Кроме того, в начале файла перекрестных ссылок после префикса \$ включаются три необязательные команды LIBRARY, PATH и PREFIX.

1. Команда LIBRARY задает путь доступа к библиотечным файлам конструктивов по формату:

```
$ LIBRARY
[ <пути доступа к библиотечным файлам .PLB, не более 10 строк>
]
```

2. Команда PATH задает пути доступа к отдельным файлам конструктивов:

```
$ PATH
[ <пути доступа к отдельным файлам .PRT, не более 10 строк>
]
```

При наличии команды LIBRARY или PATH в поле Part\_name файла перекрестных ссылок указываются имена файлов конструктивов без указания пути.

3. Команда PREFIX задает соответствие между кодами идентификации ID конструктивов компонентов и префиксами их позиционных обозначений:

```
$ PREFIX
[ <код ID>=<префикс> <начальное значение кода ID>:<конечное значение кода ID>=<префикс> . . .
]
```

Количество строк не ограничено. По умолчанию префиксы позиционных обозначений компонентов принимают значения, указанные в разд.

3.3, что не всегда соответствует ГОСТу (так ИС, имеющим код ID=10000...10999, по умолчанию присваивается префикс позиционного обозначения U). Указанные по команде PREFIX префиксы позиционных обозначений присваиваются только тем компонентам, которым не присвоено позиционное обозначение по команде SCMD/PNUM графического редактора PC-CAPS.

*Замечания.* 1. При включении в SYM-файле УГО атрибута PWGD=(<имя вывода>=<имя цепи>, ...) (см. разд. 2.3) информация о соединениях, содержащаяся в файле перекрестных ссылок, во внимание не принимается.

2. При включении в SYM-файле УГО компонента атрибута PRT=<имя конструктива>, например PRT=R0125.PRT, информация о соответствии файлов .SYM и .PRT в файл перекрестных ссылок не заносится. Если эта информация все же включена в файл перекрестных ссылок и она противоречит данным, указанным в атрибуте PRT, то

система P-CAD проигнорирует информацию, содержащуюся в файле перекрестных ссылок.

3. Объединение файлов перекрестных ссылок осуществляется средствами DOS, например, командой

```
>copy ttl.fil + smos.fil
```

Объединенный файл при необходимости редактируется.

Приведем **пример** файла перекрестных ссылок:

```
1 NPN \PCAD\PRT\KT315A.PRT NPN.SYM
6 564 \PCAD\PRT\564RU5.PRT (8=6, 16=a) 564RU5.SYM
1 8080 \PCAD\PRT\EMD1102 (11=-5V, 28=+12V) 8080.SYM
```

Программа PREPACK в **интерактивном режиме** вызывается командой

```
>prepack
```

после чего в ответ на запросы

```
Cross_Reference Filename: <Filename>.FIL
```

```
Part_Reference Filename: <Filename>.LIB
```

следует ввести имя файла перекрестных ссылок (можно без расширения .FIL) и имя выходного двоичного файла, которому по умолчанию присваивается то же имя с расширением .LIB. При обнаружении ошибок во входном файле сведения о них помещаются в текстовый файл PREPACK.ERR. Выход из программы осуществляется нажатием клавиши [Esc].

Кроме того, программу PREPACK можно вызвать с помощью **командной строки**, указывая в ней имена файлов по формату >prepack <имя входного файла>.FIL [<имя выходного файла>.LIB]

Подсказка о формате командной строки выводится по команде

```
>prepack -h
```

Выходной бинарный файл перекрестных ссылок с расширением .LIB служит входным файлом программы PC-PACK.

Если в процессе работы программа PREPACK выявила ошибки в файле перекрестных ссылок в интерактивном режиме или режиме командной строки, на экран выводится сообщение

```
Errors detected. Check PREPACK.ERR file.
```

Сообщения об ошибках заносятся в файл PREPACK.ERR. Каждое сообщение содержит номер строки входного файла, в которой сделана ошибка, и ее содержание, в которой сделана отметка в месте ошибки. Приведем **перечень ошибок** программы PREPACK:

1. Invalid number of gate expected. Skipped to next line.

*Причина:* количество вентилях обозначено нецифровым символом; программа переходит к следующей строке.

2. "="Equal sign expected. Source skipped to:

*Причина:* пропущен знак равенства; программа переходит к концу модуля.

3. Valid part number expected. Skipped to next line.

*Причина:* использован неверный символ (например, не алфавитно-цифровой) для обозначения имени компонента.

4. "="Equal sign expected. Source skipped to %.

*Причина:* пропущен знак равенства, программа переходит к следующей строке.

5. Overlaps prefixes in line:<n>. Overlaps previous specification.

*Причина:* компонентам двух видов назначен один и тот же тип.

6. Prefix already specified. Source skipped to:

*Причина:* дважды задано одно и то же ключевое слово и определение префиксов.

7. ")"Rigth paranthesis or valid alphanumeric pin number expected. Source skipped to:

*Причина:* список выводов/цепей ограничен справа квадратной скобкой вместо круглой, программа переходит к следующей строке.

8. ")"Rigth paranthesis, string ot alphanumeric expected.

Source skipped to:

*Причина:* в предыдущей строке пропущена правая круглая скобка, ограничивающая список выводов/цепей, однако программа не могла выявить эту ошибку до тех пор, пока не встретилась левая круглая скобка; программа переходит к следующей правой скобке.

9. Maximum of 10 paths has benn exeeded.

*Причина:* в секции PATH задано более 10 путей.

10. Valid 1 to 3 character prefix expected.

*Причина:* введен неверный префикс, который может имет от 1 до 3 алфавитных символа.

11. Valid name or number expected. Source skipped to:

*Причина:* обнаружены две запятые подряд, открывающая и сразу закрывающая скобки, за открывающей скобкой сразу следует запятая или за запятой сразу следует закрывающая скобка.

Выявленные ошибки в указанных строках файла перекрестных ссылок исправляются и программа PREPACK запускается вновь.

#### 4.5. Создание файла упакованной базы данных печатной платы (PC-PACK)

Программа PC-PACK создает файл упакованной базы данных ПП на основе информации, содержащейся в следующих входных файлах (рис.

1.1):

- 1) файл списка электрических связей .NLT или .XNL;
- 2) скомпилированный файл перекрестных ссылок .LIB;
- 3) файл конструктива ПП с предварительно размещенными компонентами (с помощью программы PC-CARDS), часть которых зафиксирована (в программе PC-PLACE);
- 4) файлы конструктивов .PRT (могут храниться отдельно или в библиотечных файлах .PLB), на которые есть ссылки в файле перекрестных ссылок.

Программа PC-PACK создает четыре выходных файла, которые служат входными файлами других программ:

- 1) файл упакованной базы данных ПП .PKG, редактируемый с помощью программ PC-CARDS или PC-PLACE;
- 2) файл списка соединений ПП .PNL, преобразуемый программой PC-FORM в текстовый формат (аналогичен файлу списка связей, создаваемому программой PC-NODES из упакованной базы данных ПП);
- 3) командный файл упакованной базы данных ПП .CMD служит входным файлом для программ PC-BACK (совместно с файлом перестановок .RPT) или PC-CAPS (для внесения в принципиальную схему позиционных обозначений компонентов и номеров их выводов, выполненных программой PC-PACK);
- 4) аннотированный список связей .BNL, служащий входным файлом для программы PC-FORM или программ интерфейса с другими пакетами САПР.

Кроме того, создается текстовый файл сообщений об ошибках PCPACK.ERR.

В **интерактивном режиме** программа PC-PACK вызывается командой  
>rpack

и на экране появляется ее меню:

```
Options
  Extract Cross-Reference      (выделение FIL-файла)
  >> Package PCB                << (упаковка базы данных)
  Exit PC-PACK                 (выход из программы)
```

Press: [SPACE] for next option; [RETURN] to accept.

В режиме *Cross-Reference* выполняется операция, обратная той, которую выполняет программа PREPACK, т.е. по скомпилированному файлу перекрестных ссылок .LIB восстанавливается исходный текстовый файл .FIL. Это может понадобиться в случае утери файла .FIL и необходимости внесения в него изменений. Кроме того, можно задать имена нескольких входных FIL-файлов или LIB-файлов, из которых программа выберет перекрестные ссылки компонентов, входящих в файл электрических связей рассматриваемой базы данных ПП. Имена входных файлов .NLT (или .XNL), .FIL и .LIB, а также выходного файла .FIL указываются с помощью меню:

```
Extract Cross-Reference
Schematic Netlist           : <имя файла>[.NLT]
Part/Cross-Reference Filename : <имя файла>[.FIL и .LIB]
Extracted cross-reference   : <имя файла>[.FIL]
Enter the input filename; Press [RETURN] or [ESC] to exit.
```

На строке Schematic Netlist указывается имя файла электрических связей, для которого по умолчанию принимается расширение .NLT. После этого по запросу Part/

Cross-Reference Filename вводятся имена файлов перекрестных ссылок: текстового с расширением .FIL и (или) откомпилированного .LIB. Всего можно указать до 5 имен файлов. Имя каждого файла вводится на отдельной строке; каждая строка, кроме последней, заканчивается знаком "+". В заключение программа запрашивает имя выходного отредактированного FIL-файла перекрестных ссылок. По умолчанию выходному файлу присваивается имя входного файла электрических связей с расширением .FIL. Если это имя используется в качестве имени входного FIL-файла, выходной файлу присваивается имя EXTRACT<n>.FIL, где номер n принимает значения 1...5.

Файл упакованной базы данных ПП и другие выходные файлы создаются в режиме PCB", имеющем следующее меню:

```
Package PCB
Schematic Netlist      : <имя файла>[.NLT]
Part/Cross-Reference   : <имя файла>[.FIL] или [Esc]
Compiled Part-Reference : <имя файла>[.LIB]
Part Library Path      : <As_in_Reference_File>/
                       <Current directory>
Input PCB file         : <имя файла>[.PCB]
Packaged PCB file      : <имя файла>[.PKG]
Packaged Netlist       : <имя файла>[.PNL]
Packaging Command File : <имя файла>[.CMD]
Annotated Netlist      : <имя файла>[.BNL]
PCB Attributes         : <None>
```

Enter the keyword(s) or @filename; Press [Return] to accept; [Esc] to skip.

Здесь вводятся имена следующих входных и выходных файлов.

Schematic Netlist –файл списка соединений ПП с расширением .NLT (по умолчанию) или .XNL (для многостраничных или иерархических структур);

Part/Cross-Reference –файл перекрестных ссылок с расширением .FIL (устанавливается по умолчанию) или с расширением .LIB; если пользователь не хочет его использовать –нажать клавишу [Esc];

Compiled Part-Reference –компилированный файл перекрестных ссылок .LIB (запрашивается в том случае, если пользователь указал выше имя FIL-файла; компилированному файлу программа PC-PACK по умолчанию присвоит имя FIL-файла с расширением .LIB);

Part Library Path –имена каталогов, соединяемых знаком "+", в которых находятся файлы конструктивов .PRT; по умолчанию устанавливаются имена каталогов, указанных в файле перекрестных ссылок –<As\_in\_Reference\_File>, если он задан, или текущий каталог;

Input PCB file –имя файла конструктива ПП .PCB или другого файла базы данных ПП с предварительно размещенными компонентами, в отсутствие такого файла нажимается клавиша [Return];

Packaged PCB file –выходной файл упакованной базы данных ПП .PKG; для отмены его создания нажимается клавиша [Esc];

Packaged Netlist –файл списка упаковки .PNL; для отмены его создания нажимается клавиша [Esc];

Packaging Command File –командный файл упакованной базы данных ПП .CMD; для отмены его создания нажимается клавиша [Esc];

Annotated Netlist –аннотированный список связей .BNL; для отмены его создания нажимается клавиша [Esc];

PCB Attributes –перечень атрибутов, созданных графическими редакторами PC-CAPS и PC-CARDS, информация о которых должна быть перенесена в файл упакованной базы данных ПП. По умолчанию устанавливается режим "None"–атрибуты не переносятся, в режиме "переносятся все атрибуты, для выборочного переноса необходимо указать перечень их ключевых слов, разделенных знаками "+". Для указания файла, содержащего ключевые слова выбранных атрибутов, вводится его имя @<имя файла>. Эта возможность используется, например, для передачи в базу данных ПП и последующего включения в конструкторскую документацию русского имени компонента, ТУ на него и т.п.

**Режим командной строки.** В связи с тем, что программа PC-PACK выполняет две различные функции –выделение файла перекрестных ссылок и упаковку базы данных ПП, командная строка имеет два формата. Справка о синтаксисе командной строки

выводится на экран по команде

```
>рсраск -h
```

В режиме *выделения файла перекрестных ссылок* командная строка имеет формат:  
>рсраск <имя файла электрических связей>[.NLT] -F <имя входного  
файла перекрестных ссылок> [-E <имя выходного файла перекрестных  
ссылок>]

При наличии нескольких входных файлов перекрестных ссылок (до 5) перед  
каждым из них указывается параметр -F, например,

```
>рсраск amp1 -F amp1 -F \PCAD\TTL\ttl.fil -E myfil
```

В режиме *упаковки базы данных ПП* командная строка имеет формат:  
>рсраск nltf [libf xrff [-L libf]] [-I pcbf] [-D] [<параметры>]  
[@atrf]

Здесь nltf –имя файла электрических связей (по умолчанию принимается расширение  
.NLT);

libf –имя входного или выходного скомпилированного файла перекрестных ссылок  
(по умолчанию принимается расширение .LIB);

xrff –имя входного файла перекрестных ссылок (см. выше);

pcbf –имя файла конструктива ПП;

atrf –имя файла списка ключевых слов атрибутов;

-L –опция для указания имени выходному файлу перекрестных ссылок;

-D –опция удаления цепей из базы данных ПП с предварительно размещенными  
компонентами;

-I –опция для указания имени файла конструктива ПП;

<параметры> –параметры, с помощью которых назначается перечень генерируемых  
выходных файлов:

-B –файла упакованной базы данных ПП .PKG,

-N –файла списка соединений .PNL,

-C –командного файла для упаковки базы данных ПП .CMD,

-P –аннотированного списка связей .BNL.

Например,

```
>рсраск TEST 1531 -I ABC.PCB -B TEST.PKG
```

После ввода командной строки начинает выполняться программа PC-PACK и  
дальнейшего ввода информации не требуется.

**Использование командного файла для упаковки базы данных ПП.** Если в программе  
PC-CAPS компонентам принципиальной схемы не назначены позиционные обозначения и  
номера выводов, то это делается следующим образом. После завершения работы  
программы PC-PACK запускается программа PC-CAPS под управлением командного файла  
для упаковки, созданного программой PC-PACK. Командный файл запускается с помощью  
клавиатурной команды /EXE, вводя его имя в ответ на запрос программы EXEC  
filename. Программа загружает базу данных принципиальной схемы, модифицирует  
ее, вводя по умолчанию позиционные обозначения компонентов и проставляя номера  
их выводов.

**Список сообщений ошибок программы PC-PACK.** Сообщения об ошибках заносятся в  
файл PCPACK.ERR, они возникают на двух фазах работы программы.

#### Ошибки компиляции

1. "="Equal sign expected.

Source skipped to:

```
1 MLT0125      MLT0125.PRT      RES.SYM
```

*Причина:* пропущен знак равенства между номером вывода и именем цепи. Программа  
переходит к следующей строке.

2. "="Equal sign expected.

Source skipped to:

```
/
```

3. ")"Rigth paranthesis or valid alphanumeric pin number  
expected. Source skipped to:

*Причина:* список выводов/цепей ограничен справа квадратной скобкой вместо  
круглой, программа переходит к следующей строке.

4. ")"Rigth paranthesis, string ot alphanumeric expected. *Причина:* в предыдущей

строке пропущена правая круглая скобка, ограничивающая список выводов/цепей, однако программа не могла выявить эту ошибку до тех пор, пока не встретилась левая круглая скобка; программа переходит к следующей правой скобке.

5. Keyword specified more than once.

*Причина:* в файле перекрестных ссылок задано несколько ключевых слов одного типа.

6. Overlapping prefix in line:

Overlaps previous specification.

*Причина:* двум разным компонентам задан один и тот же тип, т.е. выявлено перекрытие кодов идентификации.

7. The maximum of 10 library names has been expected.

*Причина:* в секции LIBRARY задано более 10 путей.

8. Valid 1 to 3 character prefix expected.

*Причина:* префикс может иметь от 1 до 3 алфавитных символа, а номер типа компонента должен лежать в диапазоне от -32000 до 32000.

9. Valid library name or "]" expected.

*Причина:* имя библиотеки содержит ошибочный символ.

10. Valid name or number expected.

*Причина:* 1) обнаружены две запятые подряд; 2) обнаружены следующие друг за другом открывающая и закрывающая скобки; 3) за открывающей скобкой сразу следует запятая; 4) за запятой сразу следует закрывающая скобка.

11. Invalid number of gate expected.

*Причина:* для количества вентиля использован нечисловой символ.

12. Valid part number expected.

*Причина:* использован неверный (не алфавитно-цифровой) символ.

После обнаружения ошибок их следует исправить и снова запустить программу PC-PACK.

#### Ошибки упаковки

1. A shared pin of <Parameter:designator> must be connected to a common net/signal.

*Причина:* общие выводы двух секций, включенных в один компонент, подсоединены к разным цепям.

*Действия:* 1) по команде SCMD/PNUM редактора PC-CAPS перенести эти секции в разные компоненты; 2) подключить к общим выводам одну цепь.

2. Alphanumeric pin number <номер вывода> of <имя конструктива>.PRT already committed to a different net. Check PREPACK input file or PWGD attribute value assigned in SCH.

*Причина:* 1) определенное в атрибуте PWGD имя цепи противоречит имени цепи во входном PCB-файле базы данных ПП; 2) имя цепи, определенное в списке выводов/цепей файла перекрестных ссылок, противоречит имени цепи во входном PCB-файле базы данных ПП.

*Действия:* 1) отредактировать текстовый файл перекрестных ссылок; 2) с помощью команды NAME/NET программы PC-CARDS отредактировать входной PCB-файл.

3. Alphanumeric pin number <номер вывода> not found in <имя конструктива>.PRT. Check PREPACK input file or PWGD attribute value assigned in SCH.

*Причина:* не найден или не определен алфавитно-цифровой номер вывода в файле конструктива.

*Действия:* 1) отредактировать библиотечный файл перекрестных ссылок; 2) с помощью команды NAME/PIN программы PC-CARDS проверить правильность нумерации выводов конструктива; 3) проверить значение атрибута PWGD с помощью программы PC-CAPS.

4. Assignment parametr does not exist in part named <имя файла>.PRT. Create this parametr through SCMD/SPKG command in PC-CAPS.

*Причина:* параметры упаковки не определены в файле конструктива.

*Действия:* по команде SCMD/SPKG программы PC-CARDS задать параметры упаковки.

5. Assignment parametr is corrupt in part named: <имя конструктива>.

*Причина:* данные упаковки в описании конструктива ошибочны.



*Действия:* переопределить параметры упаковки по команде SCMD/SPKG программы PC-CARDS.

6. Component <имя конструктива> in <PCB-имя> should be <позиционное обозначение>.

*Причина:* позиционные обозначения (при наличии заранее размещенных компонентов на ПП) назначены секциям, которые не упакованы в указанные компоненты.

*Действия:* 1) по команде SCMD/PNUM программы PC-CAPS переопределить позиционные обозначения секций.

7. Failed creating instances of <имя конструктива>.

*Причина:* превышено максимальное количество компонентов в базе данных ПП.

*Действия:* увеличить объем ОЗУ с помощью платы расширения памяти.

8. Failed to enter part <имя файла>.PRT. Database may be full.

*Причина:* программа не может создать базу данных ПП требуемого размера.

*Действия:* необходимо соблюдать ограничения системы P-CAD.

9. Found unnamed component <имя файла>.PRT in <имя файла>.PCB.

*Причина:* компоненты, размещенные во входной базе данных ПП, не именованы.

*Действия:* присвоить компонентам имена по команде NAME/COMP программы PC-CARDS.

10. <имя файла> .PRT part database format is incompatible. Logic gate to be packaged: <имя файла>.SYM. This logic left unpacked.

*Причина:* указанный PRT-файл создан старой версией программы PC-CARDS.

*Действия:* модифицировать библиотеку компонентов с помощью формата PDIF или создать новые файлы конструктивов с помощью текущей версии программы PC-CARDS.

11. <имя файла>.PRT. This part does not exist. Logic gate to be packaged: <имя файла>.SYM. This logic gate left unpacked.

*Причина:* не найден файл конструктива, соответствующий указанному файлу .SYM.

*Действия:* убедиться в существовании указанного файла в текущем каталоге.

12. Inconsistent packaging data in logic symbol <имя секции> and part <имя конструктива>. This symbol has been left unpacked.

*Причина:* 1) указано имя секции, отсутствующее в конструктиве; 2) список выводов/цепей в файле перекрестных ссылок или атрибуте PWGD использован для подключения цепей, не являющихся цепями питания и "земли".

*Действия:* 1) изменить имя секции по команде SCMD/PNUM программы PC-CAPS; 2) отредактировать упаковочную информацию с помощью программы PC-COMP; 3) отредактировать конструктив по команде SCMD/SPKG программы PC-CARDS; 4) отредактировать файл перекрестных ссылок или атрибут PWGD с помощью программы PC-CAPS.

13. <имя файла>.SYM is to be packaged to an ambiguous section of a package referenced as <имя файла>.PRT.

*Причина:* файлу .SYM поставлена в соответствие несуществующая секция указанного конструктива.

*Действия:* изменить упаковку УГО с помощью команды SCMD/PNLC программы PC-CAPS или упаковку конструктива по команде SCMD/SPKG программы PC-CARDS.

14. Gate pin name <имя вывода> not found in the package assignment parameter of <имя конструктива>. Re-create this parameter through SPKG command in PC-CARDS.

*Причина:* в конструктиве отсутствует вывод с указанным именем.

*Действия:* 1) по команде SCMD/EPNL программы PC-CAPS отредактировать упаковочную информацию УГО и с помощью команды /REPL заменить на схеме отредактированные УГО; 2) по команде SCMD/SPKG программы PC-CARDS отредактировать упаковочную информацию конструктива; 3) с помощью программы PC-COMP перенести упаковочную информацию из файла УГО в конструктив компонента.

15. Incorrect assignment parameter in part named <имя конструктива>. Re-create this parameter through SPKG command in PC-CARDS.

*Причина:* испорчена упаковочная информация конструктива компонента.

*Действия:* 1) использовать команду SCMD/SPKG или SCMD/NPKG программы PC-CARDS; 2) восстановить упаковочную информацию конструктива с помощью программы PC-COMP.

16. Insufficient memory space.

*Причина:* сбой при распределении памяти, работа невозможна.

*Действия:* 1) проверить объем доступной памяти по команде CHKDSK и выгрузить

ненужные резидентные программы; 2) установить плату расширения памяти LIM EEMS; 3) обратиться в службу поддержки системы P-CAD.

17. Library <имя библиотеки> is incompatible or invalid. Unable to load part <имя конструктива>.

*Причина:* указанный файл не является библиотечным или он сформирован более ранней версией системы.

*Действия:* библиотечные файлы, сформированные старой версией программы PC-LIB, должны быть преобразованы.

18. Logic gate <имя секции> cannot be assigned to nonhomogeneous <имя конструктива> because logic gate has no PNLC data. Create this parameter through the SCMD/PNLC command in PC-CAPS.

*Причина:* секции, входящие в неоднородный компонент, не имеют упаковочной информации.

*Действия:* 1) добавить данные об упаковке компонента с помощью команды SCMD/PNLC программы PC-CAPS и заменить в схеме отредактированные УГО по команде /REPL; 2) отредактировать файл УГО с помощью программы PC-COMP и затем заменить его по команде /REPL; 3) отредактировать УГО и заменить его в схеме по командам LEVL/PUSH, LEVL/POP программы PC-CAPS.

19. More than one <имя УГО> is to be packaged into the same section of part <имя конструктива>.

*Причина:* параметры упаковки УГО и конструктива не согласуются друг с другом.

*Действия:* 1) по команде SCMD/EPNL программы PC-CAPS отредактировать упаковочную информацию УГО и заменить его в схеме по команде /REPL; 2) по команде SCMD/SPKG программы PC-CARDS отредактировать упаковочную информацию конструктива; 3) перенести упаковочную информацию УГО в конструктив с помощью программы PC-COMP.

20. No parts listed for <имя файла>.SYM in the given library. This logic gate left unpacked.

*Причина:* в файле перекрестных ссылок .LIB файл УГО не имеет ссылки на файл соответствующего конструктива.

*Действия:* отредактировать файл перекрестных ссылок .LIB, пропустить его через программу PREPACK и снова вызвать программу PC-PACK.

21. Not enough data to report. Netlist of <имя списка> must be re-generated and relinked by PC-NODES (V.2), PC-LINK (V.2).

*Причина:* файл электрических связей создан старой версией программы PC-NODES.

*Действия:* создать файл электрических связей заново с помощью новой версии программы PC-NODES.

22. <имя конструктива>, this modular format part does not exist. This part was specified by the PRT attribute in PC-CAPS. Logic gate to be packed: <имя секции> this logic gate(s) left unpacked.

*Причина:* УГО имеет атрибут PRT, определяющий конструктив, отсутствующий в файле перекрестных ссылок в модульной форме.

*Действия:* 1) добавить конструктив в файл перекрестных ссылок; 2) отредактировать атрибут PRT программой PC-CAPS.

23. <имя конструктива>, this part cannot be loaded because the pin definitions for this part differ from the pin definition for the preplaced part in the input PCB <имя конструктива ПП>.

*Причина:* во входной базе данных ПП существует конструктив, имеющий определение выводов, отличное от того, что имеется в файле <имя конструктива>. Это возможно при модификации файла конструктива после ввода этого компонента на ПП.

*Действия:* заменить конструктив на ПП по команде /REPL программы PC-CARDS.

24. <имя конструктива>, this part does not exist. This part was a default part or specified by the PRT attribute in PC-CAPS. Logic gate to be packaged: <имя секции> this logic gate(s) left unpacked. *Причина:* УГО в схеме: 1) не имеет записей в файле перекрестных ссылок (компонент по умолчанию) и компонент отсутствует в указанном каталоге; 2) имеет атрибут PRT, назначающий ему несуществующий конструктив (в файле перекрестных ссылок или в указанном каталоге). *Действия:* 1) задать путь доступа к файлу конструктива с помощью секции \$PATH в файле перекрестных ссылок или в подсказке Part library path при работе в интерактивном режиме; 2) переместить, создать или переименовать файл конструктива, чтобы он мог быть

найден по указанному выше пути; 3) отредактировать атрибут PRT с помощью программы PC-CAPS.

25. PCB database limit on number of nets is reached. Can't add more.

*Причина:* достигнут предел на количество цепей, программа не может создать базу данным ПП большого размера.

*Действия:* соблюдать ограничения системы P-CAD.

26. Prepacking conflict: <имя файла>.SYM: <instance name> is preassigned to <имя файла>.PRT: <позиционное обозначение> (<вывод/список соединений\_1>) <имя файла>.PRT (<вывод/список соединений\_2>). Check gate PWGD attribute.

*Причина:* 1) одинаковые УГО, имеющие одинаковые позиционные обозначения, должны иметь одинаковые значения атрибута PWGD; 2) позиционные указатели уже назначены для компонентов разных типов.

*Действия:* 1) переопределить значение атрибута PWGD по команде ATTR/SCHG программы PC-CAPS; 2) переопределить позиционные обозначения по команде SCMD/PNUM программы PC-CAPS.

27. Syntax error on PWGD attribute value of <имя файла>.SYM: <instance name>. Example of valid syntax: =(17=GND,14=PWR, A1=+5)".

*Причина:* в описании атрибута PWGD использован не разрешенный символ; могут быть неправильно использованы знак равенства и кавычки.

*Действия:* переопределить атрибут PWGD по команде ATTR/SCHG программы PC-CAPS.

28. Too many <имя файла>.SYM are to be packaged into a part-referenced as <позиционное обозначение>.

*Причина:* одному и тому же компоненту с помощью позиционных обозначений назначено слишком много секций; эта ошибка часто встречается в многостраничных схемах.

*Действия:* с помощью команды SCMD/PNUM программы PC-CAPS переопределить позиционные обозначения.

29. WARNING: a reference designator of x has been assigned to <имя конструктива>.

*Причина:* назначенный конструктиву идентификатор типа не определен в системе P-CAD и в списке префиксов файла перекрестных ссылок или определено в виде позиционного обозначения с префиксом X.

*Действия:* 1) по команде SCMD/SCAT программы PC-CARDS отредактировать идентификатор типа компонента и по команде /REPL заменить его во входной базе данных ПП; 2) в файле перекрестных ссылок ввести определение префикса для выбранного значения кода идентификации; 3) игнорировать предупреждение, если X – корректный префикс позиционного обозначения.

30. WARNING: <имя файла>.SYM has no PNLC data.

*Причина:* при создании УГО в его описание не введена упаковочная информация.

*Действия:* добавить в описание УГО информацию об упаковке.

31. WARNING: <имя файла>.SYM section <n> not found in <имя файла>.PRT.

*Причина:* указанная в УГО секция отсутствует в конструктиве.

*Действия:* отредактировать упаковочную информацию УГО или конструктива, чтобы они были согласованы.

32. WARNING: <имя файла>.SYM pin name <имя вывода> section <n> does not exist in <имя файла>.PRT.

*Причина:* в УГО имеется вывод, отсутствующий в соответствующей секции конструктива.

*Действия:* аналогично п. 31.

33. WARNING: <имя файла>.SYM section <n> is the wrong gate type in <имя файла>.PRT.

*Причина:* в неоднородные компоненты нельзя упаковывать УГО с однотипными секциями.

*Действия:* аналогично п. 31.

34. WARNING: <имя файла>.SYM has <n> pins and <имя файла>.PRT has <m> pins in section <r>.

*Причина:* УГО и секция неоднородного компонента имеют различное количество выводов.

*Действия:* аналогично п. 31.

35. WARNING: <имя файла>.SYM pin name <имя вывода>, number <n> doesn't correspond to <имя конструктива>.PRT pin name <имя вывода>, number <m>.

*Причина:* в упаковочных данных УГО и конструктива номер одного и того же вывода имеет различное значение.

*Действия:* аналогично п. 31.

36. WARNING: preassigned <имя файла>.SYM <invocationname>:<позиционное обозначение>(<имя файла>.SCH) pin name <имя вывода> is assigned to unknown pin number <n>.

*Причина:* конструктив не имеет вывода, определенного в файле УГО по команде SCMD/PNUM.

*Действия:* с помощью команды SCMD/PNUM изменить позиционное обозначение компонента.

37. WARNING: preassigned <имя файла>.SYM <invocationname>:<позиционное обозначение>(<имя файла>.SCH) has pins assigned to more than one section.

*Причина:* в нескольких секциях одного компонента использован один и тот же номер вывода.

*Действия:* аналогично п. 36.

38. WARNING: the PWGD assignment for <имя файла>.SYM:<invocation name>:<позиционное обозначение> (<имя файла>.SCH) (<номер вывода конструктива>=<имя цепи>) for <имя файла>.PRT is assigned to signal pin <имя вывода>.

*Причина:* атрибут PWGD в файле УГО, на принципиальной схеме или в файле перекрестных ссылок назначает в качестве вывода питания цепь, к которой подключен сигнал.

*Действия:* 1) отредактировать атрибут PWGD в УГО (в режиме SYMB); 2) отредактировать атрибут PWGD в схеме (в режиме DETL); 3) отредактировать файл перекрестных ссылок для корректного назначения цепи подключения питания.

– 221 –

## 5. РАЗМЕЩЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ PC-PLACE

### 5.1. Возможности программы PC-PLACE

Программа PC-PLACE предназначена для размещения компонентов на ПП в автоматическом режиме. Кроме того программа позволяет расставить компоненты вручную и затем в интерактивном режиме или опять же вручную улучшить их начальное размещение.

Имеется несколько средств, помогающих вручную разместить компоненты на ПП. Отображение на экране дисплея *гистораммы относительной плотности заполнения ПП* и вычисление *скалярного фактора размещения* позволяет оценить качество текущего варианта размещения. Направление целесообразного смещения каждого компонента показывает так называемый *силовой вектор* – линия, связывающая текущее положение компонента с его теоретически наилучшим расположением (последнее отображается небольшой окружностью); он указывает направление сдвига компонента для улучшения размещения. Дополнительно на экран выводится изображение номинальных цепей, показывающих электрическое соединение выводов компонентов, что позволяет оценить качество размещения. Обычно номинальные цепи используются программой при автоматическом размещении компонентов, но их полезно высветить на экране и при ручном размещении. Большую помощь оказывает возможность на каждом шаге процесса размещения запросить статус отдельного компонента, параметры его выводов и имена цепей, подсоединяемых к конкретному выводу.

**Входной файл** программы PC-PLACE имеет расширение .PKG (в нем содержится информация об электрических связях и графическом описании контура ПП, подготовлен программой PC-PACK и доработан графическим редактором PC-CARDS) или .PCB (в нем содержится информация о базе данных ПП с предварительно размещенными компонентами, подготовлен программой PC-CARDS), см. рис. 1.1.

**Выходные файлы** имеют расширение: .PLC –модифицированная база данных ПП после размещения компонентов;

.PLR –отчет о начальном размещении компонентов (создается по команде HIST/STAT);

.HIS –гистограмма относительной плотности заполнения ПП;

.PLT –входной файл принтера или плоттера для вывода чертежей на принтер или плоттер (создается по команде SYS/PLOT);  
 .RPT –файл перестановок выводов и компонентов, создаваемых по команде IMPR;  
 .SWP –отчет о перестановках выводов, секций или отдельных компонентов, сделанных для улучшения размещения (используется для коррекции электрической принципиальной схемы).

Кроме того, автоматически создается файл PCPLACE.CMD, в который заносятся все команды, выполненные в сеансе работы с программой PC-PLACE.

## 5.2. Вызов и настройка конфигурации

**Вызов программы PC-PLACE.** Программа вызывается с помощью управляющей оболочки Shell (режим PCB Layout Subsystems/Auto-placement, см. разд. 1.3) или непосредственно с помощью командной строки

```
>pcplace [<имя файла>] [-q] [-r] [-h] [@<имя файла протокола>] [x y]
```

Здесь в квадратных скобках [ ] указаны необязательные параметры; <имя файла> –имя загружаемого файла данных ПП, по умолчанию устанавливается расширение .PKG. Смысл остальных параметров объяснен в разд. 2.1.

После вызова программы PC-PLACE (без указания параметра -r в командной строке) на экране появляется начальное меню программы

```
Configure PC-PLACE           (настройка конфигурации)
Edit Part Footprints        (редактирование атрибутов FP)
>> Run PC-PLACE             << (запуск программы PC-PLACE)
Exit PC-PLACE               (выход из программы)
```

Рассмотрим каждый из этих режимов.

**Настройка конфигурации программы PC-PLACE.** Она проводится в режиме Configure PC-PLACE с помощью следующего меню:

### PC-PLACE Configuration

```
Database filename (имя файла):           None
Pfkey filename (имя файла перепрограммирования клавиш): None
```

```
Directory path (пути в подкаталоги компонентов):
D:\PCAD\PRT;D:\PCAD\PRT1
Security Device port (порт подключения защиты) .... port 1/port 2
```

```
Video save to disk (сохранение изображения) ..... Off/On
```

```
Pin size (размер выводов компонентов) ..... 40
Via size (диаметр изображения переходного отверстия) 40 Flash size (диаметр
изображения маски контактной
```

```
площадки) ..... 60
```

```
Rotate padstacks (вращение стеков) ..... Off/On
```

```
Rotate Component Text in Four Directions (ориентация (текста при вращении
компонента) ..... Off/On
```

```
Pan Bars (вывод рамки) ..... On/Off На первой строке
```

Database filename можно указать имя конкретного файла с расширением .PKG или .PCB. Однако имена редактируемых файлов вводятся обычно не здесь, а в процессе работы с программой PC-PLACE, поэтому на этой строке рекомендуется поместить параметр None. На следующей строке Pfkey filename вводится полное имя файла, содержащего перепрограммированные функции клавиатуры; расширение по умолчанию .KEY. На строке Directory path указывается имя одного или нескольких подкаталогов, в которых находятся базы данных ПП. Режим Video save to disk при указании состояния On используется для сохранения изображения из точек растра (элементов изображения) на диске, когда выполняются команды VLYR, LPAN, STO/MAP и MASK (при работе с файлом большой базы данных это может при выполнении команды RCL сократить время построения на экране изображения, запомненного ранее по команде STO, так как иначе система вычерчивает экран повторно); при использовании графики высокого

разрешения этот режим обычно выключается (параметр Off). Следующие две строки устанавливают размеры изображения на экране выводов компонентов (Pin size) в пределах 4– DBU, изображения переходных отверстий (Via size) в пределах 4– DBU и размеров вспышки фотоплоттера (Flash size) в пределах 4– DBU. На строке Rotate padstacks устанавливается параметр On –при вращении компонента этажерка контактных площадок будет поворачиваться вместе с ним, или Off – запрет вращения. На строке Rotate Component устанавливается параметр On –при вращении компонента текст будет поворачиваться вместе с ним, или Off –при вращении компонента текст будет сохранять нормальную ориентацию. На строке Pan Bars параметр On служит для вывода двойной прямоугольной рамки вокруг поля чертежа (помещая в нее курсор, можно пролистывать редактируемую схему в любом направлении), Off означает запрет вывода этой рамки.

**Редактор атрибутов FP.** В режиме Edit Part Footprint начального меню создаются/редактируются атрибуты FP (Footprint) компонентов, входящих в состав ПП. Программа PC-PLACE при размещении на ПП компонентов в автоматическом режиме объединяет в группы компоненты, имеющие одинаковые атрибуты FP. Такие компоненты могут меняться местами в процессе их размещения на ПП. В качестве атрибутов FP обычно задают имя серии или имя типа конструктива компонента. Компоненты, занесенные в библиотеки системы P-CAD, обычно уже имеют присвоенные им атрибуты FP. Поэтому при использовании библиотечных компонентов данный режим применяется только при необходимости модификации этих атрибутов.

Рекомендуется следующая последовательность идентификации компонентов с помощью атрибутов FP:

1) при создании нового конструктива атрибут FP назначается с помощью команды ATTR/ACOM программы PC-CARDS (разд. 3.3), PC-COMP или рассматриваемого редактора программы PC-PLACE;

2) при создании или модификации атрибутов FP отдельных компонентов после упаковки базы данных ПП необходимо использовать команду /REPL программы PC-CARDS;

3) альтернатива п. 2 заключается в выборе раздела 5 меню редактора FP (см. ниже). Изменению будут внесены только в конструктивы, имеющиеся в базе данных конкретной ПП, а в библиотеку конструктивов – нет.

Приведем меню редактора атрибутов FP:

PC-PLACE Part Footprint Editor

Directory Path: \PCAD\PRT

Footprint Commands:

1 –Add/Modify the footprint (создание/модификация атрибутов).

2 –View/Modify all footprints (просмотр/модификация атрибутов).

3 –List the footprints of all library parts (вывод списка атрибутов всех библиотечных компонентов из указанного выше каталога).

4 –List the footprint of a library part (вывод атрибута конкретного компонента).

5 –Add/Modify component footprints of a PCB database (создание/модификация атрибутов компонентов из базы данных конкретной ПП, имя которой вводится по дополнительному запросу).

6 –Quit (завершение работы с редактором).

Select (1–) ?

Поясним отдельные команды редактора атрибутов FP.

1. Создание/модификация атрибутов производится с помощью следующего подменю:

ADD/MODIFY FOOTPRINT

Library part name(s): <список имен PRT-файлов>

Footprint: <значение атрибута FP>

Press [Esc] to exit

or Press [Return] to re-enter the part names

or Enter the footprint; Press [Return] when ready

Сначала вводится список имен PRT-файлов конструктивов (без расширения .PRT), разделяя их пробелами или запятыми. Список имен может занимать не более двух строк. Далее по запросу программы указывается значение атрибута FP, присваиваемое введенным выше конструктивам.

2. Просмотр/модификация атрибутов производится с помощью подменю:

VIEW/MODIFY ALL FOOTPRINTS

PART file name: <имя файла конструктива>.PRT  
Footprint: <значение атрибута FP>  
New Footprint: <новое значение атрибута FP>  
Press [Esc] to exit

or Press [END] to view next file  
or Enter the footprint; Press [Return] when ready

Нажатием клавиши [END] на первую строку меню PART file name последовательно выводят имена файлов конструктивов из каталога, указанного в меню редактора атрибутов FP. На второй строке Footprint выводятся значения атрибутов FP, их новые значения указываются на следующей строке New Footprint.

3. С помощью третьей опции List the footprints of all library parts на экран выводится перечень имен всех файлов конструктивов из указанного выше каталога и значения атрибутов FP для каждого компонента. Вывод на принтер этого перечня осуществляется нажатием клавиш [Ctrl]-[P], после чего в меню редактора атрибутов FP выбирается опция 3. По завершении печати снова нажимаются клавиши [Ctrl]-[P] для отключения функции печати.

4. Вывод значения атрибута FP конкретного компонента производится в режиме 4 меню редактора атрибутов FP. В нижней части этого меню программа запрашивает имя файла конструктива (без расширения .PRT), после чего указывает значение атрибута FP:

Part Filename? <имя файла конструктива>  
Footprint = <значение атрибута FP>

5. Создание/модификация атрибутов компонентов из базы данных конкретной ПП производится в режиме 5 меню редактора атрибутов. Перед выбором этого режима следует на первой строке этого меню указать имя каталога, в котором находится файл базы данных ПП. После перехода в режим 5 на экран выводится подменю:

ADD/MODIFY COMPONENT FOOTPRINT OF DATABASE

Database name: <имя файла базы данных ПП>  
Part name(s): <имя файла конструктива>  
Footprint: <значение атрибута FP>  
New Footprint: <новое значение атрибута FP>  
Press [Esc] to exit

or Press [END] to view next part name and footprint  
or Enter the footprint; Press [Return] when ready

На первой строке указывается имя файла базы данных ПП. После этого на следующих строках появляется имя первого конструктива, значение атрибута FP и запрос на ввод его нового значения. Последовательное нажатие клавиши [END] позволяет перебрать все конструктивы в базе данных этой ПП. Просмотр завершается нажатием клавиши [Esc]. Если в процессе просмотра изменены значения атрибутов FP, программа запрашивает необходимость переноса этих изменений в базу данных ПП. При этом атрибуты FP в файлах конструктивов не изменяются. После завершения режима 5 нет необходимости повторно упаковывать базу данных ПП с помощью программы PC-PACK. Заметим, что вывод на экран значений атрибутов FP компонентов конкретной ПП производится с помощью команды QRY/COMP программы PC-PLACE.

#### **Запуск программы PC-PLACE.** После выбора режима PC-PLACE"

начального меню появляется рабочий экран программы, аналогичный рис. 2.1. В отличие от программ PC-CAPS и PC-CARDS, имеющих два режима DETL и SYME, программа PC-PLACE имеет единственный режим, аналогичный режиму DETL. Укажем на другие отличия.

В строке состояний имеются две дополнительные команды:

H –включение (зеленый цвет)/выключение (красный цвет) гистограмм при выполнении команд ALGN, MOVE, ROT, SWAP;

V –включение (зеленый цвет)/выключение (красный цвет) силовых векторов при выполнении команд ALGN, MOVE, ROT, SWAP.

Приведем далее список команд программы PC-PLACE, включая и клавиатурные команды, в порядке их следования в зоне меню команд:

Команда	Под-команда	Назначение
---------	-------------	------------

### Работа с файлами

FILE            /SAVE    Запись файла данных на диск  
/LOAD Считывание файла данных с диска /ZAP Очистка экрана /BKLD  
Считывание с диска файла с расширением .PCB, в  
                  котором записан фрагмент схемы  
/BKSV Запись окна (фрагмента) текущего проекта на  
                  диск в файл с расширением .PCB

### Системные команды

          SYS            /STAT    Показ параметров текущего проекта  
/DOS Вызов команд DOS (CHDIR, CLS, COPY, DATE, DEL,  
                  DIR, ERASE, FIND, MKDIR, PATH, RENAME (REN),  
                  RMDIR (RD), SET, TIME, TYPE, VER, VERIFY, VOL)  
/PLOT Создание файла с расширением .PLT для последу-  
                  ющего вывода чертежа на принтер, плоттер или фотоплоттер  
/QUIT Завершение работы с редактором

### Опрос/редактирование

QRY            /COMP    Выдача информации об указанном компоненте  
                  /PIN Выдача информации об указанном выводе  
                  компонента  
/NET Выдача информации об указанной цепи /APTH Выдача информации о  
критических путях /AGRP Выдача информации о группах

### Размещение компонентов

PLCE            Автоматическое размещение компонентов  
IMPR            /COMP    Автоматическая перестановка компонентов для  
                  уменьшения общей длины проводников  
/GATE Автоматическая перестановка секций компонентов  
BARR            Создание прямоугольной области (барьера),  
                  запрещенной для размещения компонентов  
/DEL Удаление барьеров размещения

### Фиксация объектов

FIX            Фиксация положения предварительно размещенных  
                  объектов (фиксированные компоненты ярко высвечиваются и не  
                  передвигаются при выполнении команды автоматического размещения  
                  IMPR)  
/WIN Создание окна, в котором фиксируются все разме-  
                  щенные в нем объекты  
UNFX            Отмена фиксации объекта  
/WIN Отмена фиксации объектов, находящихся в окне

### Параметры автоматического размещения компонентов

LATR            Задание узлов сетки, используемой для автомати-  
                  ческого размещения компонентов; при этом точки привязки  
                  компонентов совмещаются с узлами сетки.  
                  Для задания более чем одной сетки их следует разместить на  
                  специально создаваемых по команде  
                  VLYR цветовых слоях  
LATC            Задание списка компонентов, которые должны быть



	в автоматическом режиме размещены на сетке, определенной командой LАТР
ASSC	Указание минимального расстояния между автоматически размещаемыми компонентами
CLR	Указание минимально допустимого зазора между компонентами конкретного типа при автоматическом размещении
CUT	Задание горизонтальных или вертикальных линий на плате, пересечение которых при автоматическом размещении должно быть минимизировано; обычно их проводят в местах расположения врубных шин питания

#### **Отображение гистограмм плотностей связей**

HIST	/CNFG Задания вида, положения и размера гистограммы /GRID Задание сетки на экране /RSET Сброс в ноль индикатора размещения /STAT Создание на диске файла .HIS, содержащего данные о гистограмме текущего размещения
------	---

#### **Упорядочивание компонентов**

ALGN	Перемещение компонента в узел сетки на оси ряда компонентов /IDEN Упорядочивание размещения группы компонентов /WIN Упорядочивание размещения компонентов, полностью или частично находящихся в окне /UNDO Отмена последней команды ALGN
------	--

#### **Перемещение объектов**

MOVE	Перемещение объекта, помеченного курсором /WIN Сдвиг объектов, находящихся в окне /IDEN Сдвиг группы индивидуально указанных объектов /COMP Перемещение компонента с указанным именем (курсор помечает точку привязки компонента) /ATRB Выбор атрибутов для сдвига и редактирования /APTH Сдвиг компонентов, объединенных в критический путь по команде CPTH /AGRP Сдвиг компонентов, объединенных в группу по командам GRP
------	--

#### **Поворот объектов**

ROT	Поворот объекта с шагом 90° вместе с подсоединенными проводниками /COMP Поворот компонента /WIN Поворот объектов, находящихся в окне /IDEN Поворот группы объектов
-----	---

#### **Смена слоя**

FLIP	Перемещение компонента с верхней стороны платы на нижнюю и наоборот
------	---

#### **Перестановка**

SWAP	/COMP Перестановка компонентов на плате /GATE Перестановка логических элементов между различными корпусами ИС или внутри отдельного корпуса /PIN Перестановка логически эквивалентных
------	---

## выводов отдельного компонента

### Выделение последовательности элементов в группу с уникальным именем

GRP /TAG Включение компонента в группу  
/UTAG Удаление компонента из группы /RNAME Изменение имени группы /RSET  
Уничтожение объединения элементов в группу

### Выделение критического пути, состоящего из последовательности групп компонентов

CPTH /TAG Включение группы компонентов в критический путь  
/UTAG Удаление группы компонентов из критического пути /RNAME Изменение критического пути /RSET Уничтожение критического пути /UNLK Стирание видимых связей между группами компонентов, входящих в критический путь

### Управление экраном

ZIN Увеличение изображения в 2 раза (девятикратное выполнение команды изменяет масштаб изображения от минимального до максимального)  
ZOUT Уменьшение изображения в 2 раза (при очень сильном сжатии изображения координатная сетка автоматически выключается)  
VWIN Определение нового окна изображения, которое масштабируется в размер экрана  
REDR Перезапись экрана для восстановления деталей, испорченных при редактировании  
PAN Сдвиг текущего окна в новое положение  
STO Запоминание фрагмента изображения для последующего вызова командой RCL (запоминается до девяти окон)  
RCL Вызов на экран окна изображения, предвзительно сохраненного по команде STO  
VLYR Установка состояний и цветов слоев

**Команды, вводимые с клавиатуры**

/ALYR Перевод выбранного слоя в режим редактирования AVL и его активизация (A)  
/CFIL Управление файлом протокола команд PCPLACE.COMD, в котором записываются все текущие команды пользователя  
/CPOS Определение позиции курсора после окончания выполнения макрофайла  
/EXE Выполнение макрофайлов и файлов протоколов команд с расширением .CM\$ (протокол текущего сеанса заносится в файл PCPLACE.COMD)  
/FITV Автоматическое размещение на экране дисплея всей схемы с изменением масштаба  
/INTR Прерывание выполнения макрофайла или файла протокола команд  
/LPAN Отображение текущего окна изображения на полном поле проектирования с указанием начала координат  
/MAC Начало создания макрофайла, в который записываются команды сеанса проектирования  
/MEND Окончание создания макрофайла  
/MSK Разрешение (ON) или защита (OFF) компонентов и цепей от выполнения команд редактирования ALGN, ROT, SWAP, FLIP, MOVE, ROT  
/PDEL Удаление назначенных определений программируемых функциональных клавиш

/PEND	Завершение программирования функциональных клавиш
/PKEY	Начало программирования функциональных клавиш
/PKLD	Загрузка текстового файла .KEY с определением программируемых функциональных клавиш
/PKSV	Сохранение файла .KEY с результатами программирования функциональных клавиш
/PZAP	Отмена всех назначений программируемых функциональных клавиш
/RCTL	Включение/выключение режима отображения на чертеже номинальных цепей (ratsnests)
/RESU	Возобновление выполнения команды EXE после прерывания
/RULR	Измерение расстояния между выбранной точкой и курсором
/STGL	Сохранение спецификации параметров строки состояний для их восстановления при выполнении макрофайла
/VSAV	Переключение режима сохранения видеоизображения
/WAIT	Формирование паузы в файле протокола команд

*Примечание:* для ввода клавиатурной команды сначала нажимается клавиша [/] и затем после приглашения системы command:"вводится ее имя.

### 5.3. Работа с программой PC-PLACE

Работа с программой автоматического размещения компонентов на ПП PC-PLACE разбивается на несколько этапов:

- 1) загрузка базы данных;
- 2) идентификация компонентов;
- 3) установка параметров размещения компонентов;
- 4) фиксация компонентов (FIX);
- 5) определение координатной сетки (LATP);
- 6) определение списка компонентов для размещения (LATC);
- 7) создание барьеров для размещения компонентов (BARR);
- 8) определение связей компонентов (ASSC);
- 9) определение допустимых зазоров между компонентами (CLR); 10) определение разделяющих линий (CUT).

Приведем их краткое описание.

**1. Загрузка базы данных.** Загрузка базы данных для размещения компонентов производится с помощью команды FILE/LOAD из рабочего меню команд программы PC-PLACE. По умолчанию предполагается, что файл базы данных ПП имеет расширение .PKG. Возможна также загрузка других, совместимых по формату, файлов с расширениями .PLC и .PCB.

**2. Идентификация компонентов.** Прежде, чем начать автоматическое размещение компонентов, необходимо определить правила размещения и задать необходимые параметры, используя команды LATP, LATC, ASSC, CLR. В программе применяются следующие три способа идентификации компонентов:

- по имени компонента;
- по атрибуту Footprint, FP (проекция компонента на ПП);
- по всем без исключения компонентам.

Преимущество способа идентификации по имени заключается в возможности размещать компоненты, имеющие одинаковую проекцию контактов на плату (атрибут FP), в разных координатных сетках. Однако наиболее продуктивным способом идентификации компонентов является идентификация по атрибуту FP. Этот способ заключается в определении атрибута, характеризующего вид проекции компонента на плату. Так многие функционально различные микросхемы выполняются в стандартных корпусах типа DIP и, следовательно, имеют одинаковую проекцию контактов на плату и должны иметь одинаковые атрибуты FP. Такие компоненты размещаются в одной координатной сетке. Рекомендуется присваивать атрибуты FP как микросхемам, так и всем дискретным компонентам.

Идентификация по всем без исключения компонентам связывает с заданными правилами размещения все основные компоненты –микросхемы. Все дискретные компоненты

по этим правилам размещаться не будут и их размещение необходимо определять отдельно. Этот тип идентификации используется редко из-за своей низкой избирательности по отношению к основным компонентам. Он может быть полезен в случае, когда определена всего одна координатная сетка или когда возникает необходимость максимально быстро получить результаты размещения. Кроме того в этом случае для основных компонентов не надо определять атрибут FP.

Для определения характеристик размещения основных компонентов (какие из них размещать в каких координатных сетках) используются команды LATP и LATC. Для определения расположения дискретных компонентов относительно основных используется команда ASSC.

**3. Установка параметров размещения компонентов.** Размещение компонентов с помощью программы PC-PLACE может быть полностью автоматическим (использование команды PLCE), автоматическим с последующим улучшением (команды PLCE, IMPR/COMP и IMPR/GATE) и полностью ручным. Список команд, используемых в каждом из указанных режимов, приведен ниже.

<i>Автоматическое размещение (начальное)</i>	<i>Автоматическое размещение (начальное и улучшенное)</i>	<i>Ручное размещение</i>
LATP	FIX	MOVE
LATC	UNFIX	SWAP
ASSC	CLR	ALGN
BARR		ROT
CUT		FLIP

Программа PC-PLACE использует по умолчанию, значения параметров, определенные в конфигурации программы; к ним относятся величины зазоров между компонентами, параметры разделяющих линий и связей между компонентами. Эти значения сохраняются до тех пор, пока они не будут изменены пользователем.

**4. Фиксация компонентов (FIX).** Команда FIX используется обычно в сочетании с командами MOVE и MOVE/COMP для фиксации положения на плате определенных компонентов, например, разъемов. Тогда при автоматическом размещении с помощью команд PLCE, IMPR/COMP, IMPR/GATE положение этих компонентов не будет меняться.

**5. Определение координатной сетки (LATP).** Команда LATP определяет координатную сетку на выбранном слое, в узлах которой будут размещаться компоненты. После задания структуры координатной сетки программа PC-PLACE автоматически выдает меню команды LATC для выбора тех компонентов, которые будут на ней размещаться (см. ниже). При этом необходимо учитывать, что непосредственно в узлах координатной сетки размещаются точки привязки компонентов (обычно первый вывод микросхем). При определении шага координатной сетки по оси X и Y нужно руководствоваться размерами корпусов компонентов, необходимыми зазорами между корпусами и ориентацией компонентов на плате. Пользователь может определить несколько координатных сеток для размещения разнотипных компонентов. Например, в координатных точках одной сетки можно разместить 14-контактные, а в координатах другой сетки разместить 16-контактные корпуса. При этом программа автоматически создает слой LAT1 только для первой сетки, а для остальных пользователь должен сам с помощью команды VLYR объявить слои с именами типа LATn, где n – номер координатной сетки. Все слои используемых координатных сеток при этом должны быть включены (ABL). Рекомендуется определять координатные сетки на слоях с разными цветами, чтобы их можно было легко отличать одну от другой.

Перед заданием координат окна, в котором будет размещаться координатная сетка, можно заранее определить ориентацию размещаемых на ней компонентов, выбрав в строке состояния соответствующее положение буквы F. Кроме того, на строке состояния указывается параметр TOP (BOTTOM, BOTH SIDES), который определяет, на какой стороне ПП будут размещаться планарные компоненты.

**6. Определение списка компонентов для размещения (LATC).** Команда LATC позволяет выбирать компоненты для размещения на конкретной координатной сетке, используя список доступных атрибутов FP, расположенных в правой части экрана. Для выбора компонента необходимо указать курсором на соответствующий атрибут FP в списке, и

программа автоматически перенесет его в левую часть экрана.

Для перехода к следующей координатной сетке необходимо указать пункт NEXT LAT. Для перехода в меню связей компонентов –выбрать пункт ASSC. Для перехода в меню зазоров между компонентами –выбрать пункт CLR.

**7. Создание барьеров для размещения компонентов (BARR).** Команда BARR позволяет создавать на ПП прямоугольные области –барьеры, в внутри которых запрещено размещение компонентов. Барьеры могут создаваться на верхней (TOP) и нижней (BOTTOM) стороне платы или на обеих сторонах (BOTH) в зависимости от выбранного параметра строки состояния. При определении барьера его координаты можно привязать к точкам координатной сетки, чтобы размещаемые компоненты не пересекали границы барьеров. Команда BARR/DEL позволяет удалять введенные барьеры.

Необходимо различать барьеры для размещения компонентов, вводимые в программе PC-PLACE, и барьеры для проводников и переходных отверстий, вводимые в программе PC-CARDS (см. разд. 3.5).

**8. Определение связей компонентов (ASSC).** С помощью команды ASSC пользователь может определить положение дискретных компонентов относительно основных (ABOVE –выше, BELOW –ниже, LEFT –слева, RIGHT –справа). Также можно определить расстояние между дискретными компонентами и основными. Расстояние определяется от контура до контура компонентов. Установленная дистанция не может быть нарушена, даже если точки координатной сетки позволяют размещать компоненты ближе. Дискретные компоненты могут определяться как с помощью имен, так и с помощью атрибутов FP.

**9. Определение допустимых зазоров между компонентами (CLR).** Команда CLR позволяет определить минимальные зазоры между корпусами основных компонентов, независимо от координатной сетки. На экране отображаются атрибуты FP компонентов с кодами от 10000 до 10999 и значениями зазоров по умолчанию. Напомним, что коды компонентов вводятся командой SCMD\SCAT редактора PC-CARDS и должны соответствовать следующим условиям (см. подробности в разд. 3.3):

- от 10000 до 10999 основные компоненты (микросхемы);
- от 11000 до 11999 дискретные компоненты;
- от 12000 до 12999 разъемы.

**10. Определение разделяющих линий (CUT).** Пользоваться этой командой необязательно, но она очень эффективна. В большинстве случаев рекомендуется оставлять без изменений структуру разделяющих линий, устанавливаемую программой PC-PLACE по умолчанию. Разделяющие линии делят плату на части таким образом, что компоненты, имеющие большое число взаимных связей, оказываются в одном сегменте. Таким образом происходит минимизация числа цепей, пересекающих разделяющие линии.

При автоматическом размещении следует придерживаться следующей последовательности действий:

- выполнить команду LATP для определения координатных сеток;
- выполнить команду LATC для определения каждого компонента по имени, по атрибуту FP или атрибуту ALL (все компоненты);
- выполнить команду VLYR для включения тех слоев координатных сеток, которые будет использовать программа PC-PLACE;
- выполнить команду автоматического размещения PLCE.

При ручном размещении можно использовать набор дополнительных функций программы PC-PLACE, которые существенно расширяют возможности разработчика. К ним относятся *гистограмма заполнения платы, фактор улучшения и силовые векторы*. Естественно, все эти инструменты могут быть использованы и после автоматического размещения для окончательной доработки ПП. Поясним эти понятия.

*а) Гистограммы заполнения платы*

При работе с гистограммой необходимо для каждой базы данных ПП определять свою конфигурацию, которая будет храниться в самой базе данных. Для задания основных параметров служит команда HIST/CNFG рабочего меню программы PC-PLACE. Меню конфигурации приведено ниже:

```
HISTOGRAM SPECIFICATIONS: Textual Input
Discrete Part Force Vectors          NO/YES
Percent of Screen for Histo          8
Histo Axis Orientation                TOP and LEFT/TOP and RIGHT/
                                      BOTTOM and LEFT/BOTTOM and RIGHT
Histo Block Width                     NARROW/WIDE
```

Routing Grid	50
Number of Signal Layers	2

В нем определяются следующие параметры.

*Discrete Part Force Vectors* - силовые векторы дискретных компонентов. При задании YES на экран выводятся силовые векторы для дискретных компонентов (для основных компонентов и разъемов силовые векторы выводятся всегда.)

*Percent of Screen for Histo* - определяет, какую часть экрана в процентах будет занимать гистограмма в пределах от 5 до 20 %. Значение по умолчанию 8.

*Histo Axis Orientation* - ориентация осей гистограммы. Определяет, какие стороны экрана будут использованы для осей гистограммы. Возможные значения TOP и LEFT (сверху и слева), TOP и RIGHT (сверху и справа), BOTTOM и LEFT (снизу и слева), BOTTOM и RIGHT (снизу и справа).

*Histo Block Width* - ширина графики элемента гистограммы (NARROW -линии, BAR -полосы).

*Routing Grid* - координатная сетка разводки. Определяет координатную сетку, в которой предполагается разводить ПП. Значение по умолчанию 50 мил. При размещении компонентов программа будет определять использование каналов разводки, число которых определяется размерами данной координатной сетки. Доступные значения от 1 до 100 мил.

*Number of Signal Layers* - число сигнальных слоев. Определяет число слоев разводки, за исключением внутренних проводящих слоев, "земли" и питания. Этот параметр необходим программе PC-PLACE для определения возможных каналов разводки. Значение по умолчанию 2. Диапазон доступных значений от 1 до 20.

Команда HIST/GRID позволяет изменить координатную сетку ресурсов ПП, определяющую потенциальные возможности для трассировки. По умолчанию шаг координатной сетки ресурсов составляет 100г100 единиц DBU. В метрической системе это эквивалентно сетке 1г1мм, что удовлетворяет требованиям к большинству ПП. Рекомендуется оставлять этот параметр без изменений.

#### б) Работа с гистограммой

Для использования гистограммы необходимо сначала выполнить команду HIST или другие команды, допускающие использование гистограммы (ALGN, MOVE, ROT, SWAP). После этого на строке состояния появятся буквы H (гистограмма) и V (силовые векторы). Для появления гистограммы необходимо переключить букву H в зеленый цвет. На пересечении осей гистограммы появляется цифра, определяющая фактор улучшения размещения компонентов (при первом вызове равна 0). Удаление гистограммы с экрана производится переключением буквы H на красный цвет.

Длина и цвет линий гистограммы определяет процентное соотношение между использованными каналами трассировки и общим числом каналов, определяемое координатной сеткой ресурсов.

Цвет линий гистограммы определяет степень перегрузки каналов:

- зеленый -использована от 0 до 35 % каналов;
- желтый -использовано от 35 до 50 % каналов;
- красный -использовано свыше 50 % каналов.

Длина каждой линии гистограммы увеличивается по мере возрастания перегрузок каналов.

Фактор улучшения отражает изменение перегруженности каналов по отношению к моменту, когда гистограмма была включена первый раз. Если в результате изменений в размещении перегрузка каналов снижается, фактор улучшения возрастает, если, наоборот, увеличивается -фактор улучшения снижается.

Для использования силовых векторов необходимо установить в зеленый цвет букву V в строке состояния. Силовые векторы выходят из центра каждого компонента. На конце каждого вектора имеется небольшая окружность. Эта окружность показывает теоретически наилучшее расположение данного компонента. Разумеется, бывает практически невозможно разместить все компоненты на оптимальных местах, однако длина и направление силовых векторов показывает, как далеко расположен данный компонент от своего наилучшего положения и в какую сторону его следует передвигать, если это возможно. Линии силовых векторов располагаются на слое \$FORC.

В заключение на рис. 5.1 приведем изображение экрана программы PC-PLACE с размещенными компонентами.

#### 5.4. Сообщения об ошибках

Приведем сообщения об ошибках, которые возникают при работе программы PC-PLACE и заносятся в выходные файлы сообщений. Если выявленная ошибка отсутствует в приводимом ниже перечне, ее следует искать в списке сообщений об ошибках программы PC-CARDS в разд.

3.6. Ошибки, возникающие при работе с гистограммами и силовыми векторами, выделены отдельно.

##### *Ошибки в процессе работы с программой*

1. Board outlines has too many items.

*Причина:* некорректно определены границы ПП в слое BRDOUT; границы могут представлять собой только один прямоугольник, одну окружность или один полигон.

*Действия:* задать границы ПП корректно.

2. Board line polygon is open at (<X> <Y>).

*Причина:* отрезки линий в слое BRDOUT не образуют простого замкнутого полигона.

*Действия:* аналогично п. 1.

3. Component <позиционное обозначение> has a SCAT number <n> out of range.

*Причина:* указанный компонент имеет код позиционного обозначения вне допустимых пределов.

*Действия:* изменить код идентификации компонента так, чтобы он находился в пределах:

10000...10999 —основные компоненты;

11000...11999 —дискретные компоненты;

12000...12999 —разъемы.

4. Component <имя файла> has no enternal name.

*Причина:* не задано имя файла для указанного компонента.

*Действия:* задать имя файла компонента.

5. Component <позиционный указатель> is fixed on placement barrier.

*Причина:* указанный компонент зафиксирован на месте, где размещен барьер.

*Действия:* переместить или расфиксировать компонент.

6. Component <позиционный указатель> is fixed outside board outlines.

*Причина:* указанный зафиксированный компонент частично выходит за границы ПП.

*Действия:* изменить границы ПП, переместить или расфиксировать компонент.

7. Component <позиционный указатель> overlap component <позиционный указатель>.

*Причина:* перекрываются два зафиксированных компонента.

*Действия:* переместить или расфиксировать один компонент.

8. Connector (component <позиционный указатель> must be fixed.

*Причина:* указанный разъем не зафиксирован.

*Действия:* зафиксировать разъем.

9. Critical path name exist.

*Причина:* введенное имя критической цепи уже существует.

*Действия:* ввести другое имя.

10. Database error; see manual before proceeding.

10a. Failed to load database.

*Причина:* выявлены проблемы с текущей базой данных.

*Действия:* для предотвращения потери данных записать текущую базу данных во временный файл TEMP.PCB, завершить работу с программой, вернуться в среду DOS и переименовать командный файл PCPLACE.CMD в SAVE.CMD, после чего выполнить следующее:

1) с помощью программ PDIF-OUT и PDIF-IN попытаться пересоздать базу данных и затем загрузить ее в программу PC-PLACE;

2) выполнить действия, указанные в п. 27 разд. 2.7.

11. Different package types.

*Причина:* вторая секция компонента, выбранная для перестановки, имеет тип, отличающийся от типа первой секции, участвующей в перестановке.

*Действия:* отменить перестановку.

12. Error opening /filename".

*Причина:* неверен маршрут имени файла.

*Действия:* задать маршрут корректно.

13. Error: -9 in fvincnfg: Memory allocation error.

- Причина:* не хватает оперативной памяти для выполнения операции.  
*Действия:* использовать плату расширения памяти.
14. Error: -9 in hsbegun: Error initial process.  
*Причина:* сделана попытка включить гистограмму в случае, когда не загружена база данных ПП или в ней отсутствуют компоненты.  
*Действия:* загрузить базу данных ПП или включить компоненты в текущую базу данных.
15. Fatal error extracting board outline.  
*Причина:* некорректно задан или поврежден внешний контур ПП.  
*Действия:* откорректировать границы ПП, которые должны представлять собой замкнутый полигон, прямоугольник или окружность.
16. Gate already in the group.  
*Причина:* выбранный для включения в группу компонент уже входит в состав другой группы.  
*Действия:* выбрать компонент, не входящий ни в одну группу.
17. Gate in other critical path.  
*Причина:* выбранный компонент уже включен в другую критическую цепь.  
*Действия:* выбрать компонент, не входящий ни в одну критическую цепь.
18. Gate in other group.  
*Причина:* аналогично п. 16.  
*Действия:* аналогично п. 16.
19. Gates not compatible.  
*Причина:* две секции имеют разные типы.  
*Действия:* выбрать другую секцию.
20. Gate not in any group.  
*Причина:* выбранный компонент не входит в группу.  
*Действия:* выбрать компонент, входящий в группу.
21. Gate not in any critical path.  
*Причина:* выбранный компонент не включен в критическую цепь.  
*Действия:* выбрать компонент, включенный в критическую цепь.
22. Group name exist.  
*Причина:* введенное имя группы уже существует.  
*Действия:* ввести другое имя группы.
23. Illegal outline from <D> <D> to <D> <D>.  
*Причина:* линия разреза, соединяющая две указанные точки, не является горизонтальной или вертикальной или лежит за границами ПП. Такие линии игнорируются в процессе размещения. Если все введенные пользователем линии разрезов имеют такие дефекты, то программа сама генерирует линии разрезов.  
*Действия:* удалить или исправить некорректные линии.
24. Illegal lattice line from <N> <N> to <N> <N>.  
*Причина:* линии опорной сетки, соединяющие указанные точки, не являются горизонтальной или вертикальной. Точки опорной сетки, лежащие на таких линиях, игнорируются.  
*Действия:* удалить или исправить некорректные линии.
25. Illegal macro invocation location value(s).  
*Причина:* в командной строке не заданы координаты для включения макроблока.  
*Действия:* задать командную строку корректно.
26. Input buffer is full.  
*Причина:* с клавиатуры введено слишком много символов.  
*Действия:* ввести строку символов заново, соблюдая ограничения.
27. Insufficient memory. (Press any key).  
*Причина:* для загрузки программы не хватает оперативной памяти.  
*Действия:* аналогично п. 27 в разд. 2.8.
28. Lattice is too large.  
*Причина:* задано слишком много точек опорной сетки.  
*Действия:* исправить опорную сетку с помощью команды LATR.
29. Link no found.  
*Причина:* отсутствует связь критической цепи между первым и вторым выбранным компонентом.



- Действия:* выбрать существующую связь между компонентами, входящими в критическую цепь.
30. No association definitions found.  
*Причина:* в базе данных ПП не определена группа дискретных компонентов.  
*Действия:* определить дискретные компоненты командой ASSC.
31. No BOARD outline defined.  
*Причина:* слой границы ПП BOARD либо не существует, либо не содержит данных.  
*Действия:* с помощью графического редактора PC-CARDS создать слой BOARD и нарисовать контур ПП в виде прямоугольника, окружности или полигона.
32. No clearance defined.  
*Причина:* не заданы зазоры между основными компонентами в базе данных ПП; используются значения зазоров по умолчанию.  
*Действия:* задать зазоры с помощью команды CLR, если зазоры по умолчанию не подходят.
33. No component assigned to lattice.  
*Причина:* не описано ни одного компонента для опорной сетки.  
*Действия:* по команде LATC описать компоненты для опорной сетки.
34. No components in database.  
*Причина:* база данных ПП не содержит компонентов.  
*Действия:* проверить описание ПП и повторно запустить программу.
35. No critical path found.  
*Причина:* не найдена критическая цепь в указанном месте.  
*Действия:* выбрать компонент на критической цепи и повторить операцию.
36. No footprint defined for component <позиционное обозначение> *Причина:* указанному компоненту не назначен атрибут.  
*Действия:* задать атрибут данному компоненту командой ATTR/ACOM в редакторе PC-CARDS и затем заново запустить программу PC-PACK.
37. No gate found.  
*Причина:* при использовании команды SWAP/GATE в заданном месте не найдены выводы компонента.  
*Действия:* проверить размещение выводов с помощью команды ZIN и затем повторить операцию.
38. No group found.  
*Причина:* в указанном месте не найдена группа.  
*Действия:* выбрать компонент группы и повторить операцию.
39. No lattice defined.  
*Причина:* в процессе выполнения команды PCLE не найдена опорная сетка для размещения компонентов.  
*Действия:* задать опорную сетку командой LATP.
40. No lattice defined for component type <имя файла>.  
*Причина:* указанный компонент не включен в опорную сетку, поэтому он не может быть размещен.  
*Действия:* командой LATC включить компонент в опорную сетку.
41. No nets in database.  
*Причина:* в базе данных ПП к выводам компонента не подключены цепи.  
*Действия:* с помощью команды ENTR/RATN программы PC-CARDS ввести электрические связи.
42. No pin found.  
*Причина:* в заданных местах не обнаружены выводы.  
*Действия:* проверить размещение выводов с помощью команды ZIN и повторить операцию.
43. Out of space.  
*Причина:* не хватает оперативной памяти для завершения выполнения команды.  
*Действия:* записать изображение в базу данных и повторно запустить программу PC-PLACE для инициализации памяти, затем повторить операцию.
44. Path link repeated.  
*Причина:* связь между двумя последними компонентами выбранной критической цепи уже существует.  
*Действия:* выбрать другой компонент.
45. Pins not swappable.

*Причина:* выбранные для перестановок выводы не принадлежат одному и тому же компоненту или имеют различные коды логической эквивалентности.

*Действия:* выбрать другие выводы.

46. Programm error. See manual befor proceeding.

*Причина:* выявлена ошибка в программе.

*Действия:* сохранить базу данных ПП, файлы PCPLACE.CMD и PCPLACE.DBG для последующего анализа и обратиться в службу поддержки системы P-CAD.

47. Report file record not generated.

*Причина:* при выполнении команды SWAP/GATE сообщение об обмене не записывается в файл <имя файла>.RPT, потому что превышен предел количества выводов в одном компоненте. В выходной файл могут быть записана информация не более, чем о 16 выводах каждого компонента.

*Действия:* предварительно определить компоненты, имеющие более 16 выводов. Затем вручную внести в схему эти изменения, чтобы можно было менять местами компоненты с более, чем 16 выводами.

48. Same gate repeated.

*Причина:* компонент выбран дважды.

*Действия:* выбрать другой компонент.

49. Security device port failure.

*Причина:* программа PC-PLACE не находит устройства защиты в указанном порте.

*Действия:* проверить экран конфигурации программы и убедиться в правильности подключения устройства защиты.

50. Swap report file exist. Append? YES NO.

*Причина:* для текущей базы данных уже существует файл сообщений о перестановках. Программа запрашивает подтверждение на добавление в него новой информации.

*Действия:* выбрать ответ YES и добавить новые данные в существующий файл сообщений или выбрать ответ NO, тем самым создав этот файл заново.

51. The two pins are not swappable.

*Причина:* второй вывод, выбранный командой SWAP/PIN для перестановки, принадлежит не тому компоненту, из которого взят первый вывод, или этот вывод не подлежит перестановке.

*Действия:* проверить код логической эквивалентности данного вывода с помощью команды SCMD/SPAT и повторить попытку.

#### *Ошибки при работе с гистограммами и силовыми векторами*

Ошибки, возникающие при работе с гистограммами и силовыми векторами, записываются в файл PCPLACE.DBG и прерывают работу программы. Ошибка с номером 00 свидетельствует о нехватке оперативной памяти (требуется 640 Кбайт), остальные ошибки связаны со сбоями в базе данных ПП. Если ошибка не поддается исправлению, необходимо восстановить с дискет резервную копию базы данных ПП. Приведем перечень этих ошибок.

00. MEMORY ALLOCATION ERROR —нехватка оперативной памяти.

01. ERROR IN DELETING HISTO SPEC —ошибка при удалении параметров гистограмм.

02. ERROR IN INITIAL HISTOGRAM PROCESS —ошибка при инициализации гистограмм.

03. ERROR IN GETTING HISTOGRAM SPEC —ошибка при считывании параметров гистограмм.

04. WRITE HISTO SPEC TO DATABASE ERROR —ошибка при записи параметров гистограмм в базу данных.

05. INIT. HISTO SPECS. ERROR —ошибка при инициализации параметров гистограмм.

06. ERROR IN DRAWING ALL COMPONENT VECTORS —сбой при построении всех силовых векторов.

07. ERROR IN CALCULATING NETSIZE —ошибка при вычислении длин проводников.

08. ERROR IN ADDING FORCE VECTOR —ошибка при добавлении силовых векторов.

09. ERROR IN DELETING FORCE VECTOR —ошибка при удалении силовых векторов.

10. ERROR IN COLLECTING MORE COMP DATA —ошибка при накоплении данных о компонентах.

11. ERROR IN COLLECTING SWAP DATA —ошибка при накоплении данных о перестановках.

12. ERROR IN COLLECTING UNUSED PIN DATA —ошибка при накоплении данных о неиспользованных выводах.

## 6. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТРАССИРОВКА СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ PC-ROUTE

### 6.1. Основные возможности программы PC-ROUTE

Программа автоматической трассировки печатных плат PC-ROUTE обладает следующими основными характеристиками:

- поддерживает большинство современных технологий изготовления ПП, включая многослойную, планарную и тонкую;
- трассирует проводники в любых направлениях;
- имеет специальный алгоритм для трассировки микросхем памяти;
- позволяет минимизировать число переходных отверстий и сглаживать изгибы проводников;
- предусматривает специальную трассировку общих цепей ("земли") и цепей питания, возможность объединения в шины, генерацию широких проводников;
- предоставляет возможность смешанной (ручной и автоматической) трассировки;
- настраивается на конкретный режим работы при помощи системы меню.

Программа PC-ROUTE запрашивает два **входных файла**:

- исходную базу данных (файл с расширением .PCB или .PLC);
- файл стратегии разводки (.STL).

Исходная база данных создается при помощи программ PC-CARDS, PC-PACK и PC-PLACE. Она содержит описание размещения компонентов на плате и электрических соединений в схеме. Файл стратегии разводки создается с помощью редактора стратегии, входящего в состав программы PC-ROUTE. Он содержит параметры и правила, необходимые для настройки трассировщика на определенный режим работы (см. разд. 6.5).

Программа PC-ROUTE генерирует проводники и переходные отверстия и создает следующие **выходные файлы**:

- выходная база данных (.PCB);
- файл сообщений (.REP),
- файл отчета о стратегии трассировки (.RPC),
- файл результатов трассировки (.RTE).

Выходная база данных .PCB содержит всю информацию исходной базы данных вместе с печатными проводниками и переходными отверстиями, сгенерированными трассировщиком PC-ROUTE. Кроме того база данных содержит специальный слой SCOUNT, на котором показаны все неразведенные цепи. Файл сообщений с расширением .REP содержит статистику, предупреждения, сообщения об ошибках каждого сеанса программы PC-ROUTE.

### 6.2. Подготовка к трассировке соединений

**Создание контура ПП.** Исходная база данных обязательно должна содержать контур ПП. Программа PC-ROUTE использует этот контур для привязки к физическим размерам платы. Поэтому контур ПП, хранящийся в базе данных, и физический контур реальной ПП должны соответствовать друг другу. Для создания контура ПП используется редактор PC-CARDS (разд. 3.5). Контур ПП создается в слое BRDOUT, чтобы он мог распознаваться другими программами. Никакая другая информация, кроме контура ПП, не должна помещаться в этом слое. Программа PC-ROUTE воспринимает следующие формы печатных плат: прямоугольную, многоугольную и круглую. Она отсекает все части проводников и барьеров, выходящие за контур ПП.

**Определение электрических соединений в схеме.** Программа PC-ROUTE должна иметь информацию о том, какие выводы (контакты) компонентов соединять проводниками. Эта информация может быть введена в исходную базу данных ПП из принципиальной схемы при помощи программы PC-PACK или указана непосредственно на чертеже ПП с помощью редактора PC-CARDS по команде ENTR/RATN (задание номинальных цепей). Каждый соединяемый вывод должен принадлежать определенной цепи. Желательно присваивать цепям имена для ориентации в сообщениях об ошибках.

Программа PC-ROUTE распознает перемычки и внутренние проводящие слои. Все контакты перемычек, определяемые в редакторе PC-CARDS в режиме SYMB командой SCMD/JMPR, рассматриваются как соединенные между собой, но программа PC-ROUTE не

будет генерировать проводники между ними. Контакты перемычек будут соединяться только с выводами других компонентов.

**Размещение компонентов.** Очевидно, что окончательные результаты трассировки во многом зависят от удачного размещения компонентов на ПП. Для оптимального размещения рекомендуется использовать программу PC-PLACE. Поскольку программа PC-ROUTE не трассирует компоненты, расположенные вне контура ПП, этим можно воспользоваться сознательно для размещения сложных и критичных к расположению на ПП частей схемы. Так, вначале автоматически трассируется часть схемы, размещенная внутри контура ПП, затем, учитывая эти результаты, внутрь контура (с помощью редактора PC-CARDS) помещаются оставшиеся компоненты и трассировка завершается вручную или с использованием программы PC-ROUTE.

**Определение шин.** Для определения шин питания и общих цепей ("земли") используется команда ENTR/POLY редактора PC-CARDS. Соединение шин между собой в одну цепь предоставляется пользователю, так как программа PC-ROUTE не генерирует проводники типа "шина-шина". Считается, что соединение шин тонкими проводниками нарушает стандарты проектирования ПП.

**Определение барьеров.** Программа PC-ROUTE не может размещать проводники и переходные отверстия внутри области, ограниченной барьером. Барьер вводится пользователем в следующих случаях:

- предполагается трассировать определенную часть схемы вручную (например, аналоговую часть аналого-цифровой схемы);
- технологический процесс требует, чтобы в определенных частях платы не было проводников и переходных отверстий.

Определены два типа барьеров: *барьеры для проводников* и *барьеры для переходных отверстий*. Барьер для проводников запрещает размещение в ограниченной области как проводников так и переходных отверстий. Барьер для переходных отверстий запрещает размещение в ограниченной области только переходных отверстий. Описание техники использования барьеров см. в разд. 5.3).

Программа PC-ROUTE воспринимает все барьеры на слоях VARxxx только как инструкции трассировщику и не "металлизирует" их. Барьеры на других слоях воспринимаются как металлизированные. Однако программа понимает, что металлизированная область – это проводник и трассирует ПП с учетом этого. Поэтому если один вывод компонента пересекает металлизированный барьер (т.е. барьер не на слое VARxxx), программа PC-ROUTE воспринимает этот барьер как часть данного вывода и блокирует все проводники и переходные отверстия, кроме тех, которые принадлежат той же цепи, что и указанный вывод. Если же барьер пересекает более одного вывода, выдается соответствующее предупреждение и в этом случае блокируются все цепи, связанные с этими выводами.

Примером использования барьеров такого типа может служить контакт печатного разъема. Вывод разъема, определенный как металлизированный барьер, будет блокировать соединения с любыми цепями, кроме одной, подключаемой к нему.

**Определение предварительно размещенных проводников.** Иногда трассировка некоторых цепей имеет определенные особенности и ограничения, которые трудно описать для программы PC-ROUTE. Например, разводка шин питания и "земли", а также цепей, критичных к длине проводников. В этом случае лучше развести эти цепи вручную, используя редактор PC-CARDS, а затем запустить программу PC-ROUTE для трассировки остальной части схемы. Ниже перечислены основные правила предварительной трассировки:

1) Трассировку проводников и переходных отверстий необходимо делать с помощью команды ENTR/WIRE в редакторе PC-CARDS. В файле стратегии трассировки должны быть определены все слои, содержащие предварительно размещенные проводники и переходные отверстия. В дальнейшем можно запретить программе PC-ROUTE использовать эти слои для автоматической трассировки (см. режимы *layers* и *names*);

2) При предварительной трассировке проводники можно разводить как полностью, так и частично. Если предварительно размещенные проводники трассированы частично, программа PC-ROUTE проанализирует схему соединений и разведет оставшиеся части цепей. Например, можно вручную проложить шину питания, а программа PC-ROUTE автоматически соединит ее с соответствующими выводами компонентов;

3) Допускается предварительное размещение перемычек. Программа PC-ROUTE автоматически распознает их, если они введены в редакторе PC-CARDS командой

SCMD/JMPR;

4) Программа распознает соединения с внутренними проводящими поверхностями на основе соответствующих определений при описании контактных площадок;

5) Предварительно размещенные проводники определяются как "фиксированные" или "изменяемые". Фиксированные проводники не могут изменяться трассировщиком. Возможно лишь подключение к ним других цепей. Изменяемые проводники воспринимаются как сгенерированные самим трассировщиком, поэтому они могут перемещаться и к ним применимы операции минимизации, сглаживания и оптимизации;

6) Программа PC-ROUTE использует технику трассировки, определенную в файле стратегии, независимо от того, по каким правилам были предварительно размещены проводники. Так, можно использовать технику трассировки "или chain", даже если у предварительно размещенных проводников есть T-образные соединения;

7) Предварительно размещаемые проводники, относящиеся к одной цепи, могут иметь разную ширину отдельных частей. Необходимо описать правила трассировки для цепей каждой ширины, чтобы программа смогла обеспечить необходимые зазоры. Программа PC-ROUTE использует правила трассировки, связанные с определенными классами цепей, независимо от ширины предварительно размещенных проводников (см. режим net classes");

8) При предварительной трассировке на топологию проводников не накладываются никакие особые ограничения. Цепи могут содержать антенны, петли, резервные линии (проводники, концы которых не подсоединены к выводам компонентов). Однако, если проводник определен как изменяемый, надо учитывать, что при последующей автоматической трассировке в режиме оптимизации программа PC-ROUTE удалит петли, антенны и резервные линии;

9) Следует иметь в виду, что результаты трассировки одной и той же схемы с предварительно размещенными проводниками и без них могут несколько отличаться.

**Определение типов переходных отверстий между слоями ПП.** В программе PC-ROUTE можно определить, в каких местах необходимо разместить сквозные, а в каких межслойные переходные отверстия или их комбинации.

Программа PC-ROUTE всегда определяет для сквозных переходных отверстий контактную площадки типа 0, но она распознает и другие типы контактных площадок для сквозных переходных отверстий, определяемые командой SCMD/LPAR в редакторе PC-CARDS. Если предполагается использовать при трассировке межслойные переходные отверстия, необходимо использовать команду SCMD/LPAR редактора PC-CARDS для определения типов этих отверстий. Команда SCMD/LPAR связывает определенный тип переходного отверстия с определенной слоевой парой. Эта связь позволяет программе PC-ROUTE определять, какой тип переходных отверстий использовать для соединения между двумя данными слоями.

### 6.3. Описание алгоритмов трассировки

Приведем краткое описание основных алгоритмов трассировки соединений, используемых в программе PC-ROUTE [12-].

**Трассировка типа "память".** Этот алгоритм трассирует коллинеарные контакты в единые цепи (рис. 6.1). Коллинеарные контакты –это контакты, имеющие одинаковую координату Y (горизонтальная коллинеарность) или одинаковую координату X (вертикальная коллинеарность). Программа PC-ROUTE будет соединять такие контакты прямыми проводниками или проводниками с изгибом в 45°. Этот алгоритм обычно применяется для трассировки микросхем памяти.

**Трассировка типа "лабиринт".** Это классический алгоритм трассировки, известный также как "алгоритм Lee". Его основными достоинствами является применимость к любой технологии изготовления ПП, способность найти путь для прокладки проводника, если это в принципе возможно, а также высокая производительность.

Лабиринтовый алгоритм воспринимает поверхность трассируемой ПП как набор дискретных точек, являющихся узлами определенной координатной сетки. Каждая точка координатной сетки описывается несколькими битами, поэтому общий объем "карты" трассировщика может быть достаточно большим.

Работа лабиринтового алгоритма состоит из двух фаз. На первом шаге все соседние координатные точки, не загороженные барьерами, маркируются как 1. На следующем шаге все точки, соседние точкам 1, маркируются как 2. Затем все

точки, соседние точкам 2, маркируются как 3, и так далее. В начале из координатной точки, соответствующей одному из разводимых контактов, начинает разворачиваться как бы веер. Процесс продолжается до тех пор, пока не достигается требуемый контакт или не заполняются все свободные точки, что определяет принципиальную невозможность трассировать данный контакт. В первом случае выполняется следующая стадия трассировки, когда оба контакта соединяются проводником, который прокладывается по точкам с непрерывно возрастающими номерами. В простейшем виде процесс разводки с помощью лабиринтового алгоритма показан на рис.

6.2.

Естественно, что реальный алгоритм работает более изощренно, чем показано на рис. 6.2. Основные особенности реального алгоритма следующие:

1) Как источник, так и цель могут представлять более одной точки координатной сетки;

2) Используется метод присвоения весов каждой точке координатной сетки. Прокладывая проводник, программа PC-ROUTE подсчитывает число координатных точек, используемых в каждом направлении каждого слоя, и число переходных отверстий. Затем все используемые координатные точки и переходные отверстия умножаются на соответствующие веса, определенные в стратегии разводки. Программа PC-ROUTE всегда ищет путь с наименьшим весом. Естественно, веса используются трассировщиком, если есть альтернативные варианты трассировки.

3) Программа PC-ROUTE рассматривает в первую очередь возможные варианты трассировки в направлении, по которому расположена цель. Все другие направления рассматриваются только в случае необходимости, что в конечном итоге приводит к существенному ускорению процесса трассировки.

4) Лабиринтовый алгоритм использует прокладку проводников и по диагонали, если диагональная трассировка разрешена.

5) Особая техника применяется при трассировке планарных компонентов. Непосредственно перед запуском лабиринтового трассировщика происходит генерация так называемых "стрингеров" от каждого планарного контакта. "Стрингер"—это короткая трасса, оканчивающаяся на сквозном переходном отверстии. Стрингеры улучшают общие результаты трассировки, так как каждый планарный контакт становится доступным с любого слоя. После завершения работы лабиринтового трассировщика неиспользованные стрингеры автоматически удаляются.

6) Размещение контактов не в узлах координатной сетки также возможно.

**Алгоритм RIP-N-ROUTE.** В версии 4.5 системы P-CAD в состав программы PC-ROUTE входит дополнительная программа трассировки RIP-N-ROUTE ("разрываю и развожу"). Она имеет следующие особенности:

1) Использует алгоритм Rip-up ("разрыв"), который позволяет максимально увеличить процент разведенных цепей;

2) Имеет оптимизатор, уменьшающий число переходных отверстий и выпрямляющий проводники для получения большего числа каналов трассировки;

3) Использует метод "захвата трасс" и уменьшения изгибов проводников для получения дополнительных каналов трассировки и улучшения внешнего вида ПП.

Во всех алгоритмах трассировки используется одна и та же техника разделения цепей, получившая название **древовидная структура**. Эта техника трассировки является основной в программе PC-ROUTE, которая всегда трассирует каждую часть цепи отдельно. При этом любая цепь разбивается на части. Часть цепи состоит либо из двух контактов (выводов компонентов), либо контакта и части цепи, либо из двух других частей цепи. Таким образом, структура с числом контактов больше двух разбивается на несколько пар контактов, каждая из которых интерпретируется как часть цепи.

В процессе трассировки используются следующие способы соединений выводов компонентов печатными проводниками.

**Техника Minspan.** Она наиболее проста. Части цепей генерируются таким образом, что суммарная длина проводников, соединяющих пары контактов, была минимальна. Число частей, на которые разбивается цепь, содержащая  $n$  контактов, равно  $n-1$ .

**Техника Daisy chain.** Аналогична технике Minspan. Единственное отличие заключается в том, что каждый контакт не может принадлежать более, чем двум частям цепи.

**Техника Steiner.** Она наиболее эффективна. Ее можно воспринимать как расширение

техники Minspan. Каждая сгенерированная часть цепи воспринимается как дополнительный контакт, который может объединяться в пару с любым другим контактом. Такой подход позволяет программе делать с уже проложенными проводниками T-образные соединения вместо того, чтобы соединять непосредственно контакты (см. рис. 6.3).

Предварительно размещенные проводники, перемычки, внутренние проводящие слои добавляют некоторые особенности к построению древовидной структуры. Программа PC-ROUTE определяет, какие контакты уже соединены, и не проводит их повторной трассировки. Предварительно размещенные проводники могут участвовать в формировании T-образных соединений.

Общее число частей цепей одной и той же ПП может варьироваться в зависимости от наличия предварительно размещенных проводников.

Для разводки шин применяется другая техника. Шины обычно воспринимаются как большие многоугольные области. Цепи, содержащие шины, разбиваются на части таким образом, что каждый контакт объединяется в пару с ближайшим объектом (контактом или шиной). Шины никогда не объединяются в пары с другими шинами, так как соединение двух больших металлизированных областей тонкими проводниками нарушает стандартные требования к проектированию ПП. Подобные соединения должны вводиться пользователем вручную.

Программа PC-ROUTE в каждый момент времени занимается трассировкой одной части цепи. Как только часть цепи трассирована, она становится частью топологии и, следовательно, препятствует дальнейшей трассировке (исключение составляет алгоритм Rip-up). Поэтому очевидно, что порядок трассировки имеет важное влияние на окончательную топологию ПП.

#### 6.4. Вызов программы PC-ROUTE

Программа автоматической трассировки PC-ROUTE вызывается с помощью управляющей оболочки Shell в режиме PCB Layout Subsystem/Auto-routing или непосредственно с помощью командной строки > pcroute [<имя файла базы данных ПП>]

После этого появляется стандартный для системы P-CAD заголовок программы, а затем начальное меню:

```
PC-ROUTE
Enter database name:                (Database reference name)
Select routing strategy: PCAD1
Options:
  Edit routing strategy
  >> Route                          <<
  Exit PC-ROUTE
Router Utilities
[SPACE] options; [RETURN] accept; [F1] help; [HOME] database name;
[END] utilities
```

Чтобы попасть на верхнюю строку меню, нужно нажать клавишу [Home], на нижнюю (Router Utilities) — клавишу [End], чтобы выбрать одну из опций (Options) — клавишу [Space] (Пробел). Переход на другую строку — клавишами ↑, ↓. Выбор нужной строки — клавишей [Return] (на некоторых клавиатурах [Enter]). Находясь на любом уровне меню, можно получить краткую справку на английском языке, нажав клавишу [F1].

Ниже приводится описание всех пунктов начального меню.

**Enter database name** (Ввод имени базы данных) — позволяет определить имя файла исходной базы данных ПП, подготовленной для трассировки. Если программа запускается в первый раз, курсор автоматически помещается в это поле и остается только ввести имя соответствующего файла. В остальных случаях в этом поле всегда указывается имя базы данных ПП предыдущего сеанса работы с программой PC-ROUTE. Чтобы изменить имя файла, следует нажать клавишу [Home], чтобы курсор переместился на это поле, и затем ввести имя новой базы данных (если имя вводится без расширения, по умолчанию предполагается расширение .PLC).

**Database reference name** (Имя базы данных для ссылок) — поле, которое обычно заполняется автоматически, как только задается имя исходной базы данных. Там указывается имя, которое программа PC-ROUTE присваивает внутренним файлам и файлу сообщений. Обычно это имя (без расширения) совпадает с именем исходной

базы данных. Если другая база данных с тем же именем для ссылок находится в том же каталоге и запускается на трассировку, выдается предупреждение:

Reference name <filename> already used; enter another –Имя файла для ссылок <имя> уже используется; введите другое.

После изменения в данное поле заносится новое имя.

**Select routing strategy** –выбор стратегии трассировки. В этой строке помещается имя выбранной стратегии трассировки, нажатием клавиши [Пробел] можно просмотреть список всех доступных стратегий. После выбора нужной стратегии нажать [Return].

**Edit routing strategy** –создание и изменение стратегии трассировки (см. подробности в разд. 6.5); чтобы попасть на эту строку следует нажать клавишу [Пробел].

**Route** –запуск программы на трассировку (см. разд. 6.6).

**Exit PC-ROUTE** – завершение работы с программой.

**Router Utilities** –набор вспомогательных программ PC-ROUTE (утилит). Для вызова этого пункта меню необходимо нажать клавишу [End]. В список утилит входят следующие программы:

- File Maintenance– управление файлами;
- Strategy File Report Generation –вывод файла стратегии в текстовом виде;
- Pad Builder –конструктор контактных площадок.

Пользоваться этими утилитами необязательно, но в некоторых случаях они могут оказаться полезными. Ниже приводится краткое описание каждой из них.

*File Maintenance* –позволяет удалять рабочие файлы, созданные программой PC-ROUTE в процессе трассировки. Можно, конечно, удалять эти файлы средствами ДОС, однако в этом случае возможна ошибка и могут быть уничтожены нужные файлы. При вызове программы управления файлами доступны следующие опции:

1) Delete router file, route report, and route solution file – удалить рабочие файлы. При выборе этого пункта появляется запрос:

Database reference name: <reference name> –имя базы данных для ссылок.

С помощью клавиши [Пробел] можно просмотреть список всех имен ссылочных файлов в рабочей директории. Отмена выбора –нажатие клавиши [Esc]. 2) Delete routing strategy file –удалить файл стратегии. При выборе этого пункта появляется запрос:

Strategy filename <strategy file> –имя файла стратегии.

С помощью клавиши [Пробел] можно просмотреть список всех имен файлов стратегии в рабочем каталоге. Отмена выбора –нажатие клавиши [Esc]. Этот пункт меню не позволяет удалять файлы стратегии с именами типа PCADx.

*Strategy File Report Generation* –выводит в текстовом виде полное содержимое указанного файла стратегии в виде файла с расширением .RPC. Этот файл затем может быть распечатан средствами ДОС.

*Pad Builder* –конструктор контактных площадок. Он автоматически переносит описания контактных площадок из исходной базы данных ПП в файл стратегии. Также в файл стратегии переносится информация о том, какие типы контактов связаны с внутренним проводящим слоем, основанная на списке апертур, определенном командой SCMD/SIPC в редакторе PC-CARDS.

Описания контактных площадок связываются с типами выводов компонентов в базе данных ПП. Любые описания контактных площадок, которые приведены в файле стратегии, но не используются в исходной базе данных, остаются в файле стратегии. Если конструктор не может найти определенную контактную площадку в базе данных, он будет использовать старое описание контактной площадки для вывода этого типа из файла стратегии. Конструктор может описывать только круглые и прямоугольные контактные площадки. Если контактные площадки уже созданы и подключены к исходной базе данных, конструктор автоматически перенесет их описание в файл стратегии. Если нет –необходимо задать их описание вручную, используя редактор стратегии.

*Начальное меню конструктора контактных площадок* показано ниже:

Pad builder utility

Input database: (имя файла базы данных ПП)

Input strategy: (исходный файл стратегии)



Output strategy file name: (новый файл стратегии)

Результатом работы конструктора является новый файл стратегии с введенными описаниями контактных площадок. Нельзя в качестве результирующего файла указывать файл стратегии PCAD1.CTL.

После того, как введено имя новой стратегии, появляется *меню слоев*, с помощью которого можно определить, на каких слоях будут создаваться контактные площадки:

```
Pad builder utility
Input database: <имя файла базы данных ПП>

Input strategy: <имя файла стратегии>

ROUTING          PAD          THRU VIA          INTERSTITIAL VIA
LAYERS           LAYERS           LAYERS            LAYERS
-----
COMP             COMP             COMP
SOLDER           SOLDER           SOLDER            COMP
Layer selection don? yes/no
Press [SPACE] for choise; [RETURN] to accept; [ESC] to quit.
```

Для каждого из трассируемых слоев необходимо определить, какой слой базы данных ПП содержит графическую информацию о форме контактных площадок, какой слой базы данных содержит графическую информацию о сквозных переходных отверстиях и какой слой содержит графическую информацию о межслойных переходных отверстиях.

*Замечание.* В каждом текущем каталоге программа PC-ROUTE создает файл протокола ROUTCTF.CTF. В него заносятся следующие параметры:

- имя файла стратегии трассировки, связанной с каждой базой данных;
- фиксируются все фазы работы программы с данной ПП;
- указываются все доступные стратегии;
- база данных, используемая при последнем сеансе работы с программой PC-ROUTE.

При удалении файла протокола средствами ДОС после запуска программы PC-ROUTE этот файл создается автоматически.

## 6.5. Редактирование стратегии трассировки

Стратегия трассировки позволяет настроить программу PC-ROUTE в соответствии с теми технологическими требованиями, которые предъявляются к трассировке конкретной ПП.

Для совместимости с множеством разных техник трассировки и технологических процессов изготовления ПП программа PC-ROUTE предоставляет большие возможности по настройке и изменению стратегии. Начинающему пользователю разобраться с множеством параметров стратегии трассировки может оказаться затруднительным, поэтому в комплект PC-ROUTE входит базовая стратегия PCAD1, содержащая некие усредненные параметры. С ее помощью можно успешно трассировать достаточно широкий набор ПП. Кроме того, изменив некоторые параметры, можно создать на основе стратегии PCAD1 семейство собственных стратегий для решения конкретных задач. Значения параметров стратегии можно просмотреть, используя редактор стратегии, или вывести на печать с помощью утилиты Strategy File Report Generation (см. разд. 6.4).

Перейдем теперь к описанию **редактора стратегии трассировки** на примере рабочей стратегии, описанной в файле ....CTL.

После выбора режима routing strategy"в начальном меню программы PC-ROUTE (см. разд. 6.4) на экран выводится меню выбора стратегии трассировки:

```
PC-ROUTE Editing strategy <имя стратегии>
Options:
>> Edit routing parameters << (редактирование параметров трассировки)
    Edit ripup parameters      (редактирование параметров алгоритма
                                Rip-up)
    Edit pad descriptions      (редактирование описания контактных
                                площадок)
```

Edit wiring rules (редактирование правила монтажа проводников)  
Edit net class definitions (редактирование определения классов цепей)  
Edit layer descriptions (редактирование описаний слоев)

Дадим описание пунктов этого меню.

1. **Edit routing strategy** (редактирование параметров стратегии)

— позволяет задать параметры, определяющие основные характеристики процесса трассировки (координатная сетка, число слоев и т.д.) с помощью подменю:

```
Edit routing parameters for strategy .....  
Units: MM  
(единицы измерения)  
Routing grid x: 50 y: 50 (координатная сетка)  
Number of routing layers: 3 (количество разводимых слоев)  
Layering strategy: Layer Pairs (стратегия слоев)  
Route type: Minspan (тип трассировки)  
Route order: Short-Long (порядок трассировки)  
Display type: Status + Route (вид вывода на дисплей)  
Perform memory route: Horizontal + Vertical (трассировка "память")  
Perform diagonal route: No (диагональная трассировка)  
Perform via minimization: No (минимизация переходных отверстий)  
Perform beveling: During (сглаживание углов)  
Perform arc beveling: No (сглаживание дугами)  
Define detailed parameters (переход в дополнительное меню)  
Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [END] detail;  
[ESC] quit.
```

Здесь имеются три вложенных меню: одно выведено на экране, второе появляется после нажатия клавиши [End] в первом меню, а третье — после нажатия этой клавиши, находясь во втором меню. В первом меню задаются следующие параметры.

*Units* (Единицы измерения) — устанавливает систему измерений: дюймовую (MILS) или метрическую (MM). Единицы измерения, устанавливаемые в файле стратегии, должны совпадать с единицами измерения, в которых была создана база данных ПП.

*Routing grid* (Координатная сетка) — определяет координатную сетку, в узлах которой программа PC-ROUTE будет размещать центры проводников и переходных отверстий. Координатная сетка с шагом в 1,25 мм удовлетворяет требованиям к большинству ПП. Эта сетка позволяет прокладывать один проводник между двумя выводами ДИП-компонента (расстояние между центрами выводов 2,5 мм). Не стоит устанавливать шаг сетки меньше необходимого — это приводит к значительному увеличению времени трассировки без существенного улучшения качества. При выборе шага сетки можно руководствоваться следующим правилом: нет смысла выбирать шаг координатной сетки меньше, чем ширина проводника плюс необходимый зазор. К примеру, для проводника толщиной в 0,25 мм и зазором в 0,25 мм шаг координатной сетки выбирается не меньше 0,5 мм.

*Number of routing layers* (количество разводимых слоев) — определяет число слоев, которые PC-ROUTE может использовать для трассировки. Лучшие результаты получаются при трассировке четного числа слоев. Конечно, можно задавать и нечетное число (например, 1 слой), однако программа PC-ROUTE не оптимизирована для этого режима. Если задано четное число слоев, необходимо определить, как они будут трассироваться: одновременно или парами. Во втором случае слои предварительно нужно разбить на пары (см. ниже), указав последовательность трассировки каждой пары. Если число слоев нечетное, программа всегда трассирует их одновременно. В любом случае общее число слоев не может превышать 32.

*Layering strategy* (Стратегия слоев) — этот параметр позволяет определить, будет ли программа PC-ROUTE трассировать все слои одновременно или последовательно парами. Доступны две опции: *Layers* (Все слои) и *Pairs* (Пары слоев). Если персональный компьютер имеет расширенную память, можно указывать режим *Layers*, так как он обеспечивает минимальное число переходных отверстий. Если расширенная память не установлена, приходится учитывать, что при выборе параметра *Layers* требуется существенно больший объем памяти, чем при выборе параметра

Pairs". При ее нехватке используется временная выгрузка данных на диск, что существенно замедляет работу программы (см. параметр Off Speed and Results"—обмен скорости на результаты). Если выбирается опция Pairs", необходимо правильно задать параметр Distribution" (Распределение при трассировке), определяющий, будут ли трассы распределяться равномерно или нет между между слоевыми парами. Равномерное распределение по слоям дает меньше переходных отверстий, а неравномерное — более полную трассировку. Очевидно, выбор имеет смысл, если число разводимых слоев больше двух. В случае, если число слоев нечетное или разрешена диагональная трассировка, автоматически задается параметр Layers".

Route type (Тип трассировки) —определяет, каким образом программа PC-ROUTE будет соединять части цепей, содержащие больше двух контактов. Доступны 4 опции: Minvia", " ", " ", chain". Для большинства ПП рекомендуется использовать опцию Minvia". Этот тип трассировки позволяет создавать Т-образные соединения с предварительно размещенными проводниками и переходными отверстиями и дает наилучшие результаты. Трассировка типа "Steiner"работает несколько быстрее, чем Minvia", но окончательные результаты могут быть хуже. Тип "разрешает соединять только контакт с контактом и запрещает Т-образные соединения с предварительно размещенными проводниками. Можно ослабить это ограничение для ввода минимального числа Т-образных соединений, задав параметр Length" (см. ниже). Некоторые виды проектирования ПП требуют использования трассировки типа " ", который работает быстрее, чем " ", но результаты трассировки хуже. Тип chain"работает аналогично " " за исключением того, что число соединений с каждым контактом может быть не больше двух. Результаты трассировки еще хуже, чем с параметром " ". Используется, если к цепям предъявляются особые электрические требования. Параметр Type"также определяет трассировку цепей, содержащих шины (см. Buses"). Для таких цепей контакты будут подключаться к ближайшей шине, контакту или проводнику способом, зависящим от типа трассировки. При этом программа PC-ROUTE не генерирует соединения типа "шина-шина".

Route order (Порядок трассировки) —определяет, в каком порядке программа PC-ROUTE будет трассировать отдельные цепи. Доступны опции: Long" (короткие-длинные), Short" (длинные-короткие). Рекомендуется использовать параметр Long". В этом случае программа PC-ROUTE вначале трассирует короткие цепи, а затем длинные. В целом качество трассировки выше, чем при использовании параметра Short". Единственное преимущество опции "Long-Short"заключается в том, что неразведенные части цепей получаются короче и их проще развести вручную. Однако, общее число неразведенных цепей оказывается больше, чем в случае Long".

Display Type (Вид вывода на дисплей) —определяет вид вывода информации на экран дисплея непосредственно в процессе трассировки. Ниже описаны возможные опции:

Status —показывает только статистику трассировки;

Route —показывает плату с трассируемыми проводниками, воздушные линии и сокращенную статистику;

Route+Wavefront —показывает плату с проводниками, воздушные линии, сокращенную статистику и фронт волны, т. е. процесс перебора возможных вариантов трассировки;

Status+Route+Wavefront —показывает полную статистику, ПП с проводниками, воздушные линии и фронт волны.

Дадим некоторые необходимые пояснения. Воздушная линия —прямая линия, соединяющая два контакта, которые в данный момент программа пытается развести. Фронт волны в большинстве случаев не рекомендуется выводить на экран, так как это значительно увеличивает время работы программы. Обычно выбирается режим +Route". Если ПП достаточно большая, можно выбрать режим Route, который использует большую часть экрана для вывода чертежа ПП с проводниками.

Переключение режимов +Route", "и "Status"осуществляется клавишей [Gray +] (серый +). Включение/выключение вывода фронта волны —клавишей [Gray -] (серый -).

Perform memory route (Трассировка типа "память") —устанавливает или отменяет специальный алгоритм трассировки типа "память" (разд.

6.3). Доступны следующие опции:

No —не использовать алгоритм "память";

Horizontal —использовать алгоритм "память"только для горизонтально коллинеарных контактов;

Vertical –использовать алгоритм “память”только для вертикально коллинеарных контактов;

Horizontal+Vertical- использовать алгоритм “память”для всех коллинеарных контактов.

Рекомендуется выбирать наиболее эффективный режим +Vertical”. Программа PC-ROUTE первым всегда выполняет алгоритм “память”по всем слоям и только потом переходит к выполнению других алгоритмов (типа лабиринт или Rip-up). Для запуска только алгоритма “память”необходимо установить параметр of Maze Router Passes” (число проходов лабиринтового алгоритма) равным 0. Аналогично можно отменить включение алгоритма Rip-up и оптимизатора (см. Rip-up Parameters”).

*Perform diagonal route* (Диагональная трассировка) –разрешение лабиринтовому алгоритму трассировки генерировать диагональные проводники (направление northeast/southwest, СВ/ЮЗ) и northwest/southeast, СЗ/ЮВ). Существует определенное различие между диагональной трассировкой и сглаживанием изгибов проводников под углом 45°. Так диагональная трассировка позволяет генерировать достаточно длинные проводники под углом 45°. В отличие от этого процесс сглаживания проходит уже после трассировки отдельного проводника или всей схемы и производит замену прямоугольных изгибов проводников на изгибы под углом 45°, образуя при этом достаточно короткие диагональные проводники.

При диагональной трассировке желательно указывать для разводимых слоев предпочтительное направление (northeast/southwest, СВ/ЮЗ или northwest/southeast, СЗ/ЮВ). Если выбрана диагональная трассировка, в поле “Layering Strategy”автоматически устанавливается опция layers”(все слои).

*Perform via minimization* (Минимизация количества переходных отверстий) – включение режима минимизации количества переходных отверстий после завершения основного процесса трассировки. Минимизатор анализирует все проложенные проводники и определяет, есть ли свободное пространство на ПП, позволяющее так перенести часть проводников с одного слоя на другой, чтобы уменьшилось число переходных отверстий. Минимизатор пытается уменьшить число переходных отверстий у всех проводников, включая предварительно размещенные. Исключения составляют проводники, принадлежащие цепям определенных классов. К ним относятся проводники с приоритетом “и предварительно размещенные проводники, определенные как неизменяемые. Проводники, размещенные не в точках координатной сетки (off grid), также не могут быть минимизированы.

Обычно полезно провести минимизацию на ПП, полностью разведенной вручную. В этом случае надо отменить выполнение всех алгоритмов трассировки (в поле Memory Route”выбрать No, в поле of Maze Router Passes” установить 0, число проходов алгоритма Rip-up и оптимизатора также установить равным 0), после чего трассировщик будет проводить только минимизацию числа переходных отверстий.

*Perform beveling* (Сглаживание углов) –определение режима, при котором происходит замена прямоугольных изгибов проводников там, где это возможно, на изгибы под углом 45°. Доступны следующие опции:

No –отменить сглаживание;

During –сглаживать изгибы в процессе трассировки каждого проводника. Работает быстро, но требует большего объема памяти, чем при выборе параметра “. Не позволяет сглаживать изгибы, образованные в результате минимизации числа переходных отверстий;

After –сглаживать все проводники после окончания процесса трассировки. Результаты хуже, чем при выборе параметра “. Однако позволяет сглаживать изгибы, образованные в результате минимизации числа переходных отверстий;

During + After –сглаживать как во время, так и после трассировки. Это наиболее медленный, но и наиболее эффективный режим.

Сглаживанию подвергаются все проводники за исключением проводников, относящихся к классам цепей, перечисленным в пункте “Perform Via Minimization” (Минимизация количества переходных отверстий). Обычно сглаживание проводится между двумя соседними точками координатной сетки. Этот параметр можно изменить в пункте “Bevel Size” (Размер сглаживания), см. ниже.

*Perform arc beveling* (Сглаживание с помощью дуг) –замена прямоугольных изгибов проводников дугами. Дуги имеют радиус, равный половине шага координатной сетки. Если включены оба режима (45° и дуги), первой всегда проходит замена

прямоугольных изгибов на изгибы под углом 45°, если же это не получается, только тогда — на дугообразные изгибы. Ограничение на сглаживание те же, что и в пункте "Via Minimization" (Минимизация числа переходных отверстий). Однако сглаживание с помощью дуг рекомендуется применять только в случае крайней необходимости, в частности, при разработке устройств СВЧ, так как при этом значительно увеличивается время работы программы PC-ROUTE и выполнения фотошаблонов на фотоплоттере.

Нажатие клавиши [End] в основном меню редактора параметров стратегии трассировки вызывает на экран **дополнительное меню**:

```
      Edit detailed routing parameters for strategy PCAD1.
Routing Grid (определение основной Major grid x: 125 y: 125
Definition      и дополнительных      Minor grid 1  x: 0    y: 0
координатных сеток) Minor grid 2 x: 0 y: 0
                  Minor grid 3 x: 0 y: 0
Via Type          Through      (тип переходных отверстий)
Via Sites         Via Lattice  (размещение переходных
отверстий)
Via Lattice Definition      Count: 1                      Id: 1
Via Lattice Spacing                x: 250           y: 250
Via Lattice Region      Region          llx: 0          lly: 0
                                urx: 0          ury: 0
Route Search Area Size      Number of grids to enlarge: 5
(размеры области поиска)
Number of Maze Router Passes      Number of passes: 0
(число проходов алгоритма "лабиринт")
Open Route Search Area to full board on Last Pass:      Yes
(открытая область поиска для трассировки)
Route Area Clearance from Board Edge distance:          60
(отступ от края ПП)
                                Continue detailed parameter menu (продолжение
                                меню)
Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [END] detail;
[ESC] quit.
```

Параметры дополнительного меню имеют следующий смысл.

*Routing Grid Definitions (Major/Minor Grids)* (определение координатной сетки (основная/дополнительная сетка)) — задание нерегулярной координатной сетки (напомним, что регулярная сетка задается в основном меню с помощью параметра Grid"). Примером использования нерегулярной сетки может служить так называемая технология тонкой линии, которая позволяет разместить два проводника между парой соседних контактов DIP-компонента. Пусть расстояние между контактами равно 2,5 мм, тогда сетка должна иметь точки с координатами 0, 100, 150, 250, 350, 400 DBU. Такая нерегулярная сетка показана на рис. 6.4. Конечно, в данном случае можно просто установить регулярную координатную сетку с шагом 0,5 мм и получить те же самые результаты трассировки, однако время работы в этом случае возрастет по крайней мере в два раза. (см. параметр Off Speed and Results").

При задании нерегулярной координатной сетки надо определить значения следующих полей меню:

Major Grid (основная сетка) — шаг сетки, определяющий период повторения нерегулярной сетки. В описанном выше примере основная сетка имеет шаг в 250 DBU = 2,5 мм. Координаты точек этой сетки совпадают с координатами точек сетки Grid";

Minor Grid (дополнительная сетка) — задание шага между координатными точками внутри основной сетки. Для основной сетки может быть определено до трех дополнительных. В нашем примере определены две дополнительные сетки с шагом в 1 мм и 1,5 мм. Дополнительные сетки должны определяться в порядке возрастания шага. Для неиспользованных сеток в поле шага должен записываться 0. Шаг основной и дополнительной сетки может быть различным по осям X и Y.

Via Type (Тип переходных отверстий) — позволяет определить, будет ли программа PC-ROUTE генерировать сквозные переходные отверстия, межслойные или переходные отверстия обеих видов. Вывод компонента типа 0 всегда связан со сквозным переходным отверстием (см. Pad Description"). Переходные отверстия остальных типов

воспринимаются как межслойные. В большинстве случаев межслойные переходные отверстия соединяют два слоя. Эти пары слоев определяются в редакторе PC-CARDS командой SCMD/LPAR (см. параметр Via Types"). Доступны следующие опции:

Mixed (смешанные) –генерация переходных отверстий обоих типов. Если программа PC-ROUTE имеет возможность выбора из двух типов переходных отверстий, выбирается отверстие с наименьшим весом. Если веса равны, программа PC-ROUTE размещает отверстие, проходящее через меньшее число слоев;

Through (сквозные) –генерация только сквозных переходных отверстий (тип вывода компонента 0);

Interstitial (межслойные) –генерация только межслойных переходных отверстий (тип вывода компонента не равен 0). Если межслойные переходные отверстия не определены в редакторе

PC-CARDS, по умолчанию программа PC-ROUTE использует сквозные.

Via Sites (размещение переходных отверстий) – ограничение места, где могут быть размещены переходные отверстия. Доступны следующие опции:

All grid points (все точки координатной сетки) – расположение переходных отверстий не ограничивается;

Via lattice (решетка переходных отверстий) – ограничение места, где могут быть размещены переходные отверстия, узлами одной или нескольких координатных сеток (решеток). В этом случае необходимо определить следующие параметры:

Count –

Id –задание нескольких решеток. По умолчанию определена одна решетка. Чтобы добавить описание другой, курсор устанавливается на это поле и нажимается клавиша [Ins]. Просматривать список определенных решеток можно с помощью клавиши [Пробел]. Удалить выбранное описание можно с помощью клавиши [Del]. Если удалены все описания, автоматически устанавливается режим grid points", и наоборот, если установить режим grid points", описания всех решеток удаляются;

Via lattice spacing (расстояние между переходными отверстиями) – определяет, на каком расстоянии друг от друга могут размещаться переходные отверстия. Возможно задавать разные значения по осям X и Y. Очевидно, что это значение всегда должно быть кратно шагу решетки;

Via lattice region (область размещения переходных отверстий) –определяет область на плате, где могут быть размещены переходные отверстия. Размеры области можно задать как Board" (вся плата) так и "(область)". Если выбран параметр ", необходимо задать координаты левого нижнего угла (llx, lly) и верхнего правого угла (urx, ury) выбранной области.

Route Search Area Size (Размеры области поиска) –определение размера области поиска вариантов для трассировки отдельной цепи. Прежде чем проложить проводник, программа PC-ROUTE определяет прямоугольную область на ПП, внутри которой программа пытается найти способ проложить данную части цепи. Область определяется как минимальный прямоугольник, захватывающий все контакты трассируемой части цепи, плюс область, размеры которой задаются параметром в пункте Search Area Size". При втором проходе алгоритма "лабиринт" (см. опцию of Maze Router Passes") данный параметр автоматически удваивается, при третьем проходе увеличивается в четыре раза. Изменение данного параметра позволяет сделать выбор между скоростью и качеством трассировки. Чем больше область поиска, тем больше вариантов вынуждена обрабатывать программа, тем медленнее она работает, но тем лучше получаются окончательные результаты. Рекомендуется вместо этого параметра использовать параметр Route Search Area" (см ниже).

Number of Maze Router Passes (Число проходов алгоритма "лабиринт") –максимальное число попыток трассировки одной цепи. Основной принцип состоит в том, что при первом проходе трассировщик пытается проложить проводник, используя минимальную область на ПП (см. Search Area Size"). Если это не удастся, при повторных проходах трассировщик каждый раз увеличивает область поиска для прокладки данного проводника. Правда, повторные проходы обычно не дают существенного улучшения трассировки, так как большинство возможных соединений делается во время первого прохода. Однако, если ПП достаточно большая, комбинируя варианты, можно получить некоторый выигрыш в скорости трассировки. Доступны следующие опции:

1 pass, do not open search area to entire board (один проход, не разрешать поиск по всей плате);

1 pass, open search area to entire board (один проход, разрешить поиск по всей плате);

2 pass, open search area to entire board (два прохода, разрешить поиск по всей плате).

Можно задать 0, 1 или 2 прохода. Если указан 0, алгоритм не выполняется. Отключать алгоритм полезно, если необходимо выполнить только алгоритм "память" или провести минимизацию переходных отверстий или сглаживание проводников на ПП, полностью трассированной вручную. Включение алгоритма "лабиринт" может быть задано и из меню алгоритма Rip-up. Отметим, что область трассировки и область поиска для трассировки проводников, задаваемые для алгоритма "лабиринт", действительны и для алгоритма Rip-up и оптимизатора.

*Open Route Search Area To Full Board On Last Pass* (Открытая область поиска для трассировки) – контроль размера области, которую программа PC-ROUTE будет использовать для трассировки во время последнего прохода. При задании параметра No программа PC-ROUTE ограничивает поиск прямоугольной областью, захватывающей все контакты трассируемой цепи. Задание параметра Yes позволяет трассировщику использовать всю поверхность ПП для поиска вариантов трассировки цепей во время последнего прохода (см. Search Area Size"). Рекомендуется определять этот параметр в пункте of Maze Search Area Size" (см. выше).

*Route Area Clearance From Board Edge distance* (Отступ от края ПП) – минимальное расстояние проводников и переходных отверстий от контура ПП. Необходимый отступ от края ПП можно также задать с помощью барьеров.

Для **продолжения дополнительного меню** следует снова нажать клавишу [End], после чего на экран будет выведена информация:

Edit detailed routing parameters for strategy .... (cont.)

Through via cost: 30 (веса переходных отверстий)

Bevel size: 2 (область сглаживания)

Predominant component orientation: Unspecified (преобладающая ориентация компонентов)

Stub length: 0 (минимальное количество T-образных соединений)

Even distribution on all layer pairs: No (равномерное распределение)

Route window: Region Any pin inside llx: 0 lly: 0

(окно трассировки) urx: 0 ury: 0

Generate stringers: Yes (генерация "стрингеров")

Eliminate acute angles: Yes (удаление острых углов)

Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [ESC] quit.

Параметры окончания дополнительного меню имеют следующий смысл.

*Through Via Cost And Interstitial Via Cost* (Веса сквозных и межслоевых переходных отверстий) – выбор между длиной проводников и числом переходных отверстий. Чем больший вес придан переходным отверстиям, тем реже будет их использовать программа PC-ROUTE и тем больше будет суммарная длина проводников. Программа PC-ROUTE всегда проложит проводник, если это в принципе возможно. Вес в данном случае лишь определяет, какому из альтернативных вариантов будет отдано предпочтение. Увеличение веса переходных отверстий приводит к уменьшению их числа, но и к менее полной трассировке. Аналогично с помощью задания соответствующих весов можно задать приоритет сквозных переходных отверстий по отношению к межслоевым или наоборот. Рекомендуется устанавливать значение веса для переходных отверстий обоих типов равное 30.

Параметр Via Cost" появляется в меню только тогда, когда в поле Type" установлен параметр " или ". Аналогично, параметр Via Cost" появляется, если в поле Type" установлен параметр " или ".

*Bevel Size* (область сглаживания) – максимальный размер сглаживающих проводников (под углом 45°). Размер этого проводника задается количеством точек координатной сетки. Если введено значение 0, то размер сглаживающих проводников в принципе неограничен и определяется остальными правилами трассировки.

*Predominant Component Orientation* (преобладающая ориентация компонентов) – определение преобладающего направления при соединении проводника с выводом компонента. Например, если выбрана горизонтальная ориентация, около контактов будет больше горизонтальных проводников, чем вертикальных (см. рис 6.5). Доступны

следующие опции: " (горизонтальная), " (вертикальная) и "Unspecified" (неопределенная ориентация).

*Stub Length* - определяет минимальное количество Т-образных соединений между проводниками в случае трассировки типа " или chain". При разводке типа "или chain" программа PC-ROUTE соединяет контакты непосредственно друг с другом. Параметр Length"ослабляет это ограничение, позволяя программе генерировать минимальное число Т-образных соединений в пределах заданного расстояния от контакта (см. рис 6.6). Рекомендуется задавать параметр Stub Length отличным от нуля для улучшения результатов трассировки.

*Even Distribution* (Равномерное распределение) -этот параметр позволяет определить, равномерно или нет проводники будут распределяться между парами разводимых слоев. Задается, если в пункте Strategy" (стратегия разводки) установлен параметр Pairs"(слоевые пары) и число слоев больше двух. Доступны следующие опции:

*Uneven Distribution* -неравномерное распределение. Вначале программа PC-ROUTE пытается развести все цепи на первой паре слоев. Те цепи, которые не удалось развести, программа PC-ROUTE пробует развести на следующей паре и так далее. В связи с этим на первых слоевых парах концентрация проводников выше, чем на остальных;

*Even Distribution* -равномерное распределение. На первом проходе трассировщика все проводники равномерно распределяются по всем слоевым парам. Если не все проводники удастся развести, на следующем проходе происходит коррекция размещения оставшихся проводников. В результате проводники распределяются достаточно равномерно по всем слоевым парам.

Неравномерное распределение дает лучшие результаты трассировки при большем числе переходных отверстий.

*Route Window* (Окно трассировки) -этот параметр позволяет автоматически трассировать контакты только внутри определенной области. Доступны две опции: Board" (целая плата) и "Region" (область). Если выбирается опция "Region", появляются дополнительные параметры:

*Any Pin Inside* -любой контакт внутри области. Программа PC-ROUTE пытается развести цепи, у которых хотя бы один контакт принадлежит указанной области;

*Entire Subnet Inside* -целая цепь внутри области. Программа PC-ROUTE пытается развести только цепи, у которых оба контакта принадлежат указанной области.

Естественно, необходимо задать границы области координатами нижнего левого угла (llx, lly) и правого верхнего угла (urx, ury). Определение окна трассировки полезно, если предполагается повторная трассировка с коррекцией вручную.

*Generate Stringers* (Генерация "стрингеров") -включение/отключение автоматической генерации стрингеров для планарных компонентов. Стрингера генерируются только для планарных компонентов при наличии по крайней мере двух разводимых слоев. Отключить генерацию (параметр No) целесообразно, если есть необходимость вводить стрингеры вручную. Рекомендуется оставлять значение по умолчанию - Yes.

*Eliminate Acute Angles* (Удаление острых углов) -включение/выключение режима удаления острых углов трассированных проводников. При включении (параметр Yes) удаляются острые углы у всех проводников, включая предварительно размещенные. Цепи, определенные как неизменяемые или имеющие атрибут Ignore, не исправляются. Рекомендуется оставлять значение по умолчанию - Yes.

**2. Edit rip-up parameters** (редактирование параметров алгоритма Rip -up) - позволяет изменить параметры модуля RIP-N-ROUT (число проходов алгоритма Rip-up и оптимизатора, использование метод захвата трасс и минимизации изгибов проводников) с помощью подменю:

```
      Edit Ripup Parameters for strategy .....
Number of Maze Routing Passes (число проходов алгоритма "лабиринт")
      Normal: 0
      Ripup: 1
      Optimize: 2
Perform trace hugging: No (выполнение "захвата"трасс)
Penalize corners:      Yes      (уменьшение количества изгибов)
Costs:                  (веса)
```



```
Cost to rip up 1 subnet:      1
Cost to re-use ripped up grid: 5
Optimizer via cost:          40
Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [END] detail;
[ESC] quit.
```

Пункты этого меню имеют следующий смысл.

*Number of Maze Router Passes* (Число проходов алгоритма "лабиринт") – количество проходов каждого из указанных ниже алгоритмов. Все они используются в качестве разновидностей алгоритма "лабиринт", приспособленных для решения определенных задач.

*Normal* - эквивалентен параметру *of Maze Router Passes*", описанному на стр. 000, и в данное меню введен для удобства. Этот параметр определяет, сколько раз программа PC-ROUTE будет разводиться каждую цепь, не используя алгоритм Rip-up. Если планируется использовать алгоритм Rip-up, рекомендуется выполнить один проход лабиринтового трассировщика. Поскольку лабиринтовый трассировщик работает быстрее, чем алгоритм Rip-up, при первом проходе он разведет "легкие" цепи также хорошо, как и Rip-up, оставив на долю алгоритма Rip-up только те цепи, которые сам не в состоянии развести.

*Ripup* - определяет количество проходов трассирования каждой цепи алгоритмом Rip-up. Рекомендуется использовать один проход алгоритма Rip-up, независимо от числа проходов трассировщика "лабиринт". Если лабиринтовый трассировщик сумеет развести все проводники, алгоритм Rip-up не будет выполняться. Если лабиринтовый трассировщик не справился с разводкой определенных цепей, алгоритм Rip-up начнет перемещать уже введенные проводники (за исключением принадлежащих определенным классам) таким образом, чтобы образовались каналы для трассировки этих проводников. Алгоритм Rip-up никогда не уменьшает общего числа разведенных проводников. Если задано несколько проходов алгоритма Rip-up, каждый проход будет чередоваться с проходом оптимизатора. Оптимизатор, уменьшая общее число переходных отверстий, облегчает очередной проход алгоритма Rip-up. Работа алгоритма Rip-up зависит также от двух весовых множителей, описываемых ниже.

*Optimize* - количество перетрассировок каждой цепи для уменьшения числа переходных отверстий. Оптимизатор пытается также развести цепи, оставшиеся после предыдущих проходов, даже если это приведет к увеличению числа переходных отверстий. Основной подход работы оптимизатора состоит в присвоении переходным отверстиям очень большого веса и перетрассировки всех цепей (за исключением цепей, принадлежащих определенным классам). Уменьшение числа переходных отверстий облегчает трассировку оставшихся цепей. Оптимизатор также никогда не ухудшает результаты трассировки. Если задано несколько проходов оптимизатора, каждый проход будет чередоваться с проходом алгоритма Rip-up. Увеличение числа проходов оптимизатора приводит к уменьшению количества переходных отверстий и более полной разводке. Поэтому число проходов оптимизатора может быть больше, чем у алгоритма Rip-up. Работа оптимизатора также зависит от двух весовых множителей, описываемых ниже (см. опции "Costs"). Необходимо отметить, что цепи с приоритетом "или предварительно размещенные цепи, определенные как неизменяемые, не оптимизируются.

*Perform trace hugging* - выполнять "захват" трасс. Если эта опция включена, программа PC-ROUTE пытается проводить трассы таким образом, чтобы они повторяли контур ближайшего разведенного проводника. К достоинствам этого метода можно отнести более компактную укладку проводников и экономию пространства платы. К недостаткам – возможную блокировку контактов. При возникновении блокировки, т.е. отсутствия возможности трассировки контакта, может быть особенно полезен модуль RIP-UP.

*Penalize corners* - уменьшение количества изгибов проводников. При включение этой опции за каждый изгиб проводника налагается небольшой "штраф". Если существует несколько способов соединения трассируемых контактов, выбирается тот, который характеризуется меньшим "штрафом". Очевидно, это требование вступает в противоречие с параметром "захват" трасс (*hugging*), у которого более высокий приоритет.

*Costs* - веса. Выбор этого параметра позволяет присвоить веса, с помощью которых контролируется выполнение модулей RIP-UP и Optimizer. Рекомендуются следующие значения весов:

– *Cost to ripup one subnet* – вес разрыва одной цепи – в 1...5 раз больше, чем

вес переходного отверстия лабиринтового трассировщика;

– Cost to reuse ripped up grid –вес для использования пространства, освобожденного в результате работы алгоритма RIP-UP –от 1/3 до 1/5 веса алгоритма RIP-UP;

– Optimizer via cost –вес переходных отверстий для оптимизатора. Определяет вес переходных отверстий во время первого прохода оптимизатора. Рекомендуемое значение чуть больше (на 5...10) обычного веса переходного отверстия.

**3. Редактирование описаний контактных площадок (Editing Pad Descriptions).** Каждый тип вывода компонента в исходной базе данных, созданной с помощью графического редактора PC-CARDS, должен иметь описание соответствующей контактной площадки. Эта информация необходима программе PC-ROUTE для определения формы и размеров каждой контактной площадки, минимальных зазоров между контактами, проводниками и переходными отверстиями. Необходимо также указать, какие типы контактов соединяются с внутренним проводящим слоем. Для автоматического переноса описаний контактных площадок в файл стратегии из исходной базы данных ПП можно использовать утилиту Pad Builder (Конструктор контактных площадок). Коррекция описаний контактных площадок, а также задание описаний вручную выполняется с помощью средств редактирования, описанных ниже.

*Меню описания контактных площадок имеет вид:*

```
Edit pad descriptions for strategy ...
                                     Connected to inner plane: No
                                     (соединение с внутренними слоями)
Pin type: 0 Pad shape: Circle Diameter: 100
      (тип вывода) (форма площадки) (диаметр)
```

Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [ESC] quit.

Сначала указывается наличие соединения с внутренним слоем, затем задается номер типа вывода (Pin Type), после чего выбирается соответствующая данному типу форма контактной площадки. Форма контактной площадки (Pad Shape) может быть круглой (Circle), квадратной (Square), прямоугольной (Rectangle) или комплексной (Complex). Для круглой площадки необходимо задать диаметр, для квадратной –длину стороны, для прямоугольной –высоту и ширину. Длина стороны квадрата или прямоугольника обязательно должна быть четным числом (в единицах DBU). Если задается нечетное число, программа автоматически округляет длину стороны до следующего четного значения.

Если возникает необходимость использовать несколько форм для описания одной контактной площадки или требуется, чтобы контактная площадка определенного типа имела разную форму на разных слоях, выбирается форма Complex. Описание контактной площадки как комплексной позволяет определить комбинацию нескольких форм. Можно определить разные формы на разных слоях. Каждая форма контактной площадки необязательно должна центрироваться относительно расположения вывода. Ниже показано подменю определения параметров комплексной контактной площадки:

```
Center
Shape      Layer      X      Y      Size
-----
CIRCLE     ALL      0      0      Diameter: 100
```

Доступны следующие опции:

Shape –форма контактной площадки (CIRCLE, SQUARE, RECTANGLE);

Layer –слой, с которым будет связана данная контактная площадка (ALL, COMP, SOLDER);

Center –координаты x и y, определяющие смещение вывода компонента относительно центра контактной площадки. Для центровки необходимо для задать нулевые значения x и y;

Size –размеры контактной площадки.

Если предполагается ввести внутренний проводящий слой, необходимо определить, выводы каких типов с ним связаны. Программа PC-ROUTE рассматривает все выводы компонентов, относящихся к данной цепи, которые подключены к внутреннему проводящему слою, соединенными между собой. Однако программа будет подсоединять к внутреннему проводящему слою и логически эквивалентные выводы компонентов, на схеме непосредственно к нему не подключенные. Определить связь с внутренним проводящим

слоем можно в первом пункте меню to inner plane" (выбор Yes/No).

4. **Редактирование правил монтажа проводников** (Edit wiring rules). Правила монтажа используются для определения ширины проводников и величин зазоров. Для каждого значения ширины должно быть определено особое правило монтажа. Это требование распространяется также и на предварительно размещенные проводники. Ссылки на правила монтажа осуществляются при определении классов цепей (см. п. 5). Определяются следующие три типа зазоров: "проводник-проводник" (line-to-line) для вычисления минимально возможного расстояния между проводниками; "проводник-контактная площадка" (line-to-pad) для вычисления минимального расстояния между проводниками и переходными отверстиями, выводами компонентов, а также барьерами; "контактная площадка-контактная площадка" (pad-to-pad) для вычисления минимального расстояния между разными переходными отверстиями, выводами компонентов и барьерами (см. рис.6.7). Меню содержит список определенных правил монтажа, которые могут изменяться или удаляться пользователем. Программа PC-ROUTE не позволяет удалять те правила монтажа, на которые ссылаются классы цепей. Это меню имеет вид:

```
      Edit wiring rules for strategy .....
Pad/Pad Clearance: 25 (величина зазора)
Rule           Trace           Line/Line           Line/Pad
Name           Width           Clearance           Clearance
(имя           (ширина           (зазор проводник/   (зазор проводник/
правила)       проводника)       проводник)          контактная площадка)
-----
DEFAULT        25             25                 25
Enter rule; [RETURN] to accept; [F1] help; [HOME] pad/pad clear;
[ESC] quit.
```

Каждое правило монтажа содержит следующие опции:

*Rule Name* (имя правила) –каждое правило должно иметь имя. По нему будет осуществляться ссылка из классов цепей. Рекомендуется присваивать имя DEFAULT правилу, определяющему значение ширины проводника, наиболее часто встречающейся в схеме.

*Trace Width* –значение ширины проводника.

*Line/Line* –величина зазора типа "проводник-проводник".

*Line/Pad* –величина зазора типа "проводник-контактная площадка".

Для задания зазора Pad/Pad (контактная площадка/контактная площадка) используется клавиша [Home].

5. **Редактирование определения классов цепей** (Edit net class definitions). Определение классов цепей позволяет управлять одновременно группой цепей. Например, этот параметр позволяет трассировать разные цепи проводниками разной ширины, запрещать трассировку определенных цепей, устанавливать очередность трассировки цепей, ограничивать возможность трассировки определенных цепей конкретными слоями или определять предварительно размещенные цепи как неизменяемые. Доступны два меню: *меню выбора классов цепей* и *меню редактирования классов цепей*. Первое меню используется для выбора необходимых классов цепей:

```
      Edit net class definitions for strategy PCAD1
      Net class name
      DEFAULT

Wiring rule
Priority
Allow
Layers
Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [INS] insert;
[ESC] quit.
```

В этом меню выводится список всех определенных классов цепей. Порядок следования классов в списке важен –если цепь принадлежит нескольким классам, программа автоматически назначит тот класс, который расположен выше остальных в списке и при этом выдаст соответствующее предупреждение в файл сообщений. Последний класс в списке всегда DEFAULT и он содержит все цепи, не отнесенные к другим классам. Следует обратить особое внимание на значения параметров класса DEFAULT, поскольку большинство цепей будут трассироваться в соответствии с параметрами именно этого

класса.

Для определения нового класса нажимается клавиша [Ins]. Новому классу необходимо присвоить имя и затем в меню редактирования определить параметры. Возможно создавать до 16 различных классов цепей. Для изменения параметров уже существующего класса нужно выделить с помощью клавиш перемещения курсора его имя и нажать [Return]. Затем в меню редактирования задать необходимые значения параметров. Меню редактирования содержит следующие параметры:

*Wiring Rule* (правило монтажа) – определяет ширину проводников и величины зазоров, которые программа PC-ROUTE будет использовать при трассировке цепей данного класса (см. выше *wiring rules*). Если цепь содержит предварительно размещенные проводники, то их ширина не ограничивается шириной, определенной в правиле, связанном с данным классом, а может принимать любое значение при условии, что существует правило, в котором оно определено.

*Priority* (приоритет) –используется для определения приоритетов при трассировке цепей, принадлежащих к определенным классам. Возможные значения приоритетов: " (высокий), " (средний), "Low" (низкий), " (отсутствует) и " (игнорировать). Обычно программа PC-ROUTE трассирует цепи в порядке снижения приоритетов соответствующих классов. Так первыми трассируются цепи класса, имеющего приоритет ". Однако, возможны исключения. Так цепи, трассируемые с помощью алгоритма "память", размещаются всегда первыми (см. выше опцию *Memory Route*). Широкие цепи также размещаются прежде узких.

*Allow router to alter preroute* (позволить трассировщику менять предварительно размещенные проводники) –используется для защиты от изменений предварительно размещенных проводников. Если установлен параметр Yes, то цепи данного класса воспринимаются как сгенерированные трассировщиком и могут перемещаться, оптимизироваться, сглаживаться. Трассировщик в этом случае будет удалять антенны, петли, резервные линии. Если же установлено значение No, цепи данного класса воспринимаются как неизменяемые или имеющие приоритет "Ignore". Единственное отличие от класса с приоритетом " заключается в том, что все несоединенные части данной цепи в этом случае будут все-таки соединены.

*Layers* - используется для ограничения возможности трассировки цепей данного класса определенными слоями.

*Type of class* - позволяет определить, какие цепи будут принадлежать данному классу. Возможны следующие опции: *List*" (список цепей), *List*" (список позиционных обозначений компонентов), *List*" (список компонентов) и " (окно). При манипуляции с этими списками можно добавлять, изменять, удалять имена. Списки могут иметь практически неограниченное число имен. Шаблоны типа "\*" или "?" также могут использоваться в именах. Ниже приводится описание этих списков:

*Net List* –вводятся имена цепей, принадлежащих данному классу;

*Desg List* –вначале с помощью клавиши [Пробел] выберите параметр *Net*" (любая цепь) или *Nets*" (общие цепи). Затем введите список позиционных обозначений компонентов (например, R25, C13). Параметр "Any Net" обозначает, что данный класс включает все цепи, связанные с указанными компонентами; "Common Nets" обозначает, что данный класс включает только цепи, общие для указанных компонентов;

*Comp List* –вначале с помощью клавиши [Пробел] выберите параметр *Net*" (любая цепь) или *Nets*" (общие цепи). Затем введите список типов компонентов (например, KT315, 155LA3).

*Window* –вначале с помощью клавиши [Пробел] выберите параметр *Pin Inside*" (один контакт внутри) или *Pins Inside*" (все контакты внутри). Опция *Pin Inside*" означает, что данный класс будет содержать все цепи, имеющие хотя бы один контакт внутри указанной области. Опция *Pins Inside*" означает, что данный класс будет содержать только цепи, все контакты которых принадлежат указанной области. Необходимо также ввести координаты окна: левый нижний угол (l1x, l1y) и правый верхний угол (urx, ury).

Ниже приведем перечень типовых задач, в которых использование классов цепей наиболее целесообразно, и некоторые рекомендации.

1) Трассировка цепей питания и общих цепей более широкими проводниками, чем остальные цепи. Для этого создайте правило монтажа проводников нужной ширины и определите класс цепей, основанный на списке имен цепей питания и общих цепей, которые будут трассироваться по этому правилу.

2) Трассировка "перегруженных" контактами частей схемы (например, разъемов) в первую очередь. Такой подход иногда дает более полную трассировку. В этом случае создается класс, связанный со списком позиционных обозначений соответствующих компонентов, и ему присваивается наивысший приоритет ". Или, если все компоненты имеют сходные имена (например, разъёмы обозначаются как CONN), можно связать класс со списком компонентов.

3) Игнорирование при трассировке общих цепей и цепей питания. Для этого создается класс, основанный на списке имен цепей и устанавливается приоритет ", а в список вводятся имена общих цепей и цепей питания.

4) Трассировка только синхронизирующих цепей. Для этого создается класс, основанный на списке имен цепей; этот класс связывается с выбранным правилом монтажа, а в список вводятся имена синхронизирующих цепей. Необходимо также установить приоритет "Ignore" в классе DEFAULT, что заставит программу разводиться только синхронизирующие цепи и игнорировать трассировку всех остальных цепей.

5) Трассировка только части цепей, не критичных к длине проводников.

После трассировки вручную критичных частей цепей (например, синхронизирующих цепей), необходимо присвоить параметру router to alter preroute" в классе DEFAULT значение No. Программа после этого будет трассировать все остальные цепи, не изменяя размещенных цепей.

**6. Редактирование описания слоев (Edit layer descriptions).** Описание слоев необходимо в следующих случаях. Можно задать количество трассируемых слоев отличным от общего количества слоев ПП, задать предпочтительное направление трассировки для каждого из трассируемых слоев, подобрать значения весов, используемых алгоритмом "лабиринт". Для начинающих пользователей можно использовать те значения, которые программа PC-ROUTE использует по умолчанию. В этом случае нет необходимости вызывать это меню и изменять значения параметров.

Меню редактора описания слоев имеет вид:

```
                Edit Layers for strategy ....
Total layers      2                Routing layers      2
(общее количество слоев)      (количество трассируемых слоев)
Through via cost  30              Interstitial via cost  30
(вес сквозных переходных      (вес межслойных переходных
отверстий)                    отверстий)
                                Layer Table (таблица слоев)
                                Costs (веса)
#   Name           Type                N/S      E/W
1   COMP           East/West                4         1
2   SOLDER         No preferred direction   1         4
Enter parameter; [RETURN] to accept; [F1] help; [ESC] quit.
```

В меню доступны следующие опции.

*Total layers* (общее количество слоев) — позволяет определить общее число слоев для трассировки. Обычно оно равно числу слоев, определяемому параметром of Routing Layers" (число трассируемых слоев, см. выше). Однако, если необходимо предварительно разместить проводники на конкретных слоях, а затем запретить программе использовать эти слои для автоматической трассировки, то общее число слоев может быть больше. Например, для ПП, содержащей 6 слоев, можно выбрать два слоя для размещения вручную общих цепей и цепей питания, тогда общее количество слоев будет равно 6, а количество разводимых слоев — 4.

*Routing layers* (количество трассируемых слоев) — дублирует параметр "Number of Routing Layers" в меню the Routing Parameters" (см. выше). Введен в данное меню для удобства.

*Through via cost* (вес сквозных переходных отверстий) — позволяет выбирать между числом сквозных переходных отверстий и длиной проводников. Более подробное описание в пункте Via Cost and Interstitial Via Cost". Этот параметр появляется в меню только тогда, когда параметру Type" присвоено значение "или ".

*Interstitial via cost* (вес межслойных переходных отверстий) — позволяет выбирать между числом межслойных переходных отверстий и длиной проводников. Более подробное описание в пункте Via Cost and Interstitial Via Cost". Этот параметр появляется в меню только тогда, когда параметру Type" присвоено значение "или ".

*Layer Table* (таблица слоев) — вводится одна запись на каждый слой. Каждая

запись содержит следующие поля:

Name (имя) —указывается имя слоя из базы данных, определенное в редакторе PC-CARDS. Для изменения слоя нужно ввести имя нового слоя в соответствующем поле.

Type (тип) —если данный слой относится к трассируемым, то в этом поле указывается предпочтительное направление трассировки на данном слое. Если слой нетрассируемый, в этом поле все время выводится значение routing" (нетрассируемый).

Costs (веса) —используется для запрещения или ограничения определенных направлений трассировки на определенных слоях. Для запрещения необходимо установить значение 0, что воспринимается программой как бесконечно большой вес. Например, значение 0, введенное для направления N/S (север/юг) означает, что на данном слое не будут генерироваться вертикальные проводники.

*Примечания:* 1. При изменении веса необходимо помнить, что предпочтительное направление трассировки всегда должно иметь наименьший вес. Поскольку ошибки в назначении весов могут привести к сильному ухудшению результатов трассировки, рекомендуется, особенно начинающим пользователям, не изменять значения весов, назначаемых по умолчанию.

2. Значения параметров layers"и layers" автоматически отражают изменения, произведенные в таблице слоев.

3. Если диагональная трассировка запрещена (см. параметр Diagonal Route"), то предпочтительные направления ограничены направлениями север/юг и запад/восток.

**Сохранение изменений в стратегии трассировки.** После завершения редактирования стратегии и выходе из основного меню, в нем появляются дополнительные опции, позволяющие подтвердить произведенные изменения:

Select option for saving the strategy just edited:

>> Save under current name << (сохранить с текущим именем)

Save under new name (сохранить с новым именем)

Do not use or save (не использовать и не сохранять)

[SPACE] options; [RETURN] to accept; [F1] help; [ESC] cancel save.

Эти опции имеют следующий смысл:

*Save under current name* (сохранить с текущим именем) —позволяет редактировать текущую стратегию. Программа PC-ROUTE не позволяет изменять стратегию с именами типа PCAD\*.

*Save under new name* (сохранить с новым именем) —создает новый файл стратегии, для чего необходимо ввести имя файла. Если такой файл уже существует, появится сообщение об ошибке.

*Do not use or save* (не использовать и не сохранять) —отменяет все сделанные изменения.

## 6.6. Выполнение автоматической трассировки соединений

После выбора в основном меню программы PC-ROUTE опции Route (разд. 6.4) на экран выводится **меню трассировщика:**

```
PC-ROUTE
Routing Options
Route status: New route, nothing complete
>>          Start (начало)          <<
          Extract data (распаковка данных):          YES/
          NO
Route (трассировка):          NEW/RESTART/NO

Create routed database (создание базы данных YES/NO
результатов трассировки)

          Database name (имя базы данных ПП):
          *****
```

[SPACE] options; [RETURN] accept; [F1] help; [HOME] start; [ESC] quit.

Процесс трассировки разбивается в программе PC-ROUTE на три фазы:

1. Extract data (распаковка данных) —извлечение из входной базы данных ПП информации, необходимой для трассировки.

2. Route (трассировка) —непосредственная трассировка ПП, основанная на данных,

полученных на стадии распаковки.

3. Create routed database (создание базы данных результатов трассировки) – проложенные проводники и исходная база данных ПП объединяются для формирования выходной базы данных ПП.

Обычно при запуске на трассировку все три фазы выполняются автоматически. Любое изменение стратегии так же требует заново выполнить все три фазы. Однако, как показано ниже, может потребоваться выполнить только одну или две фазы. Строка статуса status” в верхней части меню показывает, какие фазы должны быть выполнены при трассировке ПП.

**Дополнительное меню** трассировщика имеет следующие поля:

*Start* - начать процесс трассировки в соответствии с параметрами, установленными в остальных полях меню.

*Extract data* - определяет, будет ли проводиться распаковка данных исходной базы. Если на этапе извлечения данных обнаруживаются грубые ошибки в исходной базе данных ПП или стратегии трассировки, процесс трассировки прерывается и выдаются соответствующие сообщения в файл протокола. Если ошибок нет, а программа выдает только предупреждения, то процесс трассировки не прерывается. Таким образом отдельно выполненная фаза распаковки позволяет обнаружить все выдаваемые программой предупреждения, не выполняя трассировки.

*Route* - выполняет только фазу трассировки. Возможные значения поля NO (не выполнять трассировку), NEW (выполнить трассировку с самого начала), RESTART (продолжить трассировку с того места, где она была прервана). Обычно выбирается NEW. Однако можно указать значение NO, если необходимо выполнить только стадию распаковки данных или если трассировка полностью завершена и планируется перейти к заключительной стадии создания выходной базы данных ПП. Значение RESTART указывается только в том случае, если процесс трассировки был прерван пользователем. Программа PC-ROUTE периодически сохраняет результаты работы на диске. Поэтому параметр RESTART можно указать, если, например, произошло неожиданное выключение компьютера во время трассировки.

*Create routed database* - определяет, будет ли создаваться выходная база данных ПП. Обычно эта фаза выполняется. Однако, если проводятся эксперименты с разными стратегиями и нет необходимости анализировать результаты в редакторе PC-CARDS, ее можно выключить.

*Database name* –определяет имя выходной базы данных ПП. По умолчанию ей присваивается имя для ссылок, указанное в пункте начального меню database name”, с расширением .PCB. Для изменения имени нужно в данном поле указать новое имя. Рекомендуется входным и выходным базам данных присваивать разные имена, иначе выходная база данных ПП уничтожит входную.

**Сообщения в процессе работы.** Во время трассировки программа PC-ROUTE выдает на экран дисплея ряд сообщений, смысл которых поясняется ниже.

1. Сообщения на этапе распаковки данных:

EXTRACTING DATABASE <имя базы данных> –распаковка базы данных ПП; выводится в течении всей фазы распаковки.

READING STRATEGY FILE –считывание файла стратегии; появляется, когда считывается и интерпретируется файл стратегии на этапе распаковки.

PROCESSING BOARD OUTLINE AND BARRIERS –обработка контура ПП и барьеров; появляется, когда обрабатывается контур ПП и барьеры.

PROCESSING NET <имя цепи> –обработка цепи; появляется, когда все контакты цепи обработаны, цепь разделена на части и предварительно размещенные части цепи также обработаны.

PROCESSING UNCOMMITTED PINS –обработка неподключенных контактов; появляется во время вывода информации о неподключенных контактах.

WRITING BARRIERS –запись барьеров; появляется, когда программа PC-ROUTE определяет, какие из контактов касаются барьеров, и завершает обработку информации о барьерах.

2. Сообщения на этапе трассировки. В начале фазы трассировки на экране появляются следующие сообщения:

READING STRATEGY FILE –считывание файла стратегии; появляется, когда считывается и интерпретируется файл стратегии на этапе трассировки.

READING EXTRACT FILE –считывание выделенного файла данных; появляется, когда

данные, полученные на этапе распаковки, интерпретируются на этапе трассировки.

READING SOLUTION FILE –считывание файла решений; появляется, когда считываются данные, полученные на предыдущем, прерванном пользователем прогоне фазы трассировки, при ее повторном старте.

ELAPSED TIME –текущее время выполнения; показывает время, затраченное центральным процессором с начала фазы трассировки.

Следом за перечисленными выше сообщениями появляется изображение разводимой ПП и, в зависимости от параметра Type", полная или краткая статистика трассировки. На рис. 6.8 показан пример вывода на экран данной информации. На нем приняты обозначения:

Database –имя исходной базы данных;

Strategy –текущая стратегия разводки;

Total Layers –общее число трассируемых слоев;

Total Subnets –общее число частей, на которые программа PC-ROUTE разбивает все цепи. В каждый момент времени трассируется одна часть цепи. В зависимости от наличия предварительно размещенных проводников программа PC-ROUTE использует разный алгоритм подсчета частей цепей, поэтому при повторной трассировке общее число частей будет при каждом проходе разное;

Elapsed Time –показывает текущее время с момента начала фазы трассировки;

Vias –показывает число переходных отверстий, сгенерированных программой PC-ROUTE;

Max Routed Subnets –показывает максимальное число разведенных частей цепей. Во время выполнения алгоритма Rip-up это число может временно отличаться от значения параметра Subnets" (см. ниже), поскольку часть цепей может перемещаться в процессе перетрассировки;

Routed Subnets –показывает число цепей, разведенных на текущий момент;

Percent Completed –показывает отношение количества разведенных цепей к общему числу цепей;

Algorithm –показывает название алгоритма трассировки, выполняемого в данный момент;

Route Layers –показывает имя слоя, разводимого в данный момент;

Current Net –показывает имя цепи, разводимой в данный момент;

Current Subnet –показывает имя части цепи, разводимой в данный момент;

Keyboard Status –показывает, какие клавиши можно использовать для взаимодействия с программой.

На изображение ПП выводятся следующие характеристики: контур ПП, барьеры, выводы компонентов, переходные отверстия, проводники, воздушные линии, волновой фронт. Контур ПП выводится всегда. Воздушная линия изображается пунктирной белой прямой, соединяющей начало и конец разводимой части цепи. Волновой фронт представляет собой набор точек, которые рассматриваются программой PC-ROUTE в качестве координат возможных вариантов прокладки конкретного проводника. Волновой фронт и воздушные линии выводятся только при определенных значениях параметра Type".

После окончательного завершения трассировки на экран дисплея выводится сообщение Route Complete [RC].

**Управление и прерывание фазы трассировки.** При нажатии клавиши [Esc] процесс трассировки приостанавливается и на экран выводится меню команд управления. Каждую команду можно выполнить с помощью соответствующих функциональных клавиш. Доступны следующие опции:

Wavefront –волновой фронт; определяет, будет ли отображаться волновой фронт на экране. Аналогично нажатие клавиши [Grey -].

Skip Subnet –прерывает трассировку текущей цепи. Этой командой целесообразно пользоваться, если очевидно, что цепь уже не может быть разведена и программа PC-ROUTE только зря теряет время. С клавиатуры может быть выполнена также путем нажатия клавиши [S].

Skip Pass –прерывает выполнение текущего алгоритма, но выполняет все следующие. Бывает полезно прервать выполнение первого прохода алгоритма Rip-up, чтобы следующий за ним оптимизатор открыл новые каналы трассировки перед вторым проходом алгоритма Rip-up.

Exit Router –прерывает процесс трассировки, но оставляет возможность всегда



продолжить его с этого же места при повторной трассировке (см. выше опцию " ).

Если пользователь запрашивал программу PC-ROUTE о создании новой базы данных ПП, появляется следующее сообщение:

Route was stopped by user. Create new database? Yes/No –  
Трассировка прервана пользователем. Создать новую базу данных?

**Сообщения на этапе создания базы данных после трассировки:**

CREATING ROUNED DATABASE <имя базы данных> –создание базы данных ПП после трассировки;

READING EXTRACT FILE –обработка распакованных данных;

READING STRATEGY FILE –считывание файла стратегии;

READING OLD DATABASE –считывание старой базы данных ПП;

READING SOLUTION FILE –проверка сгенерированных проводников и переходных отверстий;

WRITING NET <имя цепи> –запись в выходную базу данных ПП проводников и переходных отверстий;

SAVING NEW DATABASE –завершение создания выходной базы данных.

**Выходная база данных.** Выходная база данных ПП объединяет информацию входной базы данных с результатами работы трассировщика. Трассировщик PC-ROUTE генерирует следующую информацию во входную базу данных ПП: проводники и переходные отверстия; новые слои трассировки, если они были определены в файле стратегии, но отсутствовали в исходной базе данных; слой SCONT, на который выносятся воздушные линии, соединяющие контакты, которые программа PC-ROUTE не смогла развести.

**Файл сообщений.** Все три фазы работы трассировщика выводят соответствующие сообщения в файл с расширением .REP. К данной базе данных ПП программа PC-ROUTE записывает новую информацию после старой в конец файла, так что всегда есть возможность просмотреть результаты всех прогонов трассировщика. Файл сообщений выводится в текстовом виде и может просматриваться с помощью любого текстового редактора.

## 6.7. Сообщения об ошибках

Приведем перевод и описание сообщений об ошибках, которые могут появиться на экране или в файле сообщений PCROUTE.ERR в процессе работы с программой трассировки соединений PC-ROUTE. Каждое сообщение об ошибке имеет соответствующий идентификатор, который начинается с букв: A, B, C и D:

"–указывает, что ошибка обнаружена в процессе анализа исходной базы данных;

"–ошибка обнаружена в процессе трассировки;

"–ошибка обнаружена в процессе создания базы данных, содержащей результаты трассировки;

"–ошибка обнаружена в процессе работы программы-конструктора контактных площадок.

**A20.** Not enough memory available –не хватает памяти.

Причина: не хватает оперативной памяти для размещения данных исходного файла.

Действие: удалите из оперативной памяти лишние резидентные программы, удалите проложенные до трассировки проводники, относящиеся к большим цепям, так как объем запрашиваемой памяти прямо пропорционален размеру наибольшей цепи.

**A30.** Unable to access database –невозможен доступ к базе данных ПП.

Причина: база данных ПП возможно повреждена.

Действие: проверьте, есть ли на жестком диске свободное место, и исправен ли он.

**A100.** Unable to open strategy file <filename> –невозможно открыть файл стратегии.

Причина: Файл стратегии отсутствует или поврежден.

Действие: Заново создайте файл стратегии, используя редактор, и затем повторите операцию.

**A120.** Ivalid route type <type name> –STEINER assumed –ошибочный тип трассировки (имя) –выбирается STEINER.

Причина: файл стратегии содержит несуществующий тип разводки (не Steiner, Steiner-minvia, Minspan или Daisy chain).

Действие: отредактируйте файл стратегии и повторите операцию.

**A125.** Invalid via type <type name> -THRU assumed -ошибочный тип переходных отверстий -выбирается сквозное.

Причина: файл стратегии содержит несуществующий тип переходных отверстий (не межслойных и не сквозных).

Действие: файл стратегии поврежден, отредактируйте его и повторите операцию.

**A130.** Invalid unit of measurement <units> -MILS assumed -ошибочные единицы измерения -выбирается мил.

Причина: файл стратегии определяет несуществующие единицы измерения (не милы и не миллиметры).

Действие: файл стратегии поврежден, отредактируйте его и повторите операцию.

**A150.** Incorrect strategy file version -неправильная версия файла стратегии.

Причина: в файле стратегии пропущена или содержится ошибочная информация.

Действие: основной причиной появления этой ошибки является попытка использовать файл стратегии от ранних версий PC-ROUTE. Можно конвертировать файл стратегии в формат текущей версии, используя редактор стратегии.

**A170.** Strategy file and database have different measurement units -файл стратегии и база данных ПП имеют разные единицы измерения.

Причина: в файле стратегии и базе данных ПП определены разные единицы измерения (милы и миллиметры). Действие: единицы измерения, которые указываются в файле стратегии должны совпадать с теми, в которых создана база данных.

**A180.** Strategy file contains no pad description -в файле стратегии отсутствует описание контактных площадок.

Причина: при конвертировании файла стратегии из формата старой версии PC-ROUTE в формат новой могут удаляться старые описания контактных площадок.

Действие: используйте редактор стратегии для ввода необходимых описаний контактных площадок.

**A250.** Unable to open extract file <filename> -невозможно открыть файл данных.

Причина: невозможно создание на диске файла данных, выделенных из исходной базы.

Действие: проверьте, есть ли свободное место на диске. Удалите старые версии файлов данных.

**A260.** Unable to open database <database name> -невозможно открыть базу данных.

Причина: база данных отсутствует или повреждена.

Действие: проверьте, существует ли база данных с указанным именем. Используйте PC-CARDS для проверки правильности информации, содержащейся в базе данных ПП.

**A300.** Ignoring net class <name> due to undefined rule <name> - игнорируется класс цепей <имя класса>, ссылающийся на неопределенное правило трассировки <имя>.

Причина: указанный класс цепей ссылается на неопределенное правило трассировки.

Действие: укажите с помощью редактора стратегии существующее правило трассировки для данного класса цепей или опишите новое.

**A620.** Net <net name> found in to both class <name> and class <name> assigned to class <name> -цепь <имя> принадлежит одновременно классу <имя> и классу <имя> и отнесена к классу с большим приоритетом.

Причина: указанная цепь принадлежит сразу двум классам и отнесена к классу с большим приоритетом.

Действие: это только предупреждение. Убедитесь, что все классы цепей имеют желаемые приоритеты.

**A640.** Database has no subnets to route -в базе данных нет цепей для трассировки.

Причина: это сообщение может появиться по нескольким причинам. В базе данных ПП не определено ни одной цепи. База данных уже полностью трассирована. Всем цепям присвоен приоритет " (игнорировать), определенный в классах цепей.

Действие: проверьте, содержит ли база данных ПП неразведенные цепи. Убедитесь, что не всем цепям присвоен приоритет ". Данное предупреждение не мешает проводить операции "сглаживания" проводников и минимизации переходных отверстий.

**A700.** Pin in net <net name> is not a part of a component -контакт в цепи <имя> не является частью компонента.

Причина: внутренняя ошибка базы данных.

Действие: это сообщение не должно появляться, рекомендуется связаться с официальными распространителями пакета P-CAD.

**A710.** Pin at (<x> <y> ) IGNORED; outside of board outline –контакт с координатами (<x>, <y>) игнорируется, так как находится вне контура ПП.

Причина: указанный контакт находится вне контура трассируемой ПП возможно потому, что принадлежит неразмещенному на ПП компоненту.

Действие: переместите компонент внутрь контура ПП или измените контур ПП так, чтобы он охватывал все контакты компонента.

**A720.** Component <reference designator> pin at (<x><y>) padstack <padstack #> is undefined –у компонента <идентификатор> контакт с координатами (<x>, <y>) имеет неопределенную контактную площадку.

Причина: указанная контактная площадка не определена в файле стратегии.

Действие: добавьте в файл стратегии описание данной контактной площадки.

**A730.** More pins outside the board outline were IGNORED and not REPORTED –множество контактов вне контура ПП игнорируются.

Причина: множество контактов находятся вне контура ПП возможно потому, что принадлежат неразмещенным компонентам.

Действие: переместите компоненты внутрь контура ПП или измените контур платы так, чтобы он охватывал все контакты компонентов.

**A800.** Board outline is not a single rectangle, circle or polygon –контур ПП не отдельный прямоугольник, окружность или многоугольник.

Причина: контур ПП (слой BRDOUT) состоит из нескольких частей. Действие: исправьте контур ПП, чтобы он представлял собой либо отдельный прямоугольник, либо окружность, либо многоугольник.

**A810.** No board outline defined –контур ПП не определен.

Причина: контур ПП не задан.

Действие: используя PC-CARDS, задайте контур ПП.

**A1100.** Board outline polygon is open at (<x><y>) –контур ПП содержит разрыв в точке <x>, <y>).

Причина: контур ПП имеет разрыв в указанной точке. Действие: исправьте контур ПП, используя PC-CARDS.

**A1220.** Net <net name> has data on undefined layer <layer name> – цепь <имя> содержит данные на неопределенном слое <имя>.

Причина: исходная база данных содержит информацию (проводники, переходные отверстия и т. д.) на слое, который не определен в файле стратегии. В этом случае проводники, относящиеся к этому слою, будут игнорироваться.

Действие: определите слой в файле стратегии. Общее число слоев может быть больше, чем число разводимых слоев.

**A1230.** Ignoring bus on undefined layer <layer name> –игнорируется шина на неопределенном слое <имя>.

Причина: исходная база данных содержит шину на слое, который не определен в файле стратегии. В этом случае шина будет игнорироваться.

Действие: определите слой в файле стратегии. Вообще общее число слоев может быть больше, чем число разводимых слоев. Эту возможность можно использовать, если желательно, чтобы PC-ROUTE не размещал шины на определенных слоях.

**A1300.** No wiring rule for net <net name> prerouted trace width <width> –нет правила монтажа для цепи <имя>, содержащей предварительно размещенный проводник заданной ширины.

Причина: нет правила монтажа, в котором описывался бы проводник заданной ширины.

Действие: определите правило трассировки проводника указанной ширины. Это правило не нужно специально связывать с цепью, содержащей данный предварительно размещенный проводник.

**A1500.** Through vias used on layers <layer number> (<layer name>) and <layer number> (<layer name>) –сквозные переходные отверстия использованы на слое <номер слоя>(<имя слоя>) и слое <номер слоя>(<имя слоя>).

Причина: в файле стратегии описаны межслоевые переходные отверстия, но в базе данных ПП отсутствуют номера соответствующих контактных площадок.

Действие: используйте команду SCMD/LPAR редактора PC-CARDS для определения соответствия между парами слоев и контактными площадками межслоевых переходных

отверстий.

**A1510.** Layers <layer number> (<layer name>) and <layer number> (<layer name>) incorrectly paired in data base –слой <номер слоя>(<имя слоя>) и слой <номер слоя>(<имя слоя>) некорректно объединены в пару в базе данных ПП.

Причина: указанные слои объединены в пару в базе данных ПП, но не объявлены как пара в файле стратегии.

Действие: опишите нужную пару в файле стратегии или используйте команду SCMD/LPAR редактора PC-CARDS для коррекции пары в базе данных. В любом случае информация о парах в базе данных ПП должна соответствовать информации в файле стратегии.

**A1520.** Interstitial via not used. Defined with unused layer(s) – межслойные переходные отверстия не использованы, так как определены на неиспользованных слоях .

Причина: слои определены как пара в базе данных, но не использованы трассировщиком.

Действие: можно ничего не делать. Это только предупреждение, показывающее, что между базой данных ПП и стратегией нет полного соответствия.

**A1610.** Invalid padstack # <padstack #> in strategy file –ошибочное описание контактной площадки <номер> в файле стратегии.

Причина: в файле стратегии указан ошибочный номер контактной площадки.

Действие: файл стратегии поврежден. Отредактируйте его и повторите операцию.

**A1620.** Padstack <padstack #> not defined in strategy file –контактная площадка <номер> не определена в файле стратегии.

Причина: контакт или переходное отверстие в базе данных связан с определенным номером контактной площадки, но описание формы самой контактной площадки отсутствует в файле стратегии.

Действие: введите в файл стратегии описание контактной площадки.

**A2000.** Unable to open file <filename> –невозможно открыть файл <имя>.

Причина: ошибка при создании или открытии указанного файла.

Действие: проверьте, есть ли на диске свободное место и исправен ли он.

**A2005.** Unable to read from temporary barrier file –невозможно считать из временного файла.

Причина: ошибка при считывании из временного файла.

Действие: проверьте, есть ли на диске свободное место и исправен ли он.

**A2010.** Unable to write to temporary barrier file –невозможно записать во временный файл.

Причина: ошибка при записи во временный файл.

Действие: проверьте, есть ли на диске свободное место и исправен ли он.

**A3000.** Barrier touches more than one pin at (<x><y>) (<x><y>) – барьер касается более одного контакта в точках (<x> <y>), (<x> <y>) (см. A3005).

**A3005.** Barrier touches more than one pin at (<x><y>) –барьер касается более одного контакта в точке (<x> <y>).

Причина: поскольку барьер накрывает более одного контакта, он воспринимается как барьер для всех цепей, включающие эти контакты. В этом случае эти контакты не разводятся.

**A3200.** Pre-routed wire at (<x> <y>) is outside of the board outline –предварительно размещенный проводник (<x> <y>) расположен вне контура платы.

Причина: проводник находится вне контура ПП.

Действие: либо измените контур ПП, чтобы он охватывал все размещенные проводники, либо удалите их.

**A3300.** Pre-routed via at (<x> <y>) is outside board outline – предварительно размещенное переходное отверстие расположено вне контура платы.

Причина: переходное отверстие расположено вне контура ПП.

Действие: либо измените контур платы, чтобы он охватывал все размещенные проводники, либо удалите их.

**A3400.** Arc from (<x> <y>) to (<x> <y>) is outside board outline –сглаживающая дуга от(<x> <y>) до (<x> <y>) выходит за границы ПП.

Причина: дуга вне контура ПП.

Действие: измените контур ПП так, чтобы он охватывал все размещенные проводники

или удалите их.

**B102.** Invalid command line for PCROUTE3 –ошибочная командная строка для модуля PCROUTE3.

Причина: трассировщик не получил необходимые параметры в командной строке.

Действие: запустите заново модуль PCROUTE3, указав в качестве первого параметра имя базы данных ПП, а второго –имя файла стратегии.

**B205.** Unable to open strategy file <filename> –Невозможно открыть файл стратегии <имя>.

Причина: файл стратегии отсутствует или испорчен.

Действие: восстановите файл стратегии и повторите операцию.

**B210.** Strategy file not in Release 4.0 format –Файл стратегии не соответствует формату версии 4.0.

Причина: файл стратегии имеет другой формат.

Действие: используя редактор, конвертируйте файл стратегии в нужный формат.

**B400.** Unable to read from map swap file –Невозможно считать из файла карты.

**B405.** Unable to expand map swap file –Невозможно разместить файл карты.

**B410.** Unable to write map swap file –Невозможно записать в файл карты.

**B420.** Unable to open map swap file –Невозможно открыть файл карты.

Причина: ошибка при попытке обратиться к временным файлам на этапе трассировки.

Действие: проверьте, есть ли на диске свободное место и исправен ли он.

**B505.** Router was halted by user –Разводчик остановлен пользователем.

Причина: работа трассировщика прервана с клавиатуры.

Действие: по желанию можете запустить заново трассировщик, указав в меню режима пункт Route и затем Restart.

**B520.** Pass halted by user –Проход прерван пользователем.

Причина: текущий проход трассировщика прерван с клавиатуры. В этом случае трассировщик переходит к следующему алгоритму трассировки.

Действие: никаких действий не требуется.

**B600.** Error while accessing expanded memory –Ошибка при обращении к расширенной памяти.

Причина: PC-ROUTE не может обратиться к ранее доступной части расширенной памяти.

Действие: перезагрузите систему и инициализируйте расширенную память снова. Если ошибка сохраняется, удалите драйвер расширенной памяти и работайте, используя только обычную память.

**B700.** Unable to open file <filename> –Невозможно открыть файл.

**B705.** Unable to read from router work file –Невозможно считать данные из временного файла трассировщика.

**B710.** Unable to write to router work file –Невозможно записать во временный файл трассировщика.

Причина: ошибка при обращении к временным файлам на этапе трассировки.

Действие: проверьте, есть ли на диске свободное место и исправен ли он.

**B810.** Unable to open extract file <filename> –Невозможно открыть файл данных <имя>.

Причина: файл данных .RTE поврежден или удален.

Действие: повторите стадию выделения данных из базы для восстановления файла.

**B1200.** Not enough memory for <table name> –Не хватает памяти для <имя таблицы>.

Причина: не хватает оперативной памяти для размещения внутренних таблиц.

Действие: обеспечьте больший объем оперативной памяти для PC-ROUTE. Удалите все лишние резидентные программы.

**B1600.** No security device is connected –Не подключено устройство защиты.

Причина: устройство защиты подключено неверно.

Действие: проверьте правильность подключения устройства защиты.

**C2020.** Unable open extract file <filename> –Невозможно открыть файл данных <имя>.

Причина: файл данных .RTE отсутствует или поврежден.

Действие: запустите заново PC-ROUTE для восстановления файла данных.

**C2030.** Missing COUNTS record in extract file –Пропущена запись COUNTS в

файле данных.

Причина: файл данных .RTE отсутствует или поврежден.

Действие: запустите заново программу PC-ROUTE для восстановления файла данных.

**C2035.** Missing STAMP record in extract file –Пропущена запись STAMP в файле данных.

Причина: файл данных .RTE отсутствует или поврежден.

Действие: запустите заново программу PC-ROUTE для восстановления файла данных.

**C2040.** Missing BOARD record in extract file –Пропущена запись BOARD в файле данных.

Причина: файл данных .RTE отсутствует или поврежден.

Действие: запустите заново программу PC-ROUTE для восстановления файла данных.

**C2050.** Unable to allocate enough memory –Невозможно выделить необходимый объем памяти.

Причина: на этапе создания оттрассированной базы данных не хватает оперативной памяти для размещения внутренних таблиц.

Действие: удалите лишние резидентные программы и повторно запустите PC-ROUTE. Поскольку объем запрашиваемой памяти пропорционален размеру наибольшей цепи, можно отменить автоматическую трассировку больших цепей (обычно общих цепей и цепей питания).

**C2060.** Unable to open strategy file <filename> –Невозможно открыть файл стратегии <имя>.

Причина: файл стратегии отсутствует или поврежден.

Действие: восстановите файл стратегии с помощью редактора и повторите операцию.

**C2090.** Unable to open old database <database name> –Невозможно открыть исходную базу данных <имя>".

Причина: исходная база данных отсутствует или повреждена.

Действие: проверьте, есть ли исходная база данных (.PLC или PCB.) на диске. Используйте PC-CARDS для коррекции ошибок.

**C2095.** Extract and database stamps do not match –Выделенные и исходные данные не совпадают.

Причина: исходная база данных (обычно .PLC) была изменена после выделения из нее данных для трассировки.

Действие: это только предупреждение. Однако настоятельно рекомендуется не изменять исходную базу после выделения из нее данных для трассировки, так как это может привести к появлению ошибок.

**C2100.** Unable to add layer <layer name> –Невозможно добавить слой <имя>.

Причина: указанный слой не содержится в исходной базе данных и не может быть добавлен, так как при этом превышает допустимое число слоев.

Действие: удалите один или несколько слоев из исходной базы данных и повторите операцию.

**C2110.** Unable to open route solution file <filename> –Невозможно открыть файл результатов разводки <имя>.

Причина: файл результатов разводки .RTS отсутствует или поврежден.

Действие: запустите заново PC-ROUTE для восстановления файла.

**C2130.** Unable to write net <net name> –Невозможно записать цепь <имя>.

Причина: невозможно провести трассировку указанной цепи.

Действие: убедитесь, что на диске достаточно места для временных копий исходной и оттрассированной базы данных. Проверьте правильность описания указанной цепи. Отмените автоматическую трассировку этой цепи.

**C2140.** Unable to save new database <database name> –Невозможно сохранить полученную базу данных <имя>.

Причина: невозможно сохранить на диске оттрассированную базу данных.

Действие: убедитесь, что на диске достаточно места для сохранения базы данных.

**C2150.** Error while positioning route solution file –Ошибка при размещении файла результатов трассировки.

Причина: файл результатов трассировки .RTS поврежден.

Действие: повторите запуск PC-ROUTE для восстановления файла.

**C2160.** Error while reading route solution file –Ошибка при считывании файла результатов разводки.

Причина: файл результатов разводки .RTS поврежден.

Действие: повторите запуск PC-ROUTE для восстановления файла.

**C2170.** Unable to find pin at (<x>,<y>) in net <net name> –Невозможно найти контакт в точке (<x>,<y>) в цепи <имя>.

Причина: файл данных .RTE содержит контакт с указанными координатами, однако этот контакт не найден в исходной базе данных.

Действие: не изменяйте исходную базу после выделения из нее файла данных, перед стадией трассировки.

**C2175.** Buffer limits exceeded –Превышен размер буфера.

Причина: внутренний буфер, используемый для хранения данных, переполнен.

Действие: запустите трассировщик с другими параметрами или удалите некоторые, предварительно размещенные арки.

**C2180.** Database group access error –Ошибка при доступе к группе данных базы.

Причина: временная копия базы данных повреждена.

Действие: убедитесь, что на диске достаточно места для временных копий входной и выходной базы данных.

**C2190.** Error writing group to database –Ошибка при записи группы данных в базу.

Причина: на этапе трассировки невозможно записать некоторые данные в базу данных.

Действие: убедитесь, что на диске достаточно места для временных копий входной и выходной базы данных.

**C2200.** Error creating new database group –Ошибка при создании новой группы данных базы.

Причина: на этапе трассировки невозможно записать некоторые данные в базу.

Действие: убедитесь, что на диске достаточно места для временных копий исходной и полученной базы данных.

**C2210.** Net <net name> missing or out of order in database –Цепь <имя> отсутствует или находится не на своем месте в базе данных.

Причина: файл данных .RTE содержит цепь с указанным именем, однако эта цепь не найдена в исходной базе данных.

Действие: не изменяйте исходную базу данных после выделения из нее файла данных перед стадией трассировки.

**C2220.** Incorrect version number in strategy file –Неверный номер версии в файле стратегии.

Причина: файл стратегии не конвертирован в формат текущей версии.

Действие: используйте редактор для преобразования файла стратегии в соответствующий формат.

**C2230.** Missing LAYER record in strategy file –Пропущена запись LAYER в файле стратегии.

Причина: файл стратегии поврежден.

Действие: используйте редактор для восстановления файла стратегии.

**C2240.** Too many via definitions –ignoring extras –Слишком много описаний переходных отверстий, лишние игнорируются.

Причина: число описаний переходных отверстий в файле данных трассировщика превышает число описаний в исходной базе данных. Это обычно случается, если исходная база данных была изменена после выделения из нее файла данных для трассировки.

Действие: запустить заново трассировщик и повторить операцию выделения файла данных из исходной базы.

**D20.** Not enough memory available –Не хватает оперативной памяти.

Причина: конструктору контактных площадок не хватает оперативной памяти для размещения внутренних таблиц.

Действие: удалите лишние резидентные программы из памяти.

**D100.** Unable to read from file ROUTCTFL.CTF –Невозможно считать из файла ROUTCTFL.CTF.

**D120.** Unable to write to file ROUTCTFL.CTF –Невозможно записать в файл ROUTCTFL.CTF.

Причина: файл протокола ROUTCTFL.CTF отсутствует или поврежден.

Действие: если файл существует, удалите его, затем запустите заново PC-ROUTE

для создания нового файла.

**D200.** Invalid run command line –Ошибка при выполнении командной строки.

Причина: системная ошибка.

Действие: это сообщение не должно появляться. Если оно все же появилось, обратитесь к официальному распространителю системы P-CAD.

**D220.** Could not open report file <filename> –Невозможно открыть файл сообщений <имя>.

Причина: диск полон.

Действие: обеспечьте свободное место на диске.

**D260.** Unable to open database <filename> –Невозможно открыть базу данных <имя>.

Причина: база данных отсутствует или повреждена.

Действие: убедитесь, что база данных существует на диске. Проверьте с помощью редактора PC-CARDS правильность информации в базе данных.

**D262.** Unable to open old strategy file <filename> –Невозможно открыть исходный файл стратегии.

Причина: файл стратегии отсутствует или поврежден.

Действие: используйте редактор стратегии для восстановления файла.

**D264.** Unable to open new strategy file <filename> –Невозможно открыть полученный файл стратегии.

Причина: диск полон.

Действие: обеспечьте свободное место на диске.

**D350.** Incorrect strategy file version –Неверная версия файла стратегии.

Причина: файл стратегии не конвертирован в формат текущей версии PC-ROUTE.

Действие: используйте редактор стратегии для преобразования файла в нужный формат.

**D600.** Pad data ignored for pin type <n> layer <layer name> –

Данные для контактной площадки контакта <тип> на слое <имя> игнорируются.

Причина: форма контактной площадки для указанного типа контакта на данном слое содержит геометрию, отличную от окружности или прямоугольника.

Действие: с помощью редактора стратегии (меню Pad description) исправьте описание контактной площадки.

**D700.** No pad graphics found for pin type <n> –Форма контактной площадки для контакта <тип> не определена.

Причина: конструктор контактных площадок не может найти графики изображений контактных площадок для данного типа контакта.

Действие: проверьте, подключены ли контактные площадки к базе данных. Проверьте, содержит ли файл специальных символов ссылку на контактную площадку для данного типа контактов. Убедитесь, что слои, указанные конструктору контактных площадок, действительно содержат графику контактной площадки.

**D750.** Pin type <n> pad not defined on layer <n> –Контактная площадка для контакта <тип> не определена на слое <имя>.

**D760.** Via type <n> pad not defined on all layers –контактная площадка для переходного отверстия <тип> не определена на всех слоях.

Причина: конструктор контактных площадок не нашел графики ни для одного из разводимых слоев указанного типа контакта.

Действие: с помощью редактора стратегии (меню Pad description) дополните описание контактных площадок.

– 324 –

## 7. РАБОТА С УТИЛИТАМИ

### 7.1. Проверка принципиальных схем (PC-ERC)

После создания чертежа принципиальной электрической схемы целесообразно с помощью программы PC-ERC выявить синтаксические ошибки, исправить их и затем приступить к моделированию или разработке ПП.

Входным файлом программы PC-ERC служит файл списка электрических связей .NLT или .XNL (рис. 1.1), результаты проверки принципиальной схемы заносятся в текстовый файл с расширением .ERC. После вызова программы PC-ERC командой



>pcerc

на экран выводится начальное меню обычного вида:

```
Options
Configure PC-ERC
>> Run PC-ERC      <<
Exit PC-ERC
```

Сначала нужно выбрать режим PC-ERC" и выбрать необходимые проверки:

```
Configure Engineering Rules Check
REPORT
1. Floating Pins                      Yes
2. Nets with one or no connections    Yes
3. Nets with no Input pins            Yes
4. Nets with no Output pins           Yes
5. Nets with more than one Output pin Yes
6. Nets with no pullup resistor       Yes
7. Components with all Input pins tied together Yes
8. Packaging consistency check         Yes
9. Page connector cross reference     Yes
10. Attribute Summing                 No
Press: [SPACE] for the next option; [RETURN] to accept
```

Эти проверки выявляют следующие возможные ошибки:

1. **Floating Pins** –“плавающих”выводов (при этом компоненты, имеющие атрибут PCERC=SPARE, игнорируются);
2. **Nets with one or no connections** –цепей, никуда не подсоединенных или имеющих только одно соединение;
3. **Nets with no Input pins** –цепей, не подключенных к входным выводам компонентов;
4. **Nets with no Output pins** –цепей, не подключенных к выходным выводам компонентов;
5. **Nets with more than one Output pin** – цепей, подключенных более чем к одному выходному выводу;
6. **Nets with no pullup resistor** – цепей, подключенных к логической шине с открытым коллектором без резистора нагрузки;
7. **Components with all Input pins tied together** –компонентов, все входные выводы которых соединены вместе;
8. **Packaging consistency check** –несогласованности в информации об упаковке компонентов;
9. **Page connector cross reference** – правильность расстановки указателей соединения страниц;
10. **Attribute Summing** – суммирование численных значений атрибутов.

Собственно проверка схемы осуществляется в режиме "Run PC-ERC".

Сначала по запросам программы указывается имя файла соединений (ему по умолчанию присваивается расширение .XNL) и имя выходного файла (по умолчанию устанавливается имя входного файла с расширением .ERC):

```
Netlist Filename      : <имя файла>[.XNL]
Rules Check Report File:
```

Enter the filename; Press [Return] to accept; [Esc] to cancel.

Заметим, что во всех проверках игнорируются символы внутреннего содержания иерархических схем. Во всех проверках, за исключением проверки 9, игнорируются компоненты, имеющие код идентификации 0 или -1 (разд. 2.3).

В выходном файле приводится список количества ошибок каждого вида и их подробное описание. Приведем пример выходного файла:

```
*****
*   Program   :   PC-ERC version 4.50           *
*   Date      :   Nov 14 1992                  *
*   Time      :   04:59:48 PM                   *
*   File In   :   ADDN.NLT                      *
*   File Out  :   ADDN.ERC                      *
*   Format    :   PC-ERC OUTPUT LIST           *
*****
```

```

[ MESSAGES ]
[ 15] Attribute not found: PRT
[ REPORT SUMMARY ]
1. Floating Pins                                0
2. Nets with one or no connections             13
3. Nets with no Input pins                     5
4. Nets with no Output pins                   10
5. Nets with more than one Output pin         0
6. Nets with no pullup resistor               0
7. Components with all Input pins tied together 1
8. Packaging consistency check                  10
9. Page connector cross reference             0
Number of components processed                 12
Number of nets processed                      30
Number of sheets processed                    1
Number of macros processed                    0
Number of components not processed            0
Number of spared components                   0
Number of components with floating pins       0
Number of floating input pins                 0
Number of floating output pins                0
Number of floating I/O pins                   0
Number of floating OC pins                    0
Number of unpacked components                 10
Number of duplicate reference designators     0
Number of gate/part mismatches                0
[2. Nets with one or no connections ]
Nets      Pins      Component      Pathname
----      -
Y4        B4:11      555IM6:UC000047:D2
Z1        S1:4      555IM6:UC000048:D6
X1        A        555LL3:UC000049
[3. Nets with no Input pins ]
Nets      Pins      Component      Pathname
----      -
Z1        S1:4      555IM6:UC000048:D6
[4. Nets with no Output pins ]
Nets      Pins      Component      Pathname
----      -
Y4        B4:11      555IM6:UC000047:D2
Y1        B1:6      555IM6:UC000047:D2
V         B        555LL3:UC000049
LO        B1:6      555IM6:UC000048:D6
[7. Components with all Input pins tied together ]
Pathname
Component      Net      Pins
-----
133LA3:UC000057      D5
                                     B
[8. Packaging consistency check ]
< Unpacked Components >
Component      Pathname
-----
555LL3:UC000049
133LI1:UC000058

```

Выявленные ошибки исправляются с помощью графического редактора PC-CAPS (гл. 2).

**Режим командной строки.** Основное достоинство этого режима состоит в том, что можно создать несколько файлов конфигурации, настроенные на разные виды проверок схемы, и затем загружать их по своему усмотрению. Полный формат командной строки

имеет вид:

```
>rserc [<имя входного файла> [<имя выходного файла>]] [-с <имя файла конфигурации>]
```

Если не задать имя входного файла, программа перейдет в интерактивный режим, загрузив указанный файл конфигурации. В качестве расширения имени входного файла по умолчанию принимается .NLT или .XNL. Если существуют файлы с обоими расширениями, берется файл с расширением .XNL.

Выходному файлу по умолчанию присваивается имя входного файла с расширением .ERC.

Параметр -с означает, что загружается файл конфигурации с указанным именем. Для создания файла конфигурации следует ввести командную строку с указанием его имени:

```
>rserc -с <имя файла конфигурации> После вызова программы следует в начальном меню выбрать режим
```

Configure PC-ERC, ввести необходимые изменения в наборе проверок и подтвердить необходимость сохранения на диске файла конфигурации, который теперь можно указывать в командной строке.

**Сообщения об ошибках.** Программа PC-ERC формирует сообщения об ошибках двух категорий: ошибки интерактивного режима и ошибки системы и программы. Ошибки интерактивного режима и системные сообщения общие для все программ системы P-CAD, поэтому приведем здесь только сообщения об ошибках в данных, которые заносятся в файл с расширением .ERC.

1. Cannot identify packaging section.

*Причина:* номера выводов указанного компонента не согласуются с номерами выводов секций УГО.

*Действия:* проверить и исправить номера выводов с помощью команды SCMD/PNUM редактора PC-CAPS.

2. Exceed maximum number of unpacked component&

*Причина:* выявлено слишком много компонентов, не упакованных в корпуса (в выходном файле их указывается не более 100).

*Действия:* исключить из конфигурации данную проверку или произвести упаковку компонентов.

3. Invalid attribute for summing: <ключевое слово>.

*Причина:* указанное ключевое слово имеет значение или значения, которые не могут быть просуммированы.

*Действия:* переопределить значение атрибута.

4. No keyword defined for attribute summing.

*Причина:* не определены ключевые слова атрибутов для суммирования.

*Действия:* определить ключевые слова атрибутов.

5. Page connector has invalid number of pins.

*Причина:* соединитель страниц имеет более одного вывода.

*Действия:* проверить соединитель страниц с помощью PC-CAPS.

6. Page connector has no net.

*Причина:* к выводу соединителя страниц не подключена ни одна цепь.

*Действия:* проверить подсоединение цепи к соединителю страниц.

## 7.2. Проверка печатных плат (PC-DRC)

Утилита PC-DRC проверяет разведенную базу данных ПП (файл с расширением .PCB) и определяет несоответствия между списком электрических соединений и реально проложенными проводниками, а также другие нарушения требований к проектированию ПП. Поэтому перед запуском программы PC-DRC целесообразно в программе PC-CARDS подключить к базе данных ПП файл контактных площадок .SSF. Программа PC-DRC вводит в базу данных ПП новые слои \$CONT и \$DRC, на которых отмечаются обнаруженные ошибки. Кроме того все ошибки заносятся в текстовый ASCII-файл с расширением .DRC.

Программа PC-DRC использует как метрическую, так и английскую систему единиц. Как и большинство утилит системы P-CAD, программа PC-DRC может работать как в диалоговом, так и в пакетном режимах. Для устойчивой работы программе PC-DRC требуется свободное место на жестком диске по крайней мере в три раза больше, чем сама база данных ПП.

Перед поиском в базе данных ПП возможных ошибок необходимо вызвать программу PC-DRC командой

```
>pcdrc
```

и в основном меню программы

```
Options:
  Edit Design Rules
  Edit Check Passes
  Edit Ignore Parts List
>> Run PC-DRC          <<
  Exit PC-DRC
```

задать следующие параметры:

**Edit Design Rules** - редактирование правил проектирования, в соответствии с которыми будет осуществляться проверка. Данный пункт позволяет задать минимальные размеры и зазоры для компонентов, входящих в анализируемую схему, с помощью подменю:

```
PC-DRC Design Rules
Edit Design Rules Set:
  PCAD
  <имена списков правил проектирования>
```

Enter the design rules set; Press: [RETURN] to accept or [ESC] to exit.

На экран выводится перечень списков правил проектирования, стандартный перечень имеет имя PCAD. Для редактирования существующего списка правил следует подвести курсор к его имени и нажать [Return]. Для создания нового списка – подвести курсор на первую свободную строку ниже имени последнего списка и дважды нажать [Return], после чего на экран выводится следующий список правил проверки:

```
PC-DRC Design Rules
Edit Design Rules Set: <имя списка правил проверки>
Round pad size (минимальный диаметр контактной площадки) Nonround
pad size (мин. размер квадратной или другой не круглой
контактной площадки)
```

```
Via size ( мин. диаметр переходного отверстия)
Trace width (мин. ширина проводников)
Pad to pad spacing (мин. расстояние между контактными площадками)
Pad to trace spacing (мин. расстояние между контактными площад-
ками и проводниками)
Trace to trace spacing ( мин. расстояние между проводниками)
Pad to board edge spacing (мин. расстояние между контактными
площадками и контуром ПП)
Trace to board edge spacing (мин. расстояние между проводниками и
контуром ПП)
```

```
Units: Inches/MM
```

Enter the minimum value; Press: [RETURN] to accept or {ESC] to exit.

Значения параметров проверки вводятся в правой части экрана в соответствии с теми требованиями, которые задавались при трассировке соединений в программе PC-ROUTE (разд. 6.5).

После ввода каждого минимального размера нажимается клавиша [Return] и курсор переходит на следующую строку. Для изменения системы единиц следует, находясь на последней строке Trace to board edge spacing, нажать клавишу Ì, после чего курсор высветит строку Units, содержание которой переключается клавишей [Пробел]. После этого следует закончить редактирование последней строки.

Сохранение нового или измененного списка правил производится нажатием клавиши [Esc], и подтверждение этого в ответ на запрос программы (если сохранение не подтверждается, то изменения будут сохранены только в течение текущего сеанса работы с программой PC-DRC). Списки правил проверки заносятся в файл PCDRC.RUL. Для удаления списка правил проверки следует к его имени подвести курсор, нажать [Пробел] и [Return] и утвердительно ответить в ответ на запрос программы.

**Edit Check Passes** – редактирование проходов проверки. Позволяет определить, какие слои в базе данных ПП будут подвергаться проверке, с помощью подменю:

```
PC-DRC Check Passes
```

Edit Check Pass:

PASS\_1

PASS\_2

Enter the name; Press: [RETURN] to accept or [ESC] to exit.

Здесь PASS\_1 – имя списка слоев, которые будут проверяться на первом проходе проверки, PASS\_2 – на втором проходе, устанавливаемые по умолчанию. Списки слоев создаются и редактируются по тем же правилам, что и списки правил проверки. Например, список слоев PASS\_1 имеет вид:

PC-DRC Check Passes

Edit Check Pass: PASS\_1

Rules Set: pcad

layers:

COMP

PADCOM

Press: [SPACE] for the next Rules Set; [RETURN] to accept or [ESC] to exit.

На втором проходе проверки по умолчанию проверяются слои SOLDER и PADSLED.

**Edit Ignore Parts List** – редактирование списка игнорируемых компонентов. Позволяет создавать или редактировать список типов компонентов, которые будут игнорироваться при проверке, с помощью подменю:

PC-DRC Edit Ignore Parts List

The Following Part Types Will Not

Be checked For Board Edge Spacing:

<список файлов .PRT>

Enter the part filename; Press: [RETURN] to accept or [ESC] to exit.

В программе PC-DRC приняты следующие соглашения при задании имен файлов:

<имя файла>.PCB – PCB-файл (исходный и проверенный);

<имя файла>.DRC – текстовый файл сообщений об ошибках;

PC-DRC.CFG – файл конфигурации проходов проверки;

PC-DRC.RUL – файл, содержащий все правила проектирования ПП;

PC-DRC.IGN – файл, содержащий список типов компонентов, игнорируемых при проверке .

**Run PC-DRC** – проверка ПП после указания имени файла базы данных

ПП по запросу программы:

PCB filename: <имя файла>.PCB

Приведем список наиболее часто встречающихся **сообщений о выявленных возможных ошибках** в ПП, помещаемый в файл <имя файла базы данных ПП>.DRC.

1. *Flash not implemented.*

Причина: Программа PC-DRC не включает спецификацию диафрагм фотоплоттера в правило проектирования, по которому осуществляется проверка на соответствие размеров и расположений. Значения диафрагм используются только при проверке соединений с внутренними проводящими слоями.

Устранение: убедитесь, что заданные размеры диафрагм не нарушают правил проектирования. Графическое представление диафрагмы должно быть введено на том слое, который программа проверяет на нарушения правил проектирования.

2. *Layers not found.*

Причина: Программа PC-DRC не может найти в базе данных ПП указанные имена слоев, описанные для проверки.

Устранение: имена слоев базы данных ПП должны соответствовать именам слоев, выбранным для проверки.

3. *No board edge defined.*

Причина: контур ПП выполнен не на слое BRDOUT и игнорируется программой.

Устранение: измените слой контура ПП на BRDOUT (с помощью команды CLYR в программе PC-CARDS) или введите контур ПП заново.

4. *No DRC Rules found for Check Pass PASS\_X.*

Причина: отсутствует файл конфигурации PCDRC.CFG.

Устранение: создайте данный файл заново (в режиме Edit Check Passes).

5. *No names specified in the layer group.*

Причина: не определены имена проверяемых слоев для данного прохода проверки.

Устранение: в меню PC-DRC введите необходимые имена слоев.

6. *No special symbol for vias found.*

Причина: программа PC-DRC не может найти конструктивы для переходных отверстий.

Устранение: проверьте, содержит ли файл специальных символов .SSF описание графики для переходных отверстий. Если нет, то исправьте файл, а затем, используя команду SCMD/GSSF редактора PC-CARDS, включите описание контактных площадок в базу данных ПП.

7. *No special symbol found - (uncommitted pin). Location \*, \**

Type: \*.

Причина: программа PC-DRC не может найти конструктив контактной площадки указанного типа. Сообщение относится ко всем выводам этого типа, но выводятся координаты только первого вывода.

Устранение: проверьте, содержит ли файл специальных символов описание контактной площадки для вывода указанного типа. Если нет, то исправьте файл, а затем, используя команду SCMD/GSSF редактора PC-CARDS, включите описание данной контактной площадки в базу данных ПП.

8. *Pad undefined on layer group - (uncommitted pin). Location \*, \*. Type: \*.*

Причина: контактная площадка не определена на слоях, выбранных для проверки. Это сообщение относится ко всем выводам указанного типа, но программа PC-DRC приводит координаты только первого обнаруженного вывода.

Устранение: проверьте графику контактных площадок и файл базы данных ПП. Убедитесь, что имена слоев согласуются. В случае необходимости используйте команду SCMD/GSSF редактора PC-CARDS для подключения исправленных контактных площадок в файл базы данных ПП.

9. *Too many trace width errors. Maximum allowed: 100.*

Причина: количество ошибок, связанных с шириной проводников, превышает максимально допустимое (100). Остальные ошибки не выводятся. Возможно, правило проектирования содержит неправильное описание минимальной ширины проводника.

Устранение: проверьте правило проектирования для данного прохода и исправьте его, если это необходимо. Если правило проектирования в порядке, измените с помощью редактора PC-CARDS ширину проводников в базе данных ПП.

10. *Use only lines or rectangle to define board edge.*

Причина: контур ПП вычерчен с помощью нескольких типов команд DRAW в редакторе PC-CARDS. Такие комбинации программой PC-DRC не распознаются.

Устранение: перерисуйте с помощью программы PC-CARDS контур ПП, используя только команду DRAW/LINE или DRAW/REC.

### 7.3. Сравнение списков электрических соединений (PC-NLC)

Сравнение двух списков электрических связей с целью выявления в них различий осуществляется программой PC-NLC (рис. 7.1). Возможны следующие комбинации сравниваемых списков связей:

1) двух списков связей с расширениями .NLT или .XNL, составленных программой PC-NODES или PC-LINK на основании обработки файлов принципиальных электрических схем .SCH;

2) двух списков связей с расширениями .PNL, составленных программой PC-NODES на основании обработки файлов баз данных ПП .PCB;

3) двух списков связей, один из которых извлечен из файла .SCH, а другой – из файла .PCB.

При сравнении двух списков электрических связей принимаются во внимание следующие характеристики.

*Характеристики компонентов*

*Характеристики цепей*

#### Сравнение двух схем или двух ПП

Количество выводов (pins)

Количество выводов (pins)

Номера подсоединенных выводов

Номера подсоединенных выводов

Подсоединенные цепи (nets)

Подсоединенные компоненты

(gates/parts)

Имена компонентов (gates/parts), Имена цепей (nets), факультативно факультативно

### Сравнение схемы и ПП

Количество выводов (pins)                      Количество выводов (pins)  
Номера подсоединенных выводов      Номера подсоединенных выводов  
Подсоединенные цепи (nets)              Подсоединенные компоненты (gates)  
Указатели секций компонентов  
(reference designators),  
факультативно

а) Сравнение двух принципиальных схем позволяет выявить изменения, внесенные после перечерчивания схемы или ее отдельных фрагментов.

Чертеж принципиальной схемы создается с помощью графического редактора PC-CAPS. Имена компонентов (gates) назначаются по команде NAME/COMP, а имена цепей (nets) –по команде NAME/NET в режиме DETL. Неименованным компонентам и цепям программа PC-NODES присваивает имена, начинающиеся с символов UC и UN соответственно, например UC000001, UN000001.

При включении режима сравнения имен компонентов (см. ниже) программа PC-NLC сравнивает и пытается подобрать согласующиеся друг с другом компоненты и цепи в сравниваемых списках электрических соединений. В этом режиме программа PC-NLC сравнивает только имена компонентов и цепей, заданных пользователем. Имена, созданные программой PC-NODES, помещаются в файле отчета, но игнорируются при сравнении.

б) Сравнение двух ПП позволяет выявить различия в электрических связях после изменения топологии ПП. Имена компонентов (parts) вводятся на чертеж ПП по команде NAME/COMP, а имена цепей –по команде NAME/NET графического редактора ПП PC-CARDS в режиме DETL.

Программа PC-NLC сравнивает электрические связи, указанные в виде номинальных цепей (создаются в графическом редакторе PC-CARDS по команде ENTR/RATN). Проверка электрических связей, проложенных в виде реальных проводников (по команде ENTR/WIRE), осуществляется программой PC-DRC (разд. 7.3).

Входной файл электрических связей ПП .PNL создается с помощью программы PC-NODES или PC-PACK.

в) Сравнение принципиальных схем и ПП используется для выявления различий при независимом их изменении. Если изменения вносятся с помощью программы PC-BACK, в этом нет необходимости. Предварительно следует убедиться, что на принципиальной схеме проставлены имена секций компонентов (reference designators) одним из трех способов:

- 1) по команде SCMD/PNUM графического редактора PC-CAPS в режиме DETL;
- 2) автоматически с помощью программы PC-BACK при выполнении обратных ссылок;
- 3) при запуске программы PC-CAPS под управлением командного файла .CMD, созданного программой PC-BACK при выполнении обратных ссылок.

**Вызов программы PC-NLC в интерактивном режиме** осуществляется по команде >pcnlc

в результате чего выдаются запросы на ввод имен файлов двух сравниваемых списков связей:

Netlist1: <список 1>

Netlist2: <список 2> При сравнении двух принципиальных схем имена файлов списков соединений имеют расширения .NLT или .XNL; если же сравниваются две ПП, оба файла имеют расширение .PNL. После ввода имен файлов списков соединений запрашивается имя выходного файла отчета о результатах сравнения:

PC-NLC Report File: [<список 1>.NLC]

По умолчанию ему присваивается имя первого файла с расширением .NLC.

После этого в нижней части экрана выводится запрос о включении режима сравнения имен компонентов:

Comparison made WITHOUT gate/part names

Press: [SPACE] for the next mode; [RETURN] to accept

Для включения режима сравнения нажимается клавиша [Пробел] и затем [Return]. Если этот режим не нужен, сразу нажимается клавиша [Return], после чего начинается сравнение списков соединений. При наличии ошибок сообщения о них приводятся в нижней части экрана.

При сравнении принципиальной схемы с ПП (один входной файл имеет расширение .NLT или .XNL, другой – .PNL) дополнительно запрашивается имя файла перекрестных ссылок:

```
Part-Reference File: <имя файла>.LIB В режиме командной строки вызов программы PC-NLC имеет вид:  
>pcnlc <список 1> <список 2> [-n] [-p <файл перекрестных ссылок>]  
[-o <имя выходного файла>]
```

Задание параметра -n включает режим сравнения имен компонентов (gates/parts).

**Выходной файл** содержит следующую информацию. Сначала приводится общая характеристика каждого из двух сравниваемых списков:

Number of Gates (Parts) –общее количество компонентов в каждом списке;

Number of Nets –общее количество цепей в каждом списке;

Number of Suspect Gates (Parts) –общее количество компонентов каждого списка, которые не согласуются с компонентами другого списка;

Number of Suspect Nets –общее количество цепей каждого списка, которые не согласуются с цепями другого списка;

Number of Spare Gates (Parts) –общее количество компонентов, которые не соединяются ни с одной цепью в каждом списке;

Number of Floating Nets –общее количество цепей, которые не соединяются ни с одним компонентом в каждом списке.

После этого приводится подробная информация о сравниваемых списках.

#### 7.4. Составление текстовых отчетов (PC-FORM)

Текстовые отчеты разрабатываемого устройства в виде текстового файла составляет вспомогательная программа PC-FORM путем преобразования бинарных списков соединений, подготовленных другими программами системы P-CAD. Исходная информация может содержаться во входных бинарных файлах трех типов (рис. 7.1):

1) списка связей .NLT или .XNL, составленного программой PC-NODES или PC-LINK путем обработки файла принципиальной электрической схемы .SCH;

2) списка связей упакованной базы данных ПП .PNL, составленного непосредственно программой PC-PACK или извлеченного программой PC-NODES из файла базы данных ПП .PCB;

3) аннотированного списка связей .BNL, составленного программой PC-PACK.

Программа PC-FORM создает 5 файлов спецификаций, имеющих различные расширения имени:

1) Component List –список компонентов (.CMP) –содержит следующую информацию о каждом компоненте:

– имя компонента и соответствующее имя графического символа .SYM или конструктива .PRT,

– имена выводов и их номера,

– имена подсоединенных цепей,

– список атрибутов (заключается в квадратные скобки);

2) Node List –Список узлов (.NDE) –содержит:

– имена узлов,

– имена/номера подсоединенных выводов компонентов,

– имена компонентов, которым принадлежат подсоединенные выводы,

– имена иерархических структур;

3) Packaging List –упаковочный список ПП (.PKL) –содержит:

– указатели компонентов/секций (reference designator),

– номера выводов,

– имена цепей, подсоединенных к каждому выводу,

– список атрибутов (заключается в квадратные скобки);



4) Wire List –список проводников (.WRL) –составляется только на основе списка соединений принципиальной электрической схемы, содержит:

- имена цепей/проводников,
- список выводов компонентов, соединенных с данной цепью, с указанием указателя компонента/секции;

5) Material List –перечень типов компонентов (.MAT) –содержит столько строк, сколько имеется типов компонентов. В каждой строке указано:

- порядковый номер,
- количество компонентов данного типа,
- имя графического символа или конструктива,
- список имен однотипных компонентов.

Программа PC-FORM запускается в интерактивном режиме из управляющей оболочки в режиме System Interfaces/ASCII Reports или командой

```
>pcform
```

После этого на экран выводится меню программы, где запрашиваются имена входных и выходных файлов:

```
Netlist Filename :<имя файла>
Component List   :
Attribute Keyword :
Node List        :
Packaging List   :
Attribute Keyword :
Wire List        :
Attribute Keyword :
```

Сначала вводится имя входного файла Netlist Filename, которому по умолчанию присваивается расширение .NLT. Затем вводится имя списка компонентов Component List: если список компонентов не требуется –нажимается клавиша [Esc], если списку компонентов следует присвоить имя входного файла с расширением .NDE – нажимается клавиша [Return], в противном случае имя файла вводится с клавиатуры и затем нажимается клавиша [Return]. После этого в нижней части экрана выводится запрос на включение в выходной файл списка выводов каждого компонента:

```
Pin List Requested: YES/NO
```

Режим вывода переключается клавишей [Пробел], после чего нажимается клавиша [Return]. Затем запрашивается способ идентификации выводов по имени (name) или номеру (number):

```
Pin listed by: Name/Number
```

(при передаче данных моделировщику DDL указывается ").

Далее запрашивается список атрибутов, включаемых в выходной файл:

```
Attribute Keyword: <All>
```

По умолчанию в выходной файл включаются все атрибуты, для чего следует нажать клавишу [Return]. Если требуется опустить все атрибуты –нажимается клавиша [Esc]. Ключевые слова отдельных атрибутов, перечень которых следует поместить в выходной файл, вводятся с клавиатуры, разделяя их имена знаком "+" (после ввода каждого знака "+" система приглашает ввести следующее ключевое слово на новой строке).

Последующие запросы имеют аналогичный характер и не требуют пояснений. При наличии ошибок сообщения о них выводятся в нижней части экрана.

Вызов программы PC-FORM в режиме командной строки имеет вид:

```
>pcform [<опции>] <имя входного файла>
```

Здесь используются следующие опции, позволяющие выбрать один или несколько выходных файлов, имена которых совпадают с именем входного файла и имеют стандартные расширения (см. выше):

- c –список компонентов (.CMP),
- n –список узлов (.NDE),
- p –упаковочный список ПП (.PKL),
- w –список проводников (.WRL),
- m –перечень типов компонентов (.MAT).

Например,

```
>pcform -c -n -p -w -n test.nlt
```

или

```
>pcform -cnpwm test
```

Текстовые выходные файлы просматриваются, редактируются и выводятся на печать обычным образом средствами ДОС.

В русифицированных версиях системы P-CAD предусмотрена выдача перечня компонентов в соответствии с требованиями отечественных стандартов.

Приведем примеры выходных файлов.

```

%*****
%   Program   :   PC-FORM VERSION 4.50           *
%   Date      :   Nov 14 1992                   *
%   Time      :   05:05:15 PM                   *
%   File In   :   ADDN.NLT                       *
%   File Out  :   ADDN.CMP                       *
%   Format    :   P-CAD COMPONENT LIST          *
%*****

```

ADDN( )

BEGIN

```

555LL3:UC000049      ( 1      =UN000000, 2      =X1,
                    3      =V )
                    [ PCL =(5,5,"") ]
555LL3:UC000050      ( 1      =UN000001, 2      =X2,
                    3      =V )
                    [ PCL =(5,5,"") ]
555IM6:UC000047:D2   ( 4      =D1,          1      =D2,
                    13     =D3,          10     =D4,
                    7      =V,          5      =UN000000,
                    6      =Y1,        3      =UN000001,
                    2      =Y2,        14     =UN000003,
                    15     =Y3,        12     =UN000004,
                    11     =Y4,        9      =D5 )
                    [ MDL =(555IM6.MDL) ]

```

. . . . .

END

```

%*****
%   Program   :   PC-FORM VERSION 4.50           *
%   Date      :   Nov 14 1992                   *
%   Time      :   06:31:42 PM                   *
%   File In   :   ADDN.NLT                       *
%   File Out  :   ADDN.MAT                       *
%   Format    :   P-CAD MATERIALS LIST          *
%*****

```

ITEM	QTY	COMP-NAME	INSTANCE-NAME	DESCRIPTION
------	-----	-----------	---------------	-------------

1	8	555LL3 UC000049	UC000050	PCL=(5,5,"")
---	---	-----------------	----------	--------------

```

UC000051 UC000052
UC000053 UC000054
UC000055 UC000056

```

2	2	555IM6 UC000047	UC000048	MDL=(555IM6.MDL)
3	1	133LA3	UC000057	PCL=(5,5,"")
4	1	133LI1	UC000058	PCL=(5,5,"")

. . . . .

```

%*****
%   Program   :   PC-FORM VERSION 4.50           *
%   Date      :   Nov 14 1992                   *
%   Time      :   05:05:16 PM                   *
%   File In   :   ADDN.NLT                       *
%   File Out  :   ADDN.NDE                       *
%   Format    :   P-CAD NODE LIST              *
%*****

```

% NODE	PINS	COMPONENT	PATHNAME
--------	------	-----------	----------

UN000000	Q	555LL3:UC000049	<ADDN
	1	555IM6:UC000047	
UN000001	Q	555LL3:UC000050	<ADDN
	A2	555IM6:UC000047	
UN000004	Q	555LL3:UC000052	<ADDN
	A4	555IM6:UC000047	

Обратим внимание, что в файле с расширением .MAT в графе DESCRIPTION приведен список всех выбранных атрибутов. Если при создании УГО компонентов (разд. 2.3) введены атрибуты, содержащие номера технических условий, содержание драгметаллов и другую учетную информацию, несложно составить программы по выпуску перечня элементов на основе обработки текстовых файлов .MAT

### 7.5. Внесение изменений в проект (PC-ECO)

В процессе проектирования ПП по заданной принципиальной схеме изменения могут вноситься как в принципиальную схему, так и в ПП независимо друг от друга. В результате окончательный вариант ПП может не соответствовать принципиальной схеме, что приводит к очевидным проблемам при изготовлении, проверке и эксплуатации ПП. Для согласованного внесения изменений в состав пакета P-CAD введена утилита PC-ECO.

Использование программы PC-ECO позволяет сохранять соответствие между базами данных схемы и ПП с помощью процесса, получившего название коррекция "вперед" и коррекция "назад". Коррекция "вперед" передает изменения принципиальной схемы в базу данных ПП, а коррекция "назад" передает изменения в базе данных ПП в соответствующую принципиальную схему.

Процесс взаимных ссылок включает в себя несколько стадий:

1. Для программы PC-ECO задаются имена баз данных ПП и принципиальной схемы, а также определяется другая необходимая информация.

2. Программа PC-ECO вызывает несколько других утилит системы P-CAD, которые в данном случае работают как подпрограммы (это утилиты PC-NODES, PC-LINK, PREPACK, PC-PACK, PC-CPR и PC-UPD).

3. Программа PC-ECO сравнивает/анализирует результаты работы этих подпрограмм и затем создает файл-сообщение, а также специальный командный файл, который управляет процессом внесения изменений, реализуемым с помощью графических редакторов PC-CAPS и PC-CARDS.

4. В заключение пользователю предоставляется несколько вариантов дальнейших действий: можно позволить программе PC-ECO автоматически внести необходимые изменения в схемы, можно сначала изменить управляющий командный файл, а затем запустить процесс автоматического изменения схем, и, наконец, можно все необходимые изменения внести вручную, используя графические редакторы PC-CAPS и PC-CARDS.

Сравним два процесса коррекции:

*Коррекция "вперед"*

*Коррекция "назад"*

- |   |   |
|---|---|
| 1. Добавляет компоненты, цепи, контакты в базу данных ПП.   | 1. Присваивает указатели для ссылок (reference designator) от-                      |
| 2. Выделяет компоненты, которые выделены компонентам на принципиальной схеме.                               | 2. Удаляет компоненты на принципиальной схеме.                                      |
| 3. Присваивает имена цепям в базе данных ПП.  | 3. Присваивает имена цепям в базе данных принципиальной схемы.                      |
| 4. Создает новый слой \$ECO, который содержит символы, обозначающие необходимые изменения в базе данных ПП. | 4. Изменяет введенные атрибуты в принципиальной схеме.                              |
| 5. Выводит список компонентов и цепей, которые не согласуются в обеих базах данных.                         | 4. Выводит список компонентов и цепей, которые не согласуются в обеих базах данных. |

Программа PC-ECO не производит топологические изменения (взаимные перемещения компонентов, удаление отдельных компонентов, переразводка цепей, добавление компонентов) при коррекции "назад".

Возможности программы PC-ECO шире, чем у программы PC-BACK, поэтому последняя здесь не рассматривается.

Связь программы PC-ECO с другими программами системы P-CAD показана на рис. 7.2.

Программу PC-ECO не рекомендуется использовать в следующих случаях:

1) На начальном этапе проектирования, поскольку все утилиты системы P-CAD, входящие в качестве подпрограмм в программу PC-ECO, могут быть запущены автономно и в этом случае позволяют эффективнее обнаруживать и исправлять ошибки, возникающие на начальных этапах проектирования ПП. Кроме того, подпрограммы PC-CPR и PC-UPD на этих этапах просто бесполезны.

2) В случае, когда изменения в базах данных ПП и принципиальной схемы вносятся в произвольном порядке, т.е. независимо изменяется принципиальная схема и разводимая ПП. Для успешной работы PC-ECO требуется соблюдение определенной дисциплины при проектировании, предполагающей, чтобы одна из двух баз данных не изменялась к моменту запуска программы PC-ECO (одновременно разрешается изменять только одну из них).

3) При несовместимости библиотек компонентов .SYM и .PRT. Программа PC-ECO использует следующие **входные файлы**:

- база данных принципиальной схемы (.SCH),
- база данных печатной платы (.PCB, .PLC, .PKG),
- файл перекрестных ссылок (.FIL),
- файл дополнительных атрибутов (.ATR).

Последние два файла необязательны и необходимость в них определяется способом задания атрибутов и перекрестных ссылок в принципиальной схеме.

В результате работы программы PC-ECO образуются следующие **выходные файлы**:

- измененный файл базы данных ПП .PCB после коррекции "вперед",
- измененный файл базы данных принципиальной электрической схемы .SCH после коррекции "назад",
- файл сообщений .ECO,
- управляющий командный файл .UPD,
- файл протокола PCECO.LOG.

При изменении в базе данных ПП программа PC-ECO создает новый слой \$ECO, символы которого имеют следующий смысл:

o –появляется на месте несвязанных выводов компонентов, к которым, однако, подключены проводники. Удалить эти проводники можно, используя команду EDIT/DELS редактора PC-CARDS;

x –появляется на месте несвязанных выводов, к которым не подключены проводники; никаких действий не требуется;

+ –появляется на месте выводов, которые добавлены к цепям и нуждаются в трассировке, для их разводки можно использовать команды ENTR/WIRE или EDIT/WIRE; o+ –появляется на месте выводов, которые были несвязаны и содержали трассы, подключенные к ним. Теперь они связаны с другими трассам. Удалите старые трассы и подключите эти выводы к новым цепям;

\* –появляется на месте выводов, которые были несвязаны и не содержали трассы, подключенные к ним. Теперь они связаны с новыми трассами. Подключите эти выводы к новым цепям; выделенная рамка появляется вокруг выводов, которых должны быть удалены; выводы цепей питания и "земли" не отмечаются и автоматически не отключаются.

Перейдем к описанию правил работы с двумя основными подпрограммами PC-CPR и PC-UPD, которые используются только во взаимодействии с программой PC-ECO.

#### а) Подпрограмма PC-CPR

Подпрограмма PC-CPR вызывается на первой стадии процесса коррекции. Она анализирует логические изменения в базе данных принципиальной схемы во время процесса коррекции "вперед" и изменения в базе данных ПП во время коррекции "назад". Подпрограмма PC-CPR определяет следующие изменения:

- изменения принципиальной схемы;
- изменения в упаковке;
- изменения имен цепей;

–изменения атрибутов.

Подпрограмма PC-CPR сравнивает списки соединений принципиальной схемы и ПП и определяет, какие элементы из них несогласованы.

**Анализ данных для коррекции “вперед”.** Основой для выявления изменений принципиальной схемы служит сравнение базы данных принципиальной схемы с базой данных ПП. Решение принимается на основе информации об упаковке, поэтому необходимо соблюдать полное соответствие этой информации в обеих базах данных до того, как будут проводиться любые изменения схемы. Первыми сравниваются электрические цепи. Затем сравниваются компоненты схем. Если лишние компоненты обнаружены в принципиальной схеме, то подпрограмма PC-CPR будет добавлять их в базу данных ПП. Если же лишние компоненты обнаружены в ПП, то они будут выделены прямоугольной рамкой для последующего удаления.

**Анализ данных при коррекции “назад”.** В результате сравнения выявляются изменения упаковочной информации, вызванные редактированием базы данных ПП. Однако при этом предполагается, что логические связи остаются неизменными. Компоненты, для которых это условие не выполняется, объявляются несогласованными и не участвуют в процессе коррекции. Таким образом, сравнению и коррекции подвергается только упаковочная информация согласованных компонентов.

#### б) Подпрограмма PC-UPD

Подпрограмма PC-UPD выполняется на второй стадии процесса коррекции “вперед” или “назад” и производит изменение базы данных принципиальной схемы или ПП в соответствии с командами управляющего файла.

Входными файлами для подпрограммы PC-UPD являются управляющий командный файл и исходная база данных принципиальной схемы или ПП. Выходными файлами являются измененный управляющий командный файл, файл протокола, измененная база данных принципиальной схемы или ПП.

Запустить подпрограмму PC-UPD на выполнение можно двумя способами: в качестве подпрограммы из программы PC-ECO и автономно.

При автономном запуске из DOS командная строка записывается следующим образом:  
>rcsurd <управляющий командный файл> <выходной файл протокола>

Ниже показано, как подпрограмма PC-UPD обрабатывает управляющий командный файл.

1) После выполнения каждой содержащейся в нем команды подпрограмма PC-UPD помещает в начало соответствующей строки знак процента (%), что превращает данную строку в комментарий и предохраняет от повторного выполнения этой команды. Если возникает необходимость повторного выполнения данного файла, необходимо удалить все знаки процентов;

2) Если подпрограмма PC-UPD обнаруживает синтаксическую или смысловую ошибку при выполнении текущей команды, выполнение остальных команд приостанавливается;

3) Команда LOAD автоматически не сохраняет предыдущую базу данных. Для явного сохранения базы данных необходимо использовать команду SAVE. Никакие другие команды, кроме PATH, не могут быть помещены между командами LOAD и SAVE;

4) При завершении исполнения командного файла подпрограмма PC-UPD пытается сохранить последнюю базу данных, если она изменялась, но не была сохранена.

Ручное редактирование управляющего командного файла производится в несколько этапов:

1) В любом месте файла можно помещать строки комментариев.

Признак комментария –знак процента “%” в начале строки;

2) Для продолжения записи команды на другой строке используется знак правой угловой скобки “>”. Слева и справа от этого символа должны быть пробелы;

3) Текст может вводиться в любом регистре за исключением значений атрибутов, которые должны быть всегда введены в верхнем регистре;

4) Все идентификаторы (номера и имена выводов, имена цепей и компонентов и указатели для ссылок, ключевые слова атрибутов) не должны превышать 8 символов. Все имена файлов не должны превышать 40 символов. Пути доступа в каталоги, а также значения атрибутов, ограничений не имеют.

Приведем перечень команд управляющего файла.

**ADD NET –добавить цепь** (коррекция вперед). Добавляет новую цепь в базу данных ПП. Цепь может иметь или не иметь имя. Контакты цепи определяются указанием

имен компонентов и соответствующими номерами их выводов.

Формат команды:

```
ADD NET /U <имя цепи> (<имя компонента> <номер вывода>... )
```

Ключ /U используется, если цепь не имеет имени, в противном случае указывается ключ /N. Например,

```
ADD NET /U (U1 1 U2 1 U3 1)
```

```
ADD NET /N NET1 (U1 1 U2 1 U3 3)
```

**ADD PART –добавить компонент** (коррекция вперед). Добавляет компонент в базу данных ПП. Добавляемый компонент определяется именем файла компонента и именем, под которым компонент будет размещен на плате. Формат команды:

```
ADD PART <имя файла> <имя компонента>
```

Например,

```
ADD PART 155ЛА3 D1
```

**ADD PIN –добавить вывод компонента** (коррекция вперед). Подсоединяет вывод компонента к электрической цепи, входящей в базу данных ПП. Подсоединяемый вывод определяется именем цепи и именем компонента в паре с соответствующим именем вывода. Формат команды:

```
ADD PIN <имя компонента> <номер вывода> <имя цепи>
```

Например,

```
ADD PIN U1 1 NET1
```

**ASSIGN ATTR –присвоить атрибут** (коррекция вперед и назад). Присваивает атрибуты компонентам в базах данных принципиальной схемы и ПП.

*Для принципиальной схемы.*

1. Атрибут может определяться для отдельного компонента с помощью следующих опций:

а) /G по имени (NAME/COMP в PC-CAPS). Формат команды:

```
ASSIGN ATTR /G <имя компонента> <ключевое слово>=<значение>
```

Например,

```
ASSIGN ATTR /G A1 TEST=XXXX
```

б) /S по указателю и номеру секции. Формат команды:

```
ASSIGN ATTR /S <указатель секции> <ключевое слово>=<значение>
```

Например,

```
ASSIGN ATTR /S U1 A TEST=XXXX
```

с) /L по координатам компонента. Формат команды:

```
ASSIGN ATTR /L x y <ключевое слово>=<значение>
```

Например,

```
ASSIGN ATTR /L 300 400 TEST=XXXX
```

2. Атрибут может присваиваться группе компонентов, имеющих одинаковый указатель с помощью опции /R. Формат команды:

```
ASSIGN ATTR /R <указатель> <ключевое слово>=<значение>
```

Например,

```
ASSIGN ATTR /R U1 TEST=XXXX
```

*Для печатной платы.* Атрибут может присваиваться отдельному компоненту с помощью следующих опций:

а) /R по имени (NAME/COMP в PC-CARDS). Формат команды:

```
ASSIGN ATTR /R <имя компонента> <ключевое слово>=<значение>
```

Например,

```
ASSIGN ATTR /R U1 TEST=XXXX
```

б) /L по координатам компонента. Формат команды:

```
ASSIGN ATTR /L x y <ключевое слово>=<значение>
```

Например,

```
ASSIGN ATTR /L 300 400 TEST=XXXX
```

**ASSIGN REFD –присвоить указатель** (reference designator, коррекция назад). Присваивает новый или изменяет существующий указатель, а также изменяет номера выводов компонентов на принципиальной схеме. Доступны следующие опции:

а) /G по имени (NAME/COMP в PC-CAPS). Формат команды:

```
ASSIGN REFD /G <имя компонента> <указатель> (<номер вывода> <имя вывода> ...)
```

Например,

```
ASSIGN REFD /G A1 U1 (1 INA 2 INB 3 OUTY)
```

б) /L по координатам компонента. Формат команды:

ASSIGN REFD /L x y <указатель> (<номер вывода> <имя вывода>...)

Например,

ASSIGN REFD /L 300 400 U1 (1 INA 2 INB 3 OUTY)

**DELETE NET —удалить цепь** (коррекция вперед). Удаляет цепь из базы данных ПП. Удаляемая цепь может быть определена с помощью следующих опций:

а) /N —по имени цепи. Формат команды:

DELETE NET /N <имя цепи>

Например,

DELETE NET /N GND

б) /R —по имени компонента и номеру вывода. Формат команды:

DELETE NET /R <имя компонента> <номер вывода>

Например,

DELETE NET /R U1 1

**DELETE PART —удалить компонент** (коррекция вперед). Удаляет компонент из базы данных принципиальной схемы. Формат команды:

DELETE PART <имя компонента>

Например,

DELETE PART U1

Программа PC-ECO не удаляет автоматически компоненты во время процесса коррекции вперед. Вместо команды DELETE PART всегда применяется команда HIGHLIGHT PART, которая выделяет указанные компоненты прямоугольной рамкой на слое \$ECO. Пользователь может заменить команду HIGHLIGHT PART на DELETE PART или удалить компоненты вручную с помощью графического редактора PC-CARDS.

**DELETE PIN —отсоединить вывод компонента** (коррекция вперед). Отсоединяет вывод компонента от электрической цепи в базе данных ПП. Формат команды:

DELETE PIN <имя компонента> <номер вывода>

Например,

DELETE PIN U1 1

**HIGHLIGHT PART —выделить компонент** (коррекция вперед). Выделяет компонент прямоугольной рамкой на слое \$ECO. Выделенный компонент не имеет соответствующего элемента принципиальной схемы и поэтому может быть удален из базы данных ПП. Формат команды:

HIGHLIGHT PART <старое имя компонента> <новое имя компонента>

Новое имя дается выделенному компоненту для того, чтобы избежать конфликтов имен при выполнении других команд файла. Например,

HIGHLIGHT PART U1 ECO1

**LIBRARY —библиотека** (коррекция вперед и назад). Определяет имена библиотек, созданных с помощью программы PC-LIB, в которых хранятся необходимые компоненты. Одна команда может определять несколько библиотек. Формат команды:

LIBRARY <имя библиотеки> + <имя библиотеки> +...

Например,

LIBRARY d:\pcad\prt\ttl.plb + \pcad\prt\cmos.plb

**LOAD —загрузка** (коррекция вперед и назад). Загружает базу данных принципиальной схемы или ПП. Формат команды:

LOAD <имя файла>

Например,

LOAD test.pcb

**NAME NET —имя цепи** (коррекция вперед и назад). Присваивает и изменяет имена цепей в базе данных принципиальной схемы или ПП по указанию любого вывода компонента, который к ней присоединен.

Для принципиальной схемы:

1. Вывод компонента может быть определен указанием имени компонента и номера вывода. Формат команды:

NAME NET <имя цепи> /G <имя компонента> <номер вывода>

Например,

NAME NET GND /G G1 1

2. Вывод компонента может быть определен с помощью указателя компонента (reference designator) и номера вывода. Формат команды:

NAME NET <имя цепи> /R <указатель> <номер вывода>

Например,

NAME NET GND /R U1 1

Для печатной платы вывод компонента может быть определен с помощью имени компонента и номера вывода. Формат команды:

NAME NET <имя цепи> /R <имя компонента> <номер вывода>

Например,

NAME NET GND /R U1 1

**PATH —путь доступа** (коррекция вперед и назад). Определяет пути доступа в каталоги, где могут находиться компоненты. Формат команды:

PATH <имя каталога> + <имя каталога> + ...

Например,

PATH \pcad\prt + \pcad\cmos\prt

**SAVE —сохранить** (коррекция вперед и назад). Сохраняет на диске базу данных принципиальной схемы или ПП. Формат команды:

SAVE <имя файла>

Например,

SAVE test.pcb

**SWAP NET —переставить цепь** (коррекция вперед и назад).

Переставляет имена двух цепей. Формат команды:

SWAP NET <имя цепи 1> <имя цепи 2>

Например,

SWAP NET NET1 NET2

**SYSTEM —системная команда** (коррекция вперед и назад). Обработывает только информацию о критических путях в базе данных ПП. Формат команды:

SYSTEM <имя параметра>

Например,

SYSTEM PCAD

SYSTEM NONPCAD

Программа PC-CPR всегда помещает эту команду в управляющий командный файл с параметром PCAD. В этом случае при коррекции вперед каждый раз, когда очередная база данных загружается для внесения изменений, вся информация о критических путях из нее удаляется и заменяется на новую информацию, определенную в командном файле. Если в качестве параметра указано имя NONPCAD, то исходная информация о критических путях не удаляется, а лишь дополняется или изменяется в зависимости от содержимого командного файла. Эта команда всегда помещается первой в командном файле. Она не используется при коррекции назад, т.е. не изменяет принципиальную схему.

#### в) Сообщения об ошибках

Сообщения об ошибках в программах, вызываемых программой PC-ECO, высвечиваются на экране и заносятся в соответствующие фай-

Программа	Файл сообщений об ошибках
PC-NODES	PCECO.LOG
PC-LINK	PCLINK.LOG
PREPACK	PREPACK.ERR
PC-PACK	PCPACK.ERR
PC-CPR	PCCPR.ERR
PC-UPD	<имя файла>.ECO

Собственно ошибки программы PC-ECO подразделяются на предупреждения и фатальные ошибки.

#### Предупреждения

1. At least 1 schematic is required. Причина: сообщение выводится во время аннотации "вперед" или "назад". Необходимо указать по крайней мере имя одной базы данных для того, чтобы запустить на выполнение PC-ECO.

Действие: вернуться к соответствующему пункту меню и задать имя базы данных.

2. Error in ECO process. View PCECO.LOG.

Причина: во время аннотации "вперед" или "назад" программа обнаружила ошибочные данные.

Действие: найти описание ошибок в соответствующих файлах (см. выше список файлов), исправить ошибки и повторить процесс.

3. This file already exist. Unique filename required.



Причина: попытка присвоить новому файлу проекта уже существующее имя.

Действие: изменить имя файла проекта.

4. This requires a design other than [NEW].

Причина: попытка запустить аннотацию "вперед" или "назад", определив проект NEW в качестве исходного. Это запрещено, так как NEW – "пустой" проект, не содержащий необходимой информации для выполнения процесса аннотации.

Действие: выбрать другой файл проекта или создать новый.

5. Unable to find file <имя файла>.

Причина: программа не может найти указанного файла в процессе аннотации.

Действие: убедитесь, что все указанные файлы существуют, пути доступа к ним определены, имена файлов введены без ошибок.

6. Unable to find file to view.

Причина: программа не может найти файл, вызванный на просмотр.

Действие: убедитесь, что данный файл существует, пути доступа к нему определены, имя файла введено без ошибок.

7. Unable to perform PC-ECO process.

Причина: невозможно выполнить программу PC-ECO. Сообщение появляется при попытке запуска непосредственно из DOS файла PCECO1.EXE.

Действие: запустить программу PC-ECO.

#### Фатальные ошибки

1. FATAL DATABASE ERROR. ECO ABORTED. Причина: возникновение внутренней ошибки программы или повреждение файлов.

Действие: установите заново пакет PC-ECO и повторите запуск.

2. Not enough disk space for temporary file.

Причина: нет места на диске для создания временных файлов.

Действие: освободите необходимую часть диска.

3. Not enough memory to run ECO.

Причина: не хватает оперативной памяти для запуска PC-ECO.

Действие: удалите лишние резидентные программы.

4. SECURITY DEVICE ERROR.NOT CONNECTED OR INVALID KEY.

Причина: устройство защиты подключено неправильно, указан неверный ключ.

Действие: проверьте правильность подключения устройства защиты.

5. Unable to find file PCECO.MSG.

Причина: не найден файл PCECO.MSG.

Действие: убедитесь, что файл PCECO.MSG существует. Если нет, повторите установку пакета PC-ECO на диск.

6. Unable to find file PCECO1.EXE.

Причина: не найден файл PCECO1.EXE.

Действие: убедитесь, что файл PCECO1.EXE существует. Если нет, повторите установку пакета PC-ECO на диск.

– 363 –

## 8. БИБЛИОТЕКА КОМПОНЕНТОВ

### 8.1. Создание библиотечных файлов (PC-LIB)

УГО символов принципиальной схемы и конструктивы компонентов целесообразно с помощью программы PC-LIB объединять в библиотечные файлы, что уменьшит количество отдельных файлов в каталогах и сократит объем дисковой памяти, необходимый для хранения библиотеки, примерно в 5 раз. Библиотека конструктивов записывается в файлы, которым по умолчанию назначаются расширения .PLB, а файлы графических образов компонентов на принципиальной схеме заносятся в библиотеки с расширением .SLB. При этом графическая информация о компонентах извлекается из библиотечных файлов по команде ENTR/COMP редакторов PC-CAPS и PC-CARDS, для чего в меню конфигурации этих программ следует указать имена просматриваемых библиотечных файлов.

Программа PC-LIB кроме того позволяет экономить память и упрощает процесс создания компонентов, которые отличаются только именами. Для этого вводится

понятие псевдонима (alias), которое служит средством доступа к данным. В качестве псевдонима может быть имя файла компонента или сочетание имени файла компонента и имени компонента; имя компонента-псевдонима заносится в тот же слой, в котором оно помещено в исходном файле (обычно в слое DEVICE). Например, конструктиву компонента, хранящемуся в файле DIP\_16.PRT, может быть присвоен псевдоним 1533LA3/LA3. Это означает, что из конструктива DIP\_16.PRT получен подобный конструктив 1533LA3.PRT, у которого на слое DEVICE помещается имя LA3.

Единственный не очень существенный недостаток библиотеки заключается в невозможности редактировать помещенные в нее графические изображения компонентов с помощью команд LEVL/PUSH и LEVL/POP при работе с графическими редакторами PC-CAPS и PC-CARDS. Для этого необходимо сначала извлечь графическое изображение компонента библиотеки в виде отдельного файла .SYM или .PRT, отредактировать его и затем снова поместить в библиотеку.

После запуска программы PC-LIB в интерактивном режиме командой  
>rclib

выводятся три запроса:

Current Directory: <имя каталога>  
Library: <имя библиотечного файла>  
Command: <командная строка>

После ответа на первые два запроса начинается работа с указанным библиотечным файлом с помощью следующих команд:

? –вывод на экран перечня команд;  
Add –добавление компонента в библиотеку;  
ALias –присвоение дополнительного имени (псевдонима) компоненту;  
Delete –удаление компонента из библиотеки;  
DOs –выполнение команд DOS;  
Extract –извлечение компонента из библиотеки в отдельный файл;  
Help –вывод на экран описания команд;  
List –вывод списка компонентов, помещенных в библиотеку;  
LOad –загрузка новой библиотеки для дальнейшей с ней работы;  
Quit –завершение работы с программой;  
Replace –замена компонента в библиотеке;  
Save –запись библиотеки на диск;  
STatistics –вывод статистических данных о библиотеке.

Имя команды вводится полностью или кратко (сокращенная форма команд выделена в приведенном выше списке заглавными буквами).

Приведем краткое описание команд программы PC-LIB и их форматы.

1. Добавление компонента в библиотеку:

ADD <имя файла компонента> [<имя слоя>]

Здесь <имя файла компонента> –имя файла УГО или конструктива компонента, <имя слоя> –имя слоя, в котором будет размещено имя компонента. При указании имен файлов можно использовать шаблон \* [12].

2. Присвоение псевдонима компонента:

ALIAS <имя элемента библиотеки> [<список псевдонимов>]

Список псевдонимов –необязательный параметр; в его отсутствие на экран выводится список существующих псевдонимов. Каждый псевдоним в списке представлен парой имен, разделенных наклонной чертой:

<имя файла подобного компонента>[/<имя компонента>]

В отсутствие имени компонента на слой DEVICE помещается имя файла без расширения. Приведем примеры:

ALIAS 133LA3.PRT 1533LA3/LA3  
ALIAS 133LA7.PRT 531LA7/531 1533LA7

Заметим, что для занесения псевдонимов в библиотечный файл после команды ALIAS следует выполнить команду SAVE.

3. Удаление всех или некоторых компонентов из резидентной библиотеки:

DELETE <имя компонента>

4. Выполнение команд DOS:

DOS <команда DOS>

Возвращение в программу PC-LIB происходит после нажатия [Esc].

5. Извлечение компонента из резидентной библиотеки в отдельный файл:

EXTRACT <имя компонента> [<путь>]

6. Вывод на экран описания команд:

HELP <имя команды>

7. Вывод списка всех или выбранных компонентов, помещенных в резидентную библиотеку:

LIST <имя компонента> [<имя файла>]

Для вывода списка всех компонентов следует в качестве имени компонента указать шаблон \*.\* , список компонентов заносится в файл с указанным именем.

8. Загрузка новой библиотеки:

LOAD <имя библиотеки>

9. Завершение работы с программой:

QUIT

10. Замена конкретного компонента библиотеки данными из файла с другим описанием этого компонента:

REPLACE <имя компонента> [<путь>] [<имя слоя>]

Параметр <путь> определяет путь файла с описанием компонента, из которого должны быть взяты данные для замены. Если он не задан — берется текущий каталог. В пакетном режиме, если необходимо указать параметр <имя слоя>, необходимо также задать и параметр <путь>. Заметим, что имя файла замещающего компонента должно совпадать с именем заменяемого компонента.

11. Запись содержания резидентной библиотеки в файл библиотеки на диск:

SAVE <имя библиотеки>

При записи на диск файла библиотеки расширение .SLB автоматически присваивается библиотеке УГО и расширение .PLB — библиотеке конструктивов компонентов.

12. Вывод статистических данных о резидентной библиотеке:

STATISTICS

На экран выводятся данные о типе библиотеки, объем библиотеки в байтах и число элементов.

*Замечания.* 1. Команда Alias позволяет упростить процесс создания библиотеки компонентов. Сначала с помощью программы PC-CAPS или PC-CARDS создаются графические образы типовых компонентов. После этого вызывается программа PC-LIB и создается библиотечный файл. После этого с помощью команды Alias типовым компонентам присваиваются псевдонимы. Далее по команде EXTRACT они извлекаются из библиотеки в отдельные файлы и с помощью графических редакторов им присваиваются нужные атрибуты и другая индивидуальная информация. В заключение снова вызывается программа PC-LIB и по команде REPLACE отредактированные файлы заносятся в библиотеку.

2. Команды Alias ограниченно используется для создания УГО компонентов, однако при создании конструктивов очень полезна ввиду их малого разнообразия. Рекомендуется следующая последовательность создания библиотеки конструктивов. Сначала создается библиотека УГО компонентов с указанием полной информации об упаковке. После этого создается библиотека базовых конструктивов без упаковочной информации, с помощью команды Alias программы PC-LINK присваиваются псевдонимы и упаковочная информация переносится из соответствующих УГО с помощью программы PC-COMP (далее см. п. 1).

В пакетном режиме программа PC-LIB запускается под управлением файла с расширением .BCF. Этот текстовый файл содержит команды программы PC-LIB, записанные в той же форме, как они выводятся на экран. В качестве пакетного файла можно также использовать файл протокола PCLIB.LOG. Приведем пример управляющего файла:

```
LOAD \PCAD\PRT\TTL1.PLB
EXTRACT *.* \PCAD\WORK\PRT
QUIT
```

В этом примере сначала из каталога \PCAD\PRT загружается библиотека конструктивов TTL1.PLB. Затем из нее извлекаются описания всех компонентов (по шаблону \*.\*); файлы с этими описаниями записываются в рабочий каталог \PCAD\WORK\PRT.

Файл протокола PCLIB.LOG создается в каждом сеансе работы программы в интерактивном режиме. Строки этого файла подразделяются на строки команд и строки комментариев, в начале которых всегда имеется знак %. При использовании файла протокола в качестве управляющего строки комментариев игнорируются.

Запуск программы в пакетном режиме осуществляется с помощью командной строки

>rplib @<имя управляющего файла> [-e]

Необязательный параметр -e позволяет выводить на экран сообщения, генерируемые программой во время работы в пакетном режиме.

Приведем **сообщения об ошибках**, возникающих при работе программы PC-LIB в интерактивном и пакетном режимах.

#### Сообщения об ошибках интерактивного режима

1. ".LOG" is reserved for PC-LIB message file extention.

*Причина:* управляющему файлу присвоено расширение .LOG, что недопустимо, т.к. оно закреплено за файлом протокола.

*Действия:* присвоить управляющему файлу другое расширение (рекомендуется .BCF).

2. <a-member-name>/<alias-name> already exist in library.

*Причина:* при добавлении элемента в библиотеку ему задано имя или псевдоним, которые уже существуют в данной библиотеке.

*Действия:* удалить существующий элемент или задать новому элементу другое имя.

3. !!<alias-name> is already an alias of <a-member-name>.

*Причина:* псевдоним, присваиваемый данному компоненту, уже имеется.

*Действия:* задать другой псевдоним.

4. <alias-name>/<device-name> is invalid member/device name pair.

*Причина:* пара значений <имя файла подобного компонента>/<имя компонента> содержит недопустимый символ или слишком много символов.

*Действия:* проверить введенные имена (имя компонента не должно содержать более 20 символов); отсутствует косая черта (пробелы вместо нее недопустимы).

5. <alias-name> is not a valid member name.

*Причина:* введенный псевдоним содержит недопустимый символ или слишком много символов.

*Действия:* проверить введенный псевдоним (для него справедливы правила DOS для имен файлов).

6. <comp-fname> does not have device-name <layer-name>.

*Причина:* в файле с указанным именем отсутствует требуемый слой.

*Действия:* с помощью графических редакторов PC-CAPS и PC-CARDS установить, в каком слое записано имя компонента и правильно задать имя этого слоя (обычно в слое DEVICE).

7. <comp-fname> does not have symbolic data.

*Причина:* указанный файл компонента не содержит графических данных.

*Действия:* исправить графическое описание компонента.

8. <comp-fname> format is incompatible.

*Причина:* указанный файл не является файлом описания компонента или он сформирован графическим редактором старой версии.

*Действия:* исправить ошибки.

9. <comp-fname> type is incompatible.

*Причина:* в одной библиотеке записаны описания УГО и конструктивов.

*Действия:* описания УГО и конструктивов поместить в разные библиотеки с расширениями .SLB и .PLB соответственно.

10. <device-name> is not a valid device-name.

*Причина:* имя компонента содержит более 20 символов.

*Действия:* ввести правильное имя.

11. <filename>.PRT has no visible device name.

*Причина:* слой, содержащий имя компонента, не указан в качестве параметра команды.

*Действия:* указать имя слоя в команде или игнорировать это сообщение.

12. <lib-fname> is not a library file.

*Причина:* указанный файл не является библиотечным файлом, созданным программой PC-LIB.

*Действия:* указать имя файла библиотеки правильно.

13. <member-name> is not in library.

*Причина:* указанный элемент отсутствует в библиотеке.

*Действия:* правильно указать имя элемента.

14. <path-name> is not a valid directory.  
*Причина:* указан неверный путь каталога.  
*Действия:* задать путь каталога правильно.
15. Failed closing file <batch-command-filename>.  
*Причина:* системная ошибка.  
*Действия:* перезагрузить операционную систему и повторно запустить программу PC-LIB или же проигнорировать это сообщение.
16. Failed creating file <имя файла>.  
*Причина:* сбой на диске при создании файла.  
*Действия:* убедиться, что закрыт фиксатор на дисковом устройстве гибких дисков, что диск не защищен от записи и не заперчен; повторить операцию.
17. Failed creating message logfile <log-fname>.  
*Причина:* неверно заданы параметры DOS.  
*Действия:* убедиться, что параметр FILES в файле CONFIG.SYS имеет значение 20.
18. \*\*File <comp-fname> not found.  
*Причина:* указанный файл с описанием компонента не найден.  
*Действия:* проверить имя файла и его наличие.
19. Insufficient disk space.  
*Причина:* на диске не хватает места для записи данных.  
*Действия:* освободить место на диске, удалив ненужные файлы.
20. Insufficient library space.  
*Причина:* заполнен весь объем библиотеки или на диске не хватает места для продолжения работы программы.  
*Действия:* записать библиотеку и завершить работу с программой.  
Создать новую библиотеку или освободить место на диске.
21. Insufficient working disk space.  
*Причина:* на диске не хватает места для записи постоянных или временных файлов.  
*Действия:* освободить место на диске.
22. Invalid command "<имя команды>".  
*Причина:* введена команда, не существующая в программе PC-LIB.  
*Действия:* ввести команду правильно.
23. Library <имя файла библиотеки> format is incompatible.  
*Причина:* формат указанного библиотечного файла не соответствует версии программы.  
*Действия:* убедиться в правильности ввода имени библиотеки и в том, что это действительно библиотечный файл.
24. Library <имя файла библиотеки> not found. *Причина:* указанный файл библиотеки не найден. *Действия:* проверить имя файла и убедиться, что он существует.
25. PC-LIB execution aborted.  
*Причина:* работа программы прекращена после выявления системной ошибки.  
*Действия:* перезагрузить систему и запустить программу повторно.
26. PC-LIB workspace initialization problem.  
*Причина:* не хватает оперативной памяти или системный сбой.  
*Действия:* освободить оперативную память от ненужных резидентных программ (программе PC-LIB требуется не менее 512 Кбайт доступной памяти).
27. System error, process aborted.  
*Причина:* не хватает места для записи некоторых данных или системный сбой.  
*Действия:* перезагрузить систему и освободить место на диске (программе PC-LIB требуется не менее 2 Мбайт свободного места на диске).

#### Сообщения об ошибках пакетного режима

1. <n> error found.  
*Причина:* при выполнении управляющего файла найдено n ошибок.  
*Действия:* информационное сообщение.
2. Batch input file not found.  
*Причина:* не найден управляющий файл с указанным именем.  
*Действия:* проверить имя файла и путь доступа.
3. Failed closing file <имя управляющего файла>.

*Причина:* системный сбой.

*Действия:* перезагрузить систему и запустить программу заново.

4. Source to skip this point.

*Причина:* обнаружена ошибка в одной из строк управляющего файла и программа пытается обработать его оставшуюся часть.

*Действия:* проверить в управляющем файле синтаксис командных строк.

5. Valid command keyword expected.

*Причина:* неверное имя команды.

*Действия:* исправить имя команды и снова запустить управляющий файл.

6. Valid directory/path name expected.

*Причина:* в командах EXTRACT или REPLACE указан неверный путь или каталог.

*Действия:* исправить ошибку и запустить управляющий файл заново.

7. Valid file name or pattern expected.

*Причина:* в команде ADD записано неверное имя файла или группы файлов.

*Действия:* исправить имена файлов и запустить управляющий файл заново.

8. Valid member name or pattern expected.

*Причина:* неверно задано имя элемента библиотеки или группы элементов.

*Действия:* исправить имя элемента и заново запустить управляющий файл.

## 8.2. Просмотр и редактирование информации о библиотечных компонентах (PC-COMP)

Программа PC-COMP отображает информацию о выводах и упаковке УГО (.SYM) и конструктивов (.PRT) компонентов в табличной форме, что упрощает процесс ее редактирования. Представление информации в табличной форме позволяет изменять содержание соответствующих данных, не вызывая для этого графические редакторы PC-CAPS или PC-CARDS. Возможности программы PC-COMP такие же, что у команд SCMD графических редакторов (разд. 2.2, 3.2). При этом с помощью программы PC-COMP пользователь может изменить только текстовую, но не графическую информацию, т.е. нельзя добавлять, уничтожать или переопределять выводы компонентов (это возможно только с помощью графических редакторов). Однако программу PC-COMP можно использовать для создания новых компонентов, комбинируя графическое изображение одного уже существующего компонента и упаковочную информацию другого. Она позволяет также упаковывать неоднородные компоненты.

Входными данными программы PC-COMP служат файлы с расширениями .SYM и .PRT (рис. 1.1), выходными — отредактированные файлы и следующие файлы сообщений:

PCCOMP.RPT —копия содержания экрана в табличной форме (создается нажатием функциональной клавиши F1);

PCCOMP.ERR —сообщения об ошибках.

**Вызов программы PC-COMP** в интерактивном режиме производится командой  
>pccomp

после чего на экран выводится начальное меню:

Options:

```
>> Edit Symbol Pin Information <<
  Edit Symbol Pkg Information
  Edit Part Pin Information
  Delete Pkg Information
  Copy Pkg Information
  Translate Prg Information
  Exit PC-COMP
```

Press: [SPACE] for next option; [RETURN] to accept

Приведем краткое описание режимов работы программы.

1. **Edit Symbol Pin Information** —редактирование информации о выводах УГО компонентов (.SYM). В этом режиме на экран сначала запрашивается имя редактируемого файла и затем выводится таблица данных. Например, для файла 155LA3.SYM (рис. 2.3) экран имеет вид:

```
PC-COMP          Symbol Pin Information Table
                  Component Name: 1533LA3.SYM
Number of Gates per Package: 4
                  Component ID: 2
```

Pin Name	Pin Type	Pin leq	Pin x	Pin y
OUT	1	0	225	-225
IN1	0	1	-75	-175
IN2	0	1	-75	-275

Enter the Pin Name; Press -, Ì, ¬, ® or [RETURN] to accept; [ESC] to exit.

В этой таблице можно изменить количество секций в корпусе (Number of Gates per Package), идентификатор типа компонента ID, номера выводов питания (Power Pins), имена выводов (Pin Name), типы выводов (Pin Type) и их логическую эквивалентность (Pin leq); графы Pin x, Pin y для редактирования недоступны.

Внесенные в таблицу изменения заносятся в файл нажатием функциональной клавиши F2, после чего программа выводит запрос подтверждения:

Save to the file: 155LA3.SYM

Нажатием клавиши F1 отредактированная информация в табличной форме заносится в файл PCCOMP.RPT, который просматривается и выводится на печать средствами DOS.

**2. Edit Symbol Pkg Information** –редактирование информации об упаковке УГО (.SYM). Производится с помощью таблицы (на примере файла 1533LA3.SYM):

PC-COMP Symbol Packaging Information Table

Component Name: 1533LA3.SYM

Number of Gates per Package: 4

Component ID: 2

Power Pins: (7=GND,14=+5v)

Packaging ID: 1533LA3.PRT

Pin Name | Pin Number/Sect Name

Pin Name	A	B	C	D
OUT	3	6	8	11
IN1	1	4	9	12
IN2	2	5	10	13

Enter the Sect. Name; Press -, Ì, ¬, ® or [RETURN] to accept; [ESC] to exit.

В начале этой таблицы редактируется та же информация, что и в предыдущей, а затем предоставляется возможность изменить имя конструктива (Packaging ID). В нижней части таблицы каждая строка отведена имени одного вывода (Pin Name), в столбцах указаны номера выводов (Pin Number) с одинаковыми именами, принадлежащих секциям A, B, C, ... (Section Name).

Если УГО компонента не имеет упаковочной информации, то программа выдает сообщение об этом и затем запрашивает число секций (gates) в корпусе:

Number of gates:

После задания числа секций на экран выводится не заполненная таблица упаковочной информации без указания номеров выводов и другой упаковочной информации, которую пользователь должен в нее занести.

Внесенные в таблицу изменения сохраняются нажатием клавиши F2.

**3. Edit Part Pin Information** –редактирование информации о выводах конструктива компонента (.PRT) с помощью таблицы (на примере ИС 1533LA3):

PC-COMP Part Pin Information Table

Component Name: 1533LA3

Number of Gate types: 4

Component ID: 10500

Footprint Value: SMD-16

Component is a SMD: yes

A/N	Pin	Pin	Sect	Sect
Pin Num.	Pin Name	Type leq	Pin x	Pin y
1	1	41	1	0
2	2	40	1	0
3	3	40	0	0

4	4	40	2	0	-375	IN1	B
5	5	40	2	0	-500	IN2	B
6	6	40	0	0	-625	OUT	B
7	7	40	0	0	-750	----	--
8	8	40	0	1125	-750	OUT	C
9	9	40	3	1125	-625	IN1	C
10	10	40	3	1125	-500	IN2	C
11	11	40	0	1125	-375	OUT	D
12	12	40	4	1125	-250	IN1	D
13	13	40	4	1125	-125	IN2	D
14	14	40	0	1125	0	---	--

Enter the Pin Number; Press -, Ì, 7, ® or [RETURN] to accept; [ESC] to exit.

На первых трех строках заголовка этой таблицы редактируется та же информация, что и в предыдущих режимах, а затем указывается имя атрибута FP (Footprint Value) и признак принадлежности компонента к компонентам с планарными выводами (Component is CMD). В нижней части таблицы выводы компонентов упорядочены по их номерам. В каждой строке указан номер вывода (Pin Num.), имя вывода (Pin Name), тип вывода (Pin Type), логическая эквивалентность вывода (Pin leq), координаты x, y вывода, имя вывода в секции (Sect. Pin Name) и имя секции (Sect. Name). Возможно редактирование только первых четырех столбцов таблицы.

Нажатие клавиши F1 добавляет в файл PCCOMP.RPT содержание редактируемой таблицы. Сохранение внесенных изменений производится нажатием клавиши F2.

**4. Delete Pkg Information** - удаление информации об упаковке компонента из файла УГО (.SYM) или конструктива (.PRT). Удаление информации производится после ввода имени файла и подтверждения ее необходимости:

```
PC-COMP Delete Pkg Information
Component filename: <имя файла>.<расширение>
Are you sure: yes/no
```

Необходимость удаления информации об упаковке возникает при ее повреждении или при создании нового компонента на базе уже существующего.

**5. Copy Pkg Information** - копирование информации об упаковке из файла УГО (.SYM) или файла конструктива (.PRT) в другой файл того же типа. Имена исходного и выходного файлов указываются по запросам программы:

```
PC-COMP Copy Pkg Information
Input filename: <имя входного файла>.<расширение>
Output filename: <имя выходного файла>[.<расширение>]
```

**6. Translation Pkg Information** - передача информации об упаковке компонента из одного или нескольких файлов УГО .SYM в файл конструктива .PRT. Сначала программа запрашивает имя файла конструктива, куда необходимо перенести информацию, затем количество файлов УГО и их имена:

```
PC-COMP Translate Pkg Information
Part filename      : <имя файла конструктива>.PRT
Number of input files: <количество файлов УГО>
Symbol filename    : <имя файла УГО>.SYM
Symbol filename    : <имя файла УГО>.SYM
. . . . .
```

Этот режим очень удобен для формирования неоднородных компонентов (см. разд. 2.3). Сначала с помощью графических редакторов PC-CARDS и PC-CAPS создают конструктив неоднородного компонента в файле .PRT и УГО отдельных секций в файлах .SYM (всем им присваивается одинаковый идентификатор упаковки Packaging ID, совпадающий с именем конструктива), а затем программа PC-COMP корректно создает информацию об упаковке в файле .PRT.

**Сообщения об ошибках.** Программа PC-COMP выводит на экран следующие сообщения об ошибках (они же записываются в файл PCCOMP.ERR).

1. An integer value expected.  
Причина: вместо целого числа введено дробное.  
Действия: вести правильное значение.
2. Blank space not allowed.



- Причина:* введена запись с неразрешенными пробелами.  
*Действия:* определить запись заново.
3. Cannot open the file <имя файла>.  
*Причина:* указанный файл не может быть открыт.  
*Действия:* проверить наличие указанного файла и отсутствие защиты от записи.  
Запустить программу заново.
4. Database error. See manual before proceeding.  
*Причина:* выявлены проблемы с информацией для текущей базы данных.  
*Действия:* 1) аналогично п. 27 разд. 2.8; 2) при объеме оперативной памяти менее 570 Кбайт и отсутствии платы расширения памяти для увеличения памяти программе управления базой данных создать файл PCADSCH.\$M для редактора PC-CAPS или PCADPCB.\$M для редактора PC-CARDS следующего содержания:  
PINS 16  
PICS 10  
PELEMS 16
5. Database error for <имя файла>. See manual before proceeding. *Причина:* появление этого сообщения вызвано сообщением об ошибке в п. 4.  
*Действия:* аналогично п. 4.
6. Database format not compatible.  
*Причина:* загруженный файл не является файлом УГО или конструктива.  
*Действия:* убедиться в правильности задания имени файла.
7. Database types are different.  
*Причина:* упаковочная информация УГО или конструктива не может быть передана в выходной файл УГО или конструктива, так как типы баз данных различаются.  
*Действия:* при копировании упаковочной информации базы данных должны быть одного типа.
8. Disk full.  
*Причина:* на диске не хватает места для записи файла.  
*Действия:* освободить место на диске.
9. Duplicate section <имя секции> in <имя файла1> и <имя файла2>.  
*Причина:* в двух различных УГО найдены секции с одинаковыми именами.  
*Действия:* по команде SCMD/EPNL редактора PC-CAPS или с помощью программы PC-COMP присвоить секциям различные имена.
10. File creating error.  
*Причина:* сбой при попытке открыть файл.  
*Действия:* аналогично п. 41 разд. 2.8.
11. File saved no good.  
*Причина:* сбой при создании или изменении файла базы данных.  
*Действия:* освободить место на диске.
12. <имя файла> is not a symbol file.  
*Причина:* указанный файл не является файлом УГО.  
*Действия:* проверить имя файла и путь доступа и убедиться, что это действительно файл УГО.
13. <имя файла> is not a part file.  
*Причина:* аналогично п. 12, но для конструктива.  
*Действия:* аналогично п. 12.
14. <имя файла> database format not compatible.  
*Причина:* указанный файл базы данных не совместим с текущей версией программы.  
*Действия:* использовать программу PC-COMP версии не ниже той, с помощью которой создана база данных.
15. <имя файла> is a reserved filename.  
*Причина:* введенное имя файла зарезервировано для программы PC-COMP.  
*Действия:* выбрать для файла другое имя.
16. Filename exceeds the max of 39 character.  
*Причина:* количество символов в пути доступа файлу превышает 39.  
*Действия:* ввести полное имя файла корректно.
17. Incomplete packaging information not saved. *Причина:* нельзя записывать неполную информацию. *Действия:* ввести всю необходимую информацию до записи в файл УГО.
18. Input and output files should be different.

- Причина:* входной и выходной файл должны иметь разные имена.  
*Действия:* задать имена файлов правильно.
19. Input files names should be different.  
*Причина:* входные файлы имеют одинаковые имена.  
*Действия:* задать входным файлам разные имена.
20. Invalid path name.  
*Причина:* неверно указан путь доступа.  
*Действия:* задать путь доступа по правилам DOS.
21. Memory allocation error.  
*Причина:* не хватает оперативной памяти для программы.  
*Действия:* выгрузить ненужные резидентные программы.
22. Memory deallocation error.  
*Причина:* программа не может освободить память по завершении работы, сбой системы.  
*Действия:* записать последовательность действий перед сбоем и обратиться в службу поддержки системы P-CAD.
23. Database size too small.  
*Причина:* база данных УГО или конструктива слишком мала.  
*Действия:* убедиться в правильности имени файла.
24. No batch file specified.  
*Причина:* в командной строке после символа @ не указано имя командного файла.  
*Действия:* ввести командную строку правильно.
25. No component specified.  
*Причина:* на запрос об имени файла компонента оно не задано.  
*Действия:* ввести имя файла.
26. No database named <имя файла>.  
*Причина:* указано имя не существующей базы данных.  
*Действия:* указать полное имя файла правильно.
27. No input file specified.  
*Причина:* в командной строке не указаны входные файлы.  
*Действия:* указать в командной строке имя входного файла.
28. No output file specified.  
*Причина:* в командной строке не указан выходной файл.  
*Действия:* указать в командной строке имя выходного файла.
29. No packaging information found for <имя файла> или Packaging information not found.  
*Причина:* в указанном файле УГО или конструктива не найдено упаковочной информации.  
*Действия:* 1) ввести упаковочную информацию с помощью редактора PC-CAPS или PC-CARDS; 2) с помощью опции -C программы PC-COMP скопировать в указанный файл информацию об упаковке; 3) если файл является файлом УГО, то руководствоваться
30. No pin found on the component.  
*Причина:* у компонента не найдены выводы.  
*Действия:* с помощью команды ENTR/PIN редактора PC-CAPS или PC-CARDS создать выводы.
31. Not-numeric character not allowed.  
*Причина:* при редактировании полей, в которых должны быть только численные значения, введено алфавитно-цифровое значение.  
*Действия:* ввести целое число.
32. Number of pins exceeded max. for <имя конструктива>.  
*Причина:* количество выводов в указанном конструктиве превышает
255.  
*Действия:* разбить конструктив на две более мелкие части.
33. Number of section exceeded maximum.  
*Причина:* количество секций, упаковываемых в компонент, превышает
255.  
*Действия:* аналогично п. 32.
34. Packaging data corrupted.  
*Причина:* упаковочная информация для УГО или конструктива не закончена или повреждена.

*Действия:* переопределить упаковочную информацию с помощью программ PC-CAPS или PC-CARDS или с помощью опции -D удалить поврежденную информацию.

35. Pin name <имя вывода> exists.

*Причина:* введено уже существующее имя вывода.

*Действия:* проверить имена выводов и задать новое имя.

36. Pin count does not match.

*Причина:* при копировании информации из одного элемента (УГО или конструктива) в другой обнаружено несовпадение количества выводов.

*Действия:* изменить количество выводов с помощью редактора PC-CAPS или PC-CARDS.

37. Pin number <номер вывода> exists.

*Причина:* введенный номер вывода уже существует.

*Действия:* проверить номера выводов, ввести новый номер вывода.

38. Pkg pin <номер вывода> in <имя УГО> does not exist in <имя конструктива>.

*Причина:* упаковочная информация УГО содержит номер вывода, отсутствующий в конструктиве.

*Действия:* проверить реальное назначение выводов редакторами PC-CAPS, PC-CARDS или программой PC-COMP.

39. Section <имя секции> exists.

*Причина:* введено существующее имя секции.

*Действия:* проверить имена секций и ввести новое имя.

40. Syntax error.

Syntax error: invalid option.

Syntax error: no option specified.

*Причина:* задана неверная опция в командной строке.

*Действия:* проверить командную строку и задать опцию правильно.

41. Value should be between <значение 1> and <значение 2>.

*Причина:* введенное значение не находится в указанных пределах.

*Действия:* ввести значения корректно.

### 8.3. Подсистема обмена данными PDIF

Подсистема PDIF преобразует файлы баз данных системы P-CAD в коды ASCII в формате PDIF (P-CAD Database Interchange Format) для последующего редактирования с помощью текстовых редакторов и передачи данных в другие модули системы P-CAD или другие системы проектирования.

Интерфейс PDIF позволяет создать чертеж ПП в системе P-CAD и редактировать его другими программами проектирования ПП или использовать другие программы размещения компонентов и трассировки соединений, а также передавать описание ПП из другой системы в систему P-CAD. Таким же образом можно использовать формат PDIF для создания заказного интерфейса с автоматизированными системами производства, например, интерфейса для сверлильных станков, станков автоматической сборки или автоматизированного проверочного оборудования. Можно также создать интерфейс с другими программами для передачи библиотечных элементов в систему P-CAD.

Подсистема PDIF состоит из двух программ PDIF-IN и PDIF-OUT. Программа PDIF-OUT преобразует базу данных проекта в формат PDIF, а программа PDIF-IN преобразует текстовое описание проекта в формате PDIF обратно в бинарный формат системы P-CAD.

Перечислим файлы системы P-CAD, которые могут быть загружены в программу PDIF-OUT и созданы программой PDIF-IN:

- 1) графический символ компонента (.SYM);
- 2) принципиальная электрическая схема (.SCH);
- 3) конструкторско-технологический образ компонента (.PRT);
- 4) графическое представление этажерки контактных площадок (.PS);
- 5) база данных ПП (.PCB).

#### а) Программа PDIF-OUT

Типы входных файлов программы PDIF-OUT перечислены выше. Если преобразуется файл базы данных ПП .PCB, содержащий информацию о контактных площадках компонентов, то необходимо убедиться, что в программе PC-CARDS по команде SCMD/GSSF был подсоединен файл специальных символов (иначе необходимая информация о контактных

площадках не будет включена в файл PDIF).

После вызова программы командой

>pdifout

на экран выводится начальное меню:

```
PDIF-OUT
Options:
Configure PDIF-OUT
>> Run PDIF-OUT      <<
Exit PDIF-OUT
```

Press: [SPACE] for next options; [RETURN] to accept.

**Опция PDIF-OUT** позволяет задать ряд параметров:

PDIF-OUT Configuration

Directory Path :

Current

Output Format .....Compressed/Indented

Scan and Tag Reserved Characters .....No/Yes

Include Pin Names in SUBCOMP Section .....No/Yes

Первый параметр "Directory Path" задает список подкаталогов, в которых находятся преобразуемые файлы (имена отдельных подкаталогов разделяются точкой с запятой, по умолчанию назначается текущий подкаталог -Current).

Следующий параметр Format выбирает формат выходного текстового файла. В формате Indented данные в выходном файле структурируются по уровням, в формате Compress данные представлены в более сжатом виде.

Параметр and Tag Reserved Characters определяет, будет ли программа PDIF-OUT вставлять знак "\" перед каждым найденным во входном файле зарезервированным символом.

Последний параметр Pin Names in SUBCOMP Section определяет, будут ли имена выводов включены в раздел CN выходного файла.

**В режиме PDIF-OUT** запрашивается имя входного бинарного файла вместе с его расширением; выходной текстовый файл по умолчанию имеет расширение .PDF:

P-CAD (Binary) File: <имя входного файла>.<расширение>

PDIF (ASCII) File: [<имя входного файла>[.PDF]]

Enter the filename: Press [RETURN] or [Esc] to exit.

Сообщения о выполнении программы и об ошибках выводятся в нижней части экрана и записываются в файл PDIFOUT.LOG.

Формат PDIF выходного файла описан ниже.

*б) Программа PDIF-IN*

Перед запуском программы PDIF-IN необходимо убедиться, что все файлы структуры слоев, конструктивов компонентов, их графических символов и этажерок контактных площадок, описанных в PDIF-файле, находятся в текущем подкаталоге или подкаталоге, указанном в файле конфигурации программы.

После вызова программы командой

>pdifin

на экран выводится начальное меню:

```
PDIF-IN
Options:
Configure PDIF-IN
>> Run PDIF-IN      <<
Exit PDIF-IN
```

Press: [SPACE] for next options; [RETURN] to accept.

**Опция PDIF-OUT** позволяет задать ряд параметров:

PDIF-IN Configuration

Library Filename: None

Directory Path :

Current

System memory size .....640K

Import Component Attributes No/Yes

Component Import Mode .....External/Internal

Exception File .....<имя файла>

Enter the path; Press [RETURN] to accept.

Первый параметр "Library Filename" позволяет задать имена файлов библиотек (.SLB или .PLB), которые разделяются точкой с запятой. Библиотеки должны находиться в подкаталоге, указанном на следующей строке. Значение по умолчанию "означает, что программа не будет просматривать библиотеки.

В строке Path"указываются имена всех подкаталогов, где программа будет осуществлять поиск файлов библиотек компонентов, графических символов, конструктивов и этажерок контактных площадок.

На строке memory size"устанавливается объем ОЗУ 640 К или 512 К (только для ПК Texas Instruments Professional).

На строке Component Attributes"устанавливается, будут ли передаваться атрибуты описания компонентов во все экземпляры компонентов принципиальной схемы или базы данных ПП.

На строке Import Mode"задается режим передачи компонентов External (внешний) или Internal (внутренний). Внутренним режимом называется передача описания компонентов из файла PDIF, а внешним –из существующих файлов системы P-CAD.

На строке File"указывается имя файла исключений, используемого для передачи графических символов компонентов, В файле исключений перечисляются имена файлов графических символов или конструктивов компонентов с их расширениями, по одному имени в каждой строке, которые должны передаваться в выходной файл в другом режиме, чем указан в строке Import Mode". Текстовый файл исключений имеет произвольное имя и расширение.

Если параметр Import Mode"имеет значение "или задано имя файла исключений, появляется запрос на создание файлов графических символов или конструктивов для компонент, передаваемых во внутреннем режиме из раздела Def Section"файла PDIF:

Create Component from Internal Comp-Def Section: No/Yes

**Запуск программы** осуществляется в режиме PDIF-IN", после чего необходимо ввести имена входного и выходного файлов:

PDIF-IN

PDIF (ASCII) File: <имя PDIF файла>

PCAD (Binary) File: <имя двоичного файла>

Enter the filename; Press [RETURN] or [Esc] to exit.

в) *Формат PDIF*

Файл в формате PDIF состоит из идентификатора файла и пяти разделов:

```
{COMPONENT <имя файла базы данных системы P-CAD>
{ENVIRONMENT
  ...
}
{USER
  ...
}
{DISPLAY
  ...
}
{SYMBOL
  ...
}
{DETAIL
  ...
}
}
```

Ключевое слово COMPONENT идентифицирует файл в формате PDIF, ключевые слова ENVIRONMENT, USER, DISPLAY, SYMBOL, DETAIL являются заголовками пяти разделов файла. Фигурные скобки { } ограничивают весь файл и каждый раздел внутри него, многоточия обозначают данные разделов.

Каждый раздел может содержать данные в виде ключевых слов и величин. Каждый раздел может иметь один или более подразделов. Приведем иерархию разделов и подразделов:

COMPONENT

. ENVIRONMENT . . . EX . . . . . Pv

. . PDIFvrev	. . . . At	. . . . . Cv
. . Program	. . DETAIL	. . SUBCOMP
. . DBtype	. . ANNOTATE	. . . . COMP_DEF
. . DBvrev	. . . . Arc	. . . . . PIN_DEF
. . DBtime	. . . . C	. . . . . P
. . DBunit	. . . . Fr	. . . . . Pt
. . DBgrid	. . . . L	. . . . . La
. . Lyrstr	. . . . R	. . . . . Ploc
. . Lyrphid	. . . . T	. . . . . PKG
. . Ssymbol	. . . . Poly	. . . . . Rdl
. . Apr	. . . . Poliap	. . . . . Pnl
. . PCLR	. . . . Ol	. . . . . Pid
. . Polyap	. . . . Pv	. . . . . Sd
. . PSIZ	. . . . Cv	. . . . . SPKG
. . USER	. . . . Pv	. . . . . Sna
. . VIEW	. . . . Cv	. . . . . Sp
. . . . Mode	. . . . NET_DEF	. . . . . Apn
. . . . Vw	. . . . №	. . . . . PIC
. . . . Lv	. . . . DG	. . . . . Arc
. . . . Gs	. . . . . W	. . . . . C
. . . . RCTL	. . . . . V	. . . . . Fr
. . DISPLAY	. . . . . Arr	. . . . . L
. . SYMBOL	. . . . . Poly	. . . . . R
. . PIN_DEF	. . . . . Polyap	. . . . . T
. . . . P	. . . . . Ol	. . . . . Poly
. . . . . Pt	. . . . . Pv	. . . . . Polyap
. . . . . Lq	. . . . . Cv	. . . . . Ol
. . . . . Ploc	. . . . . Nn	. . . . . Pv
. . . . . PKG	. . . . . ATR	. . . . . Cv
. . . . . Rdl	. . . . . IN	. . . . . Pv
. . . . . Pnl	. . . . . NS	. . . . . Cv
. . . . . Pid	. . . . . Rats	. . . . . ATR
. . . . . Sd	. . . . . Un	. . . . . IN
. . . . . SPKG	. . . . . PAD_STACK	. . . . . Ty
. . . . . Sna	. . . . . Pad	. . . . . Smd
. . . . . Sp	. . . . . PAD_DEF	. . . . . Jmp
. . . . . Apn	. . . . . ATR	. . . . . EX
. . . . . PIC	. . . . . IN	. . . . . At
. . . . . Arc	. . . . . Org	. . . . . I
. . . . . C	. . . . . Ty	. . . . . CN
. . . . . Fr	. . . . . Smd	. . . . . IPT
. . . . . L	. . . . . PIC	. . . . . ASG
. . . . . R	. . . . . Arc	. . . . . Rd
. . . . . T	. . . . . C	. . . . . Pn
. . . . . Poly	. . . . . Fl	. . . . . ATR
. . . . . Poliap	. . . . . Fr	. . . . . IN
. . . . . Ol	. . . . . L	. . . . . Pl
. . . . . Pv	. . . . . R	. . . . . Sc
. . . . . Cv	. . . . . T	. . . . . Ro
. . . . . Pv	. . . . . Poly	. . . . . Mr
. . . . . Cv	. . . . . Poliap	. . . . . Ps
. . . . . ATR	. . . . . Ol	. . . . . Pa
. . . . . IN	. . . . . Pv	. . . . . Nl
. . . . . Org	. . . . . Cv	. . . . . Un
. . . . . Ty	. . . . . EX	. . . . . EX
. . . . . Smd	. . . . . At	. . . . . At
. . . . . Jmp	. . . . . Iat	. . . . . Iat

В файлах формата PDIF символы \*, [, ], {, }, ", пробел имеют специальное значение и они называются зарезервированными символами. В то же время в файлах формата системы P-CAD имена компонентов, имена цепей, текст или атрибуты

могут содержать эти символы. Поэтому в файлах формата PDIF перед такими символами вставляется знак \, в таком случае они воспринимаются как часть текста. Для обозначения пробела используются символы \b. Если символ \ использован в тексте, он заменяется двумя символами \\.

Приведем краткую информацию о разделах файлов в формате PDIF.

1. **Раздел ENVIRONMENT** – описание среды, в которой создана база данных. Имеет следующий формат:

```
{ENVIRONMENT {PDIFvrev <номер версии PDIF>} {Program <номер версии программы PDIF-OUT, создавшей файл>} {DBtype <тип базы данных: "Schematic"—описание схемы, Board"—описание ПП>} {DBvrev <номер версии исходной базы данных>} {DBtime <дата и время создания базы данных>} {DBunit <единицы измерения: "—английская, "—метрическая>} {DBgrid <значение шага сетки базы данных >} {Lyrstr <описание структуры слоев>} {Lyrphid <физический идентификатор слоя>} {Ssymtbl <таблица специальных символов>} {Apr <перечень апертур, заданных командой SCMD/SIPC>} {PCLR <зазоры в многоугольниках>} {Polyar <размер апертуры многоугольника по умолчанию>} {PSIZ <минимальный размер многоугольника>}
}
```

Альтернативный формат имеет вид:

```
{ENVIRONMENT
    <имя файла с начальными параметрами среды, например имя файла структуры слоев или имя файла границ ПП>} {PDIFvrev <номер версии PDIF>}
}
```

2. **Раздел USER** – раздел описания пользователя, содержащий специальные данные описания системы. Имеет формат:

```
{USER
{VIEW {Mode <режим редактирования SYMB или DETL>} {Vw <окно просмотра>} {Lv <статус просмотра слоя>} {Gs <шаг сетки по осям x, y>} {RCTL <символьный статус экрана>}
}
{<system>
    {key ...}
    {see ...}
        {key ...}
        {see ...}
}
}
}
```

Здесь заголовок подраздела <system> – имя другой системы проектирования ПП. Этот подраздел создается пользователем вручную для того, чтобы ввести информацию для других систем проектирования. Пользователь задает также ключевые слова "key" и имена подразделов " .

3. **Раздел DISPLAY** – описание ряда параметров, используемых в других разделах. Этот раздел всегда присутствует в файле, созданном программой PDIF-OUT, и может быть удален из него, если раздел ENVIRONMENT содержит ссфлку на файл начальных параметров. Он имеет структуру:

```
{DISPLAY [LY "<имя активного слоя">] [Ls "<характер линии>"] [Wd <ширина линии>] [Ts <размер текста>] [Tj <выравнивание текста>] [Tr <угол поворота текста>] [Tm "<зеркальное отображение текста>"]
}
```

4. **Раздел SYMBOL** – содержит информацию о компоненте, включая описание выводов, информацию об упаковке и графическом изображении. Имеет структуру:

```
{SYMBOL
{PIN_DEF
    ...
}
{PKG          (только для базы данных принципиальной схемы)
    ...
}
{SPKG (только для базы данных ПП)
```

```

...
}
{PIC
...
}
{ATR
...
}
}

```

Раздел SYMBOL имеет следующие подразделы.

1) Подраздел *PIN\_DEF* –описания выводов компонента, содержит по одному подразделу P на каждый вывод:

```

{PIN_DEF {P <имя вывода> {Pt "<тип вывода>" } {Lq <код эквивалентности>} {Ploc
<координаты x, y выводов>}} . . .
}

```

2) Подраздел *PKG* –информация об упаковке графических символов компонентов:

```

{PKG {Rdl <координаты x, y точки привязки>} {Pnl <координаты x, y номеров
выводов>} {Pid <идентификатор упаковки>} {Sd <номер секции и номера выводов>}
. . .
}

```

3) Подраздел *SPKG* –описания соответствия имен секций и имен компонентов (только для ПП):

```

{SPKG {Sna <имя секции> ...} {Sp <имя вывода> <номера выводов (только
цифровые)> ...} {Arp <номера выводов (алфавитно-цифровые)> ...}
}

```

4) Подраздел *PIC* –описание графического изображения символа или конструктива и текстовых надписей:

```

{PIC {T "текст"<координаты x, y>} {L <координаты xi, yi сегментов линии>} {R
<координаты xi, yi углов прямоугольника>}
{Fr <координаты xi, yi углов прямоугольников, залитых краской>} i
i {A <параметры дуги>} {C <координаты центра x, y и радиус круга>} {Fl <зона
засветки для фотоплоттера>}
{Poly {Ol <параметры внешнего контура>} {Pv <координаты xi, yi многоугольного
отверстия>} {Cv <координаты центра и радиус круглого отверстия>}
}
{Pv ...}
{Cv ...}
}

```

5) Подраздел *ATR* –описания атрибутов графических символов компонентов. В нем содержатся подразделы IN –описание стандартных параметров (внутренних атрибутов), включая точку привязки символа и код идентификации, и EX – описание атрибутов, задаваемых пользователем (внешних атрибутов):

```

{ATR
{IN {Org <координаты x, y точки привязки символа>} {Ty <код идентификации
компонента ">} {Smd <признак компонента с планарными выводами>} {Jmp <признак
межслойного перехода (только для базы данных ПП)>}
}
{EX
{At <ключевое слово атрибута> <значение> <координаты x, y>}
. . .
}
}

```

5. Раздел **DETAIL** –содержит описание графического изображения принципиальной схемы или топологии ПП. Имеет формат:

```

{DETAIL {ANNOTATE (может отсутствовать)
...
}
{NET_DEF (может отсутствовать)
...
}
}

```



```

{PAD_STACK (только для базы данных ПП)
...
}
{SUBCOMP
...
}
}

```

Раздел DETAIL содержит следующие подразделы.

1) Подраздел ANNOTATE – описания вспомогательных элементов базы данных:

```

{ANNOTATE {T "текст"<координаты x, y>} {L <координаты xi, yi сегментов линии>} {R
<координаты xi, yi углов прямоугольника>}
{Fr <координаты xi, yi углов прямоугольников, залитых краской>} i
i {A <параметры дуги>} {C <координаты центра x, y и радиус круга>} {Fl <зона
засветки для фотоплоттера>}
{Poly {Ol <параметры внешнего контура>} {Pv <координаты xi, yi многоугольного
отверстия>} {Cv <координаты центра и радиус круглого отверстия>}
} {Pv <координаты xi, yi многоугольного отверстия>} {Cv
<координаты центра и радиус круглого отверстия>}
}

```

2) Подраздел NET\_DEF – описание соединений схемы, включая графику проводников, имена цепей и атрибуты. Подраздел NET\_DEF состоит из последовательности подразделов N, по одному для каждой цепи:

```

{NET_DEF {N <имя цепи>
...
}
{N <имя цепи>
...
}
}

```

Подразделы N в свою очередь состоят из более мелких подразделов. Подраздел DG – содержит данные изображения, включая координаты расположения имен символов, и ATR – задание признака локальной или глобальной цепи:

```

{N <имя цепи>
{DG
{W <координаты xi, yi сегментов электрических проводников>}
i i
{V <координаты xi, yi сквозных переходов ПП> <тип перехода>}
i i
...
{Poly
{Ol <параметры внешнего контура>}
{Pv <координаты xi, yi многоугольного отверстия>}
i i
{Cv <координаты центра и радиус круглого отверстия>}
}
... {Nn <координаты xi, yi имен цепей>}
}
{ATR
{IN
{Ns <сфера влияния цепи>}
}
}
}

```

3) Подраздел PAD\_STACK – описание контактных площадок и сквозных переходных отверстий в базе данных ПП. Включает по одному подразделу PAD\_DEF на каждый тип контактной площадки или переходного отверстия. Подраздел PAD\_DEF в свою очередь содержит два подраздела: PIC – графическая информация и ATR – описание атрибутов.

Подраздел PAD\_STACK имеет формат:

```

{PAD_STACK
{PAD <тип контактной площадки или переходного отверстия> <список имен контактных

```

```

площадок или имя переходного отверстия}&#x27E9;
... {PAD_DEF <имя контактной площадки или переходного отверстия>
  {ATR
    ...
  }
  {PIC
    ...
  }
}
}

```

Форматы подразделов ATR и PIC приведены выше.

4) Подраздел *SUBCOMP* – описание компонентов, входящих в состав принципиальной схемы или ПП. В файле PDIF, составленного для отдельного компонента, приводится только заголовок этого подраздела. В файле PDIF, составленного для принципиальной схемы или ПП, подраздел SUBCOMP имеет структуру:

```

{SUBCOMP {COMP_DEF <имя файла .SYM или .PRT> . . .
}
          {I <имя файла .SYM или .PRT> <имя компонента> . . .
}
. . .
}

```

Подраздел SUBCOMP состоит из подразделов двух типов: COMP\_DEF и I.

Подраздел COMP\_DEF описывает отдельные компоненты базы данных и имеет формат:

```

{COMP_DEF
  {PIN_DEF
    ...
  }
  {PKG          (только для базы данных принципиальной схемы)
    ...
  }
  {SPKG (только для базы данных ПП)
    ...
  }
  {PIC
    ...
  }
  {ATR
    ...
  }
}
}

```

Содержащаяся в этом разделе информация аналогична информации раздела SYMBOL файла PDIF для этого компонента.

Подраздел I описывает характеристики отдельных экземпляров компонентов, описанных в подразделе COMP\_DEF, и подсоединение цепей к его выводам. Он имеет формат:

```

{I <имя файла> <имя компонента>
  {CN
    ...
  }
  {IPT (только для базы данных ПП)
    ...
  }
  {ASG (только для базы данных принципиальной схемы)
    ...
  }
  {ATR
    ...
  }
}
}

```

Приведем описания четырех подразделов CN, IPT, ASG и ATR, из которых состоит подраздел I.

Подраздел CN описывает подсоединение цепей к выводам компонентов. Он имеет два формата. В первом указываются имена выводов:

```
{CN
<имя вывода> <имя цепи> ...
}
```

Второй формат не содержит имен выводов:

```
{CN
<имя цепи> <имя цепи> ...
}
```

Он полезен при преобразовании базы данных в формат другой системы проектирования, где не используются имена выводов (например, в формат логического моделировщика DDL, разд. 2.5).

Подраздел IPT содержит описания типа каждого вывода компонента базы данных ПП. Если в PDIF файл включены имена выводов, этот подраздел имеет формат:

```
{IPT <имя вывода 1> <тип вывода 1> ...}
```

В противном случае формат имеет вид:

```
{IPT <имя вывода 1> <имя вывода 2> ...}
```

Подраздел ASG содержит упаковочную информацию компонентов схемы:

```
{ASG
      {Rd "<имя вывода точки привязки>"<координаты x, y вывода>}
      {Pn "<номер вывода>"<координаты x, y вывода>}
...
}
```

Подраздел ATR содержит описания внутренних и внешних атрибутов компонентов в подразделах IN и EX соответственно:

```
{ATR
  {IN
      {P1 <координаты x, y точки привязки компонента> {Sc <масштаб по осям x, y, в котором компонент помещен в базу данных>} {Ro <угол ориентации компонента>} {Pa <угол поворота компонента>} {Mr "<признак зеркального отображения>"} {Ps "<сторона ПП для размещения компонента>"} {N1 <координаты x, y имени компонента>} {Un "<признак имени, заданный пользователем>"} {Iat <ключевое слово внутреннего атрибута> <значение>}
  }
  {EX
      {AT <ключевое слово атрибута> <значение> <координаты x, y>}
      ...
  }
}
```

В заключение приведем пример PDIF файла, созданного программой PDIF-OUT из файла 1533LA3.SYM:

```
%*****
%
%   Program   :   PDIF-OUT VERSION 4.50
%   Date      :   May 20 1992
%   Time      :   06:03:30 PM
%   File In   :   1533LA3.SYM
%   File Out  :   1533LA3.PDF
%   Format    :   P-CAD DATABASE INTERCHANGE FORMAT
%
%*****
{COMPONENT 1533LA3.SYM
{ENVIRONMENT
{PDIFvrev 4.00}
{Program OUT Version 4.50 "}
{DBtype "}
{DBvrev 1.04}
```

```

{DBtime . 6, 1992          4:32 p.m.          "}
{DBunit "}
{DBgrid 10}
"6 "4 "2 "6 "1 "5 " 5
"6 "6 "4 "5 "5 "$NULL" 0}
}
{USER
{VIEW
{Mode SYMB}
{Vw 0 0 2}
{Lv 10 2 1 2 0 0 2 2 2 2 2 2 2 1 2 0 2 2 0}
{Gs 50 50}
}
}
{DISPLAY
[Ly "]
[Ls "][Wd 0]
[Ts 60][Tj "][Tr 0][Tm "]
}
{SYMBOL
{PIN_DEF
[Ly "]
{P OUT {Pt "}{Lq 0}{Ploc 150 50}}
{P IN1 {Pt "}{Lq 1}{Ploc -200 100}}
{P IN2 {Pt "}{Lq 1}{Ploc -200 0}}
}
{PKG
[Ly "]
[Ts 60][Tj "][Tr 0][Tm "]
{Rdl -24 -21}
[Ly "]
{Pnl 116 83}
{Pnl -164 125}
{Pnl -162 27}
{Pid 1533LA3.SYM}
{Sd A 3 1 2}
{Sd B 6 4 5}
{Sd C 8 9 10}
{Sd D 11 12 13}
}
{PIC
[Ly "]
[Ls "][Wd 0]
[Ts 60][Tj "][Tr 0][Tm "]
{C 50 50 29}
{L 50 50 150 50}
{L -100 100 -200 100}
{L -200 0 -100 0}
{R -100 -50 50 150}
[Ly "]
[Tj "]
{T "&"-62 63}
[Ly "]
{T "200 100}
{T "-350 150}
{T "-300 -100}
}
{ATR
{IN
{Org -200 0}

```

```

{Ty 2}
}
{EX
[Ly "]
[Ts 60][Tj "][Tr 0][Tm "]
{At PWGD \ (7=GND,14=+5v\ ) -50 -300}
{At PRT 1533LA3 -350 -250}
{At PCL \ (14,14,\ " ,\ "\ ) -50 -200}
}
}
}
{DETAIL
{ANNOTATE
}
{NET_DEF
{N OUT
{ATR
{IN
{Un " }
}
}
}
{N IN1
{ATR
{IN
{Un " }
}
}
}
{N IN2
{ATR
{IN
{Un " }
}
}
}
}
{SUBCOMP
}
}
}

```

Соответствие данных PDIF файла командам графических редакторов PC-CAPS и PC-CARDS (гл. 2, 3) приведены в приложении 7.

– 290 –

## 9. РАБОТА С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

### 9.1. Подготовка данных к выводу на периферийные устройства

Система P-CAD позволяет вывести на внешние устройства следующие данные:

- чертежи принципиальной электрической схемы;
- чертежи печатной платы, включающие в себя:
  - контрольную прорисовку топологии ПП,
  - детализировочный чертеж ПП,
  - сборочный чертеж ПП;
- фотошаблоны слоев платы;
- перфоленты или магнитные ленты для сверления отверстий с помощью станков с ЧПУ.

Обсудим подготовительные операции, которые необходимо для этого выполнить. Часть из них выполняется всегда, а другие в зависимости от технологии изготовления

и организационного обеспечения системы автоматизированного проектирования ПП.

**Выпуск чертежей принципиальных электрических схем.** После создания графического изображения схемы с помощью программы PC-CAPS всю схему целиком или ее часть можно вывести на принтер или плоттер.

Для вывода чертежа принципиальной схемы необходимо, во-первых, получить ее изображение на экране дисплея с помощью программы PC-CAPS (гл. 2). При этом следует иметь в виду, что на внешние устройства выводится только та информация, которая видна на экране. Поэтому сначала следует внимательно просмотреть изображение чертежа на экране, убедиться, что вся необходимая информация видна, и сделать невидимой лишнюю информацию. Рекомендуется включить следующие слои (в каждом конкретном случае состав включенных слоев уточняет пользователь), переведя их в состояния ON или ABL:

WIREWS —проводники,  
BUS —шины,  
GATE —изображения компонентов,  
PINNUM —цоколевка выводов компонентов,  
SDOT —точки соединений проводников,  
DEVICE —наименования компонентов,  
BORDER —рамка чертежа, форматка и технические требования.

Все остальные слои устанавливаются в состояние OFF. Номер цвета включенного слоя определяет номер пишущего узла плоттера.

Затем по команде SYS/PLOT изображение выводимой части схемы заключают в прямоугольную рамку, указывая координаты ее противоположных углов по запросам

PLOT: Select Page Corner 1 ... PLOT: Select Page Corner 2 ...

После этого по запросу

Plot file name:

вводят имя файла, которому по умолчанию присваивается расширение .PLT. Этот файл содержит команды управления принтером, плоттером и фотоплоттером.

Заметим, что по команде SYS/PLOT система сохраняет всю область чертежа, видимую на экране, и координаты окна печати, определенные пользователем. При выводе чертежей на периферийные устройства система выполняет перестроение чертежа для его размещения в указанном окне, на что требуется дополнительное время. Поэтому для сокращения затрат времени при выводе фрагмента чертежа рекомендуется перед выполнением команды SYS/PLOT выполнить команду VWIN, которая перестраивает выделенный фрагмент чертежа во весь экран.

При наличии на чертеже *русских букв* необходимо файл .PLT обработать с помощью специальной программы, преобразующей изображения этих букв из текстовой в графическую форму. Известно несколько таких программ. Например, программа PCPIPE, разработанная В.В.Зарубановым, запускается командной строкой >pcpipe [-/ <параметр><значение>...] <имя файла>

Параметры командной строки назначают размеры символов букв в процентах по отношению к их исходным размерам (см. разд. 9.2 и рис. 9.1):

w —ширина символа,  
h —высота символа,  
x —смещение по оси x,

y —смещение по оси y. Кроме того, параметр f позволяет установить имя шрифта (имеются шрифты MIXBOLD, MIXHAND, MIXITAL, MIXOLD1, MIXOLD2, MIXSTD, MIXTRIPL). Например,

>pcpipe -w50 /h70 /x-10 /y-10 /fMIXBOLD TEST

Здесь MIXBOLD —имя шрифта, TEST —имя файла схемы с расширением .PLT.

По умолчанию параметры принимают значения:

/w70 /h100 /x-12 /y-12 /fMIXSTD.FNT

В результате образуется файл с расширением .PRL, который служит входным файлом программ PC-PRINT, PC-PLOT и PC-PHOTO.

**Выпуск чертежей ПП.** Чертежи ПП включают в себя:

- контрольную прорисовку топологии,
- детализовочные чертежи,
- сборочный чертеж.

Контрольная прорисовка топологии ПП используется для ее визуальной проверки. Для ее получения достаточно включить слои:

SLKSCR –графика контура и отверстий платы,  
PADCOM –графика контактных площадок на верхней стороне платы,  
PADSLD –графика контактных площадок на нижней стороне платы,  
PADINT –графика контактных площадок внутренних слоев платы,  
COMP –слой трассировке на верхней стороне платы,  
SOLDER –слой трассировки на нижней стороне платы,  
INT1, INT2, ... –прочие слои трассировки,  
EXTERN –перемычки и врубные шины питания (дополнительный слой, формируемый пользователем).

*Детализировочные чертежи* представляют собой конструкторские чертежи ПП с необходимыми для ее изготовления техническими требованиями, и фотошаблоны слоев ПП.

*Сборочный чертеж* формируется в следующей последовательности. После завершения разработки ПП формируют заготовку сборочного чертежа с помощью графического редактора PC-CARDS и затем ее дорабатывают с помощью универсальной программы AutoCAD или специализированной программы, ориентированной на выпуск конструкторской документации.

Для получения сборочного чертежа ПП со стороны установки элементов необходимо включить следующие слои:

SLKSCR –графика контуров компонентов,

SLKTOP –графика основных линий изображений компонентов на верхней стороне платы,

REFDTP –идентификационные указатели компонентов на верхней стороне платы.

Для получения сборочного чертежа ПП с обратной стороны необходимо включить следующие слои:

SLKSCR –графика контуров компонентов,

SLKBOT –графика основных линий изображений компонентов на / нижней стороне платы,

REFDBT –идентификационные указатели компонентов на нижней стороне платы.

Номера цветов слоев должны соответствовать номерам перьев плоттера.

Затем следует "проявить" обозначения компонентов на слое REFDTP или REFDBT командой NAME/COMP; причем при проявлении обозначения компонентов на слое REFDBT необходимо дать их зеркальное отображение, для чего в процессе выполнения команды NAME/COMP следует установить зеленый цвет буквы M на строке состояний. В заключение формируется файл графического изображения .PLT, который передается программе AutoCAD или аналогичной для доработки (разд. 9.6).

**Выпуск фотошаблонов слоев платы.** Для получения изображения слоев фотошаблонов следует ввести изображение реперных знаков, произвести мультиплицирование ПП на стандартной заготовке, дополнить изображение слоев учетной информации и т.п. Для мультиплицирования ПП необходимо включить все информационные слои и произвести копирование информации командой COPY/WIN с целью заполнения пространства заготовки. Перед вводом реперных знаков нужно оставить включенными только слои SLKSCR и FLTARG; номера цветов для фотоплоттера роли не играют. Реперные знаки вводятся командой FILE/BKLD, с помощью которой считывается файл с расширением .PCB, в котором должны быть заранее занесены их изображения. В качестве точки привязки реперов обычно используется нижний левый угол чертежа, совпадающий с точкой координатной сетки. При необходимости число и положение реперных знаков редактируется командами MOVE и COPY.

При формировании файла изображения конкретного слоя включаются необходимые информационные слои совместно со слоями SLKSCR и FLTARG и создается файл изображения .PLT. Для фотошаблона первого слоя ПП дополнительно включаются слои COMP, FLCOMP, второго слоя –SOLDER и FLSOLD, для фотошаблонов внутренних слоев –INT1, INT2, ... и FLINT.

**Формирование информации для сверления отверстий.** Файл координат отверстий для сверлильного станка с ЧПУ формируется программой PC-DRILL. Предварительно на чертеже ПП с помощью программы PC-CARDS указывается нулевая точка в режиме SYMB командой ENTR/ORG. В качестве такой точки обычно указывается нижний левый угол изображения, совпадающий с точкой вставки реперного знака.

## 9.2. Вывод чертежей на принтер (PC-PRINT)

Рассмотрим, как чертеж схемы выводится на принтер с помощью программы PC-PRINT. Она вызывается с помощью управляющей оболочки Shell (в режиме System Interfaces/Hardcopy:Printer) или непосредственно командой

```
>pcprint
```

После этого на экран выводится начальное меню программы:

```
Configure PC-PRINT      (установка конфигурации)
>> Plot a file         << (вывод чертежа)
Exit PC-PRINT          (выход из программы)
```

Press: [SPACE] for next option; [RETURN] to accept

**Работа с начальным меню.** Принцип работы с начальными меню всех программ системы P-CAD одинаков, он описан в разд. 2.1. При первом обращении к программе PC-PRINT (или по мере надобности) следует выбрать режим Configure PC-PRINT, после чего на экране появится меню настройки конфигурации:

```
PC-PRINT Configuration
Default configuration .....PCPRINT.CFG
Printer port (порт принтера) ..LPT1/LPT2/LPT3/PRN/PORT1/PORT2/PORT3
Output device (выходное устройство) .....printer/disk
Memory size (Laser Printers Only) ..... 62Kb
Default printer (тип принтера) ..... Epson FX-85
Default paper size (размер бумаги) ..... A/.../E/AX/.../EX
Graphics density (плотность линий) ..... medium/high/low
Plot (режим печати) ..... slow/fast
Text dimensions (% of text size) (размер текста):
Text character width (including space) .. 70 %
Text character height ..... 80 %
Space below text line ..... 10 %
Space above text line ..... 10 %
Space from top of text to bar ..... 20 %
Enter configuration filename : PCPRINT.CFG
```

На первой строке меню указывается имя файла конфигурации PCPRINT.CFG, устанавливаемое по умолчанию, на второй – логическое имя порта, к которому подключен принтер.

На строке Output device указывается устройство, на которое программа выводит команды построения чертежей – непосредственно на принтер (параметр printer) или в файл на диск (параметр disk). Файл на диске имеет то же имя, что и основной файл, его расширение назначается автоматически в зависимости от типа принтера:

Расширение имени файла	Тип принтера
.CTH	C.Iton
.EPS	Epson
.HPP	Hewlett-Packard Laserjet
.IBM	IBM
.OKI	Okidata
.TI	Texas Instrument

Созданный на диске файл позднее может быть выведен на принтер средствами DOS, например с помощью команды >print <имя файла>.<расширение>

На строке Default printer указывается тип принтера; для его изменения нажимается клавиша [Пробел] до тех пор, пока на ней не появится нужный тип. Программа PC-PRINT обеспечивает вывод данных на матричные принтеры типа Epson MX-80, Epson FX-80, Epson

FX-85, Epson FX-100, Epson FX-185, Epson LQ-1500, IBM 5553, IBM Proprinter, Okidata ML92, Okidata ML93, Texas Instrument 850, Texas Instrument 860 и лазерные принтеры HP Laserjet, HP Laserjet Plus. Модели принтеров, не вошедших в этот список, как правило, эмулируют стандарт EPSON, IBM и HP (для лазерных принтеров) и поэтому могут управляться одним из драйверов из приведенного выше списка. Так, например, распространенный матричный принтер Amstrad DMP4000 в режиме широкой печати управляется тем же драйвером, что и принтер Epson FX-185 (200), а в режиме узкой печати – как принтер Epson FX-80. Обратим внимание на то, что принтеры (включая и лазерные) не должны использоваться для получения оригинала фотшаблона, поскольку они не обеспечивают необходимой точности; для



этих целей используется построители фотошаблонов (фотоплоттеры), взаимодействующие с программой PC-PHOTO.

На строке Default paper size указывается формат чертежа. В программе PC-PRINT используются следующие форматы чертежей, выполняемых на матричных печатающих устройствах:

Формат	Размер чертежа	Количество листов
--------	----------------	-------------------

#### Узкая каретка

A	10,5r8,0" (26,67r20,32 см)	1
B	16,0r10,5" (40,64r26,67 см)	2
C	21,5r16,0" (54,61r40,64 см)	4
D	32,0r21,5" (81,28r54,61 см)	8
E	43,5r32,0" (110,49r81,28 см)	16

#### Широкая каретка

AX	10,5r13,0" (26,67r33,02 см)	1
BX	13,0r21,5" (33,02r54,61 см)	2 (непрерывных)
CX	21,5r26,0" (54,61r66,04 см)	4
DX	52,0r21,5" (132,08r54,61 см)	8
EX	43,5r52,0" (110,49r132,08 см)	16

На строке Graphics density указывается графическая плотность линий: low – низкая, medium – средняя, high – высокая (не для всех типов принтеров). На следующей строке Plot устанавливается скорость печати в графическом режиме: slow и fast; в режиме fast у закрашенных фигур печатается только их контур.

На остальных строках под общим заголовком Text dimension проставляются размеры символов текста в процентах к их исходным размерам, установленным при вводе текста с помощью графического редактора PC-CAPS. Масштаб изменения размеров текста может меняться от 0 до 1000 %.

Поясним смысл этих параметров на примере, показанном на рис.

8.1. Пусть исходный символ имеет ширину  $w$  (с зазором между символами) и высоту  $h$ ; установлены параметры изменения масштаба, как указано в меню PC-PRINT Configuration (см. выше). Тогда ширина символа на чертеже будет равна  $w'=0,7w$  (параметр Text character width), высота  $h'=0,8h$  (Text character height), промежуток снизу  $a=0,1h$  (Space below text line), промежуток сверху  $b=0,1h$  (Space above text line), расстояние от верхней границы символа до предыдущей строки  $c=0,2h$  (Space from top of text to bar).

После настройки конфигурации она сохраняется по дополнительному указанию. Затем в начальном меню программы выбирается режим вывода чертежа на принтер Plot a file.

**Работа с меню построения чертежа.** После перехода в режим Plot a file на экран выводится следующее меню:

```
Plot filename: TEST.PLT
Printer: Epson LQ-1500(LQ-1000)
Paper size: AX
Plot window:
  Minimum x,y: 0.254", 0.254"
  Maximum x,y: 10.746",13.246"
Plot orientation: Rotated
Scale factor: 1.466
Plot image (Normal/Mirrored): Normal
```

Press: [SPACE] for the next image; [RETURN] to accept.

С помощью этого меню вводятся следующие параметры: *Plot filename* – имя файла, который надо вывести на принтер (по умолчанию устанавливается расширение .PLT);

*Printer* – тип принтера (устанавливается по умолчанию в соответствии с файлом конфигурации, изменяется нажатием клавиши [Пробел]);

*Paper size* – формат чертежа в соответствии с приведенным выше перечнем;

*Plot window* – координаты нижнего левого и верхнего правого углов максимально допустимого по размерам изображения на чертеже данного формата (рис. 9.2);

*Plot orientation* – запрос на нормальное (рис. 8.9,а) или повернутое (рис. 9.3,б) изображение схемы;

*Scale factor* – максимально допустимый масштаб изображения схемы на чертеже выбранного размера;

*Plot image* – нормальное или зеркальное изображение.

Чертеж с нормальной ориентацией печатается с горизонтальной осью x чертежа, параллельной длинной стороне листа бумаги, заправленного в принтер. Повернутый чертеж печатается с вертикальной осью y чертежа, параллельной длинной стороне листа бумаги. Для каждого чертежа по умолчанию устанавливается такая ориентация, при которой чертеж выполняется в наибольшем масштабе (при заданном формате чертежа). Масштаб изображения чертежа выбирается пользователем, но не более указанного максимального значения. Для вывода изображения чертежа в масштабе 1:1 следует установить масштабный множитель, равный единице.

Обратим внимание на то, что при выводе чертежей на принтер создаются временные файлы, для которых на диске должно быть достаточно свободного места. Размер этих файлов зависит от типа принтера, формата бумаги, характера чертежа и плотности печати.

После установки всех параметров нажимается клавиша [Return] и производится печать чертежа.

В заключение отметим, что командная строка вызова программы PC-PRINT может иметь ряд параметров:

```
>pcprint -h –вызов краткой инструкции о формате команды  
PC-PRINT;
```

```
>pcprint -r –обход начального меню программы PC-PRINT;
```

```
>pcprint [-r] [-c <имя файла конфигурации>[.CFG]] –вызов программы PC-PRINT  
с непосредственной загрузкой файла конфигурации.
```

**Вывод чертежей в автономном режиме.** Вывод на принтер чертежей с помощью заранее записанных на диск файлов позволяет выводить чертежи в фоновом режиме, продолжая работу на компьютере во время построения чертежа.

При выводе чертежей на *матричные принтеры* необходимо сделать следующее:

1. Подсоединить принтер к параллельным портам LPT1, LPT2 или LPT3 компьютера.

2. Находясь под управлением DOS набрать на клавиатуре команду печати >print <имя дискового файла>

Например, при выводе на принтер типа "файла TEST.EPS эта команда имеет вид:  
>print TEST.EPS

После этого DOS запросит системное имя печатающего устройства:

```
Name of List Device? PRN
```

В ответ нужно ввести имя порта, к которому подключен принтер, и нажать клавишу [Return].

Кроме того, можно вывести чертеж с помощью другой команды DOS:

```
>copy <имя дискового файла> <имя порта>
```

Например,

```
>copy TEST.EPS LPT1
```

При выводе на *лазерные принтеры* типа HP Laserjet необходимо выполнить следующее:

1. Подключить принтер к параллельным LPT1, LPT2, LPT3 или последовательным портам POTR1, PORT2.

2. При выводе через последовательный порт установить его режим командой [10]:  
>mode COM <n>: 9600,N,8,1,P

Здесь n – номер порта (1 или 2); 9600 – скорость передачи данных, бит/с; N – отсутствие контроля четности; 8 – передача информации блоками по 8 бит; 1 – число стоп-битов при передаче данных; P – повтор передачи данных при отсутствии готовности принтера.

При выводе через параллельный порт данный пункт опускается.

3. Вывод чертежа на принтер. При выводе через параллельный порт набрать команду:

```
>copy <имя файла>.HPP LPT<n>
```

При выводе через последовательный порт набрать команду:

>сору <имя файла>.HPP COM<n>  
Здесь n —номер порта.

### 9.3. Вывод чертежей на плоттер (PC-PLOTS)

Вывод чертежей на плоттер осуществляется с помощью программы PC-PLOTS, аналогичной программе PC-PRINT (разд. 9.2). Укажем на ее особенности.

Входной файл .PLT подготавливается одной из программ PC-CAPS, PC-CARDS или PC-PLACE. Чертеж может быть выведен непосредственно на плоттер или записан в дисковом файле, расширение которого автоматически устанавливается в зависимости от типа плоттера:

Расширение имени файла	Тип плоттера
.CC	CalComp
.HP	Hewlett-Packard
.IBM	IBM
.NZ	Bruning (Nicolet) Zeta
.DSN	Seiko Instruments DSCAN
.MTH	Mutoh
.GTK	Graphtec
.ICC	Interleaf (CC960)

Созданный на диске файл может быть позднее выведен на плоттер в автономном режиме.

После запуска программы PC-PLOTS командой  
>pcplots

на экран выводится начальное меню:

```
Configure PC-PLOTS      (установка конфигурации)
Edit aperture list      (редактирование списка апертур)
>> Plot a file          << (вывод чертежа)
Exit PC-PLOTS           (выход из программы)
```

Press: [SPACE] for next option; [RETURN] to accept

В режиме **Configure PC-PLOTS** настраивается конфигурация программы:

```
PC-PLOTS Configuration
Default configuration ..... PCPLOTS.CFG
Printer port (порт плоттера) ..... PORT1/.../LPT1/.../PRN
Output device (выходное устройство) ..... plotter/disk/server
Output record length (длина записи в файл) ..... 80
Plot Flash-Apertures (вывод графики апертур) ..... No/Yes
Aperture List (таблица масок) Gerber Model 32(33,41)
Default plotter (тип плоттера) CalComp 906 Controller Paper Size Setting (система измерения) ..... US/METRIC
Default paper size (размер бумаги) ..... A/.../E/A4/.../A0
Plot (режим черчения) ..... slow/fast
Pen width (ширина пера) ..... 0.010 "
Pin velocity (скорость пера) ..... - %
Pen acceleration (ускорение пера) ..... - %
Pen force (прижим пера) ..... - %
Radix Value (макс. значение символа, передаваемого контроллером PCI Calcomp) 64
Checksum Enabled (отображение сообщений об ошибках) No/Yes
Polygon cross hatch spacing (расстояние между линиями штриховки полигонов) 0.250 "
Text dimensions (% of text size) (см. разд. 8.2):
Text character width (including space) ..... 70 %
Text character height ..... 80 %
Space below text line ..... 10 %
Space above text line ..... 10 %
Space from top of text to bar ..... 20 %
Enter configuration filename : PCPLOTS.CFG
```

В режиме **Edit aperture list** редактируется список типов апертур, их формы и

размеров в соответствии с данными используемого фотоплоттера. Содержание файла апертур PCPHOTO.APR приведено в разд. 9.4. Он используется для вывода на плоттер чертежей масок (апертур) фотоплоттера.

В режиме **Plot a file** запрашивается имя входного файла, тип плоттера и настраиваются размеры и ориентация чертежа так же, как и при работе с программой PC-PRINT (разд. 9.2).

**Вывод чертежа в автоматическом режиме.** Вывод на плоттер чертежа с помощью заранее записанного на диск файла разрешает продолжить работу на компьютере во время построения чертежа. Для этого необходимо сделать следующее.

1. Подсоединить плоттер к последовательному порту PORT1 или PORT2 и установить переключатели на его панели управления в соответствии с инструкцией.

2. Установить режим вывода данных командой

```
>mode COM<n>: 9600,N,8,2,P
```

Параметры этой команды объяснены в разд. 8.2 [10]. При работе с плоттером CalComp 960 параметр 2 следует заменить на 1.

3. Вывести чертеж на плоттер командой >print <имя файла>.HP

В ответ на запрос

```
Name of List Device? PRN
```

Следует указать имя порта COM1 или COM2, к которому подсоединен плоттер.

Если вывести чертеж не удалось, то следует вернуться к пункту 2 и снизить скорость передачи данных с 9600 до 4800 или 2400 и затем снова выполнить команду PRINT.

#### 9.4. Вывод чертежей на фотоплоттер (PC-PHOTO)

Программа построения фотошаблонов вызывается командой >rsphoto

после чего на экране появляется ее начальное меню:

```
Configure PC-PHOTO (установка конфигурации)
Edit aperture list      (редактирование списка апертур)
>> Plot a file         << (вывод чертежа)
Exit PC-PHOTO          (выход из программы)
```

В режиме **Configure PC-PHOTO** настраивается конфигурация программы:

```
PC-PHOTO Configuration
Default configuration ..... PCPHOTO.CFG/-
Plotter port (порт фотоплоттера) .....PORT1/.../LPT1/.../PRN
Output device (выходное устройство) . ..plotter/disk/server
Output record length (длина записи в файл) ..... 512
Default plotter (тип фотоплоттера) ..... Gerber model 32
System Setting (система измерения) ..... US/METRIC
Text aperture width (ширина линий текста) ..... 0.016 "
Zero-width line diameter (ширина линий нулевой
толщины) 0.004 "
Text dimensions (% of text size) (см. разд. 8.2):
Text character width (including space) ..... 70 %
Text character height ..... 80 %
Space below text line ..... 10 %
Space above text line ..... 10 %
Space from top of text to bar ..... 20 %
```

Enter configuration filename : PCPHOTO.CFG

Таблица масок фотоплоттера редактируется в режиме **Edit Aperture:**

```
PC-PHOTO Gerber Apertures
Default aperture file ..... PCPHOTO.APR
#      size      shape      type
(N п/п) (размер) (форма) (тип)
---      ---      ---      ---
1         5      round      line
2        10      round      line
. . . . .
```

```

8          1          A      flash
9          60         round  flash
10         60         square flash
. . . . .
24         100        F      flash
Special shape descriptions (описание специальных масок):
A: aperture not used      D: aperture not used
B:                          E: drill crosshair, 5 mil
C:                          F: bowtie target, Q2 & 4
Enter aperture filename (введите имя файла апертур): PCPHOTO.APR
В режиме Plot a file указывают имя входного файла с расширением .PLT, тип
фотоплоттера, размер изображения и другую информацию (см. разд. 8.2):
Plot filename: <имя входного файла>.PLT
Plotter( тип фотоплоттера): Gerber Model 32 (US)
Coordinate mode: Absolute/Incremental *
Coordinate m.n. format *:
Integer digits: 2 Fractional digits: 3
Plot window (размеры окна):
Minimum x,y: 0.000", 0.000"
Maximum x,y: 60.000", 48.000"
Plot orientation (нормальное/повернутое изображение): Normal/Rotated
Scale factor (масштабный множитель): 1.466
Plot image (Normal/Mirrored) (нормальное/зеркальное изображение):
Normal

```

*Примечание.* Звездочкой \* помечены запросы, характерные только при работе на фотоплоттере типа Gerber.

Если чертеж записывается в дисковый файл, его расширение автоматически устанавливается в зависимости от типа фотоплоттера:

<i>Расширение имени файла</i>	<i>Тип фотоплоттера</i>
.APR	EMMA
.FLS	Flashcan
.GBR	Gerber
.GTC	GTCO
.LGR	лазерный фотоплоттер Gerber

### 9.5. Вывод информации для сверления отверстий (PC-DRILL)

Программа PC-DRILL позволяет извлечь из базы данных спроектированной ПП информацию о координатах отверстий и передать ее в дисковый файл или на перфоленту для управления сверлильными станками с ЧПУ. Программа вызывается командой >pcdrill

после чего на экран выводится ее начальное меню:

```

Configure PC-DRILL      (установка конфигурации)
Edit Tool Table        (редактирование таблицы инструментов)
>> Run PC-DRILL        << (запуск программы)
Exit PC-PHOTO          (выход из программы)

```

В режиме **Configure PC-DRILL** настраивается конфигурация программы:  
PC-DRILL Configuration

```

Output port (выходной порт)..... Port1
Output device (выходное устройство)..... Paper/Plotter/Disk Only Sort drill
holes (сортировка отверстий). Yes/No
Clustering Constant (параметр сортировки) 8
Default Drill (тип станка) ..... Excellon/GE 550

```

В режиме **Edit Tool Table** редактируется таблица инструментов сверлильного станка:

```

PC-DRILL Tool Table
Pin Type      Tool No.      Hole Size
(тип вывода) (номер сверла) (размер отверстия)
-----

```

