

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

Кафедра "Конструирование радиоэлектронной аппаратуры"

КОНСТРУКТОРСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
САПР "РАПИРА 5.3-82"

Куйбышев 1986

+ УДК 621.396.6.002

Методические указания "Конструкторское проектирование печатных узлов с применением САПР "Рапира 5.3-82" предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине "Автоматизация конструкторского проектирования с применением САПР".

Данные методические указания предназначены также для выполнения конструкторской части дипломного проекта с применением САПР студентами радиотехнического факультета.

Составители:

А.В.Ивлиев

Г.П.Вечканов

Введение

Дальнейший прогресс нашего общества в сфере материального производства должен быть достигнут за счет интенсивного пути развития, на что прямо указывают решения XXVII съезда КПСС. Это положение полностью применимо и к области конструкторского проектирования РЭА. Сложность и трудоемкость проектирования конструкций РЭА, технологической подготовки ее производства выросли настолько, что традиционные "ручные" способы проектирования не обеспечивают необходимую производительность труда. А проектирование некоторых конструкций, например больших и сверхбольших интегральных схем без применения САПР вообще не представляется возможным. Кроме того не секрет, что престижность труда инженера конструктора, технолога, занимающегося выпуском конструкторской и технологической документации традиционными методами непрерывно падает. Решить указанные проблемы позволяет применение САПР.

К настоящему времени в СССР закончены две комплексные междуведомственные программы по созданию САПР РЭА: РАПИРА и ПРАМ. В их рамках разработаны пакеты прикладных программ, применение которых в составе САПР РЭА позволяет существенно повысить производительность труда в процессе конструкторского и технологического проектирования РЭА, повысить престижность труда инженера конструктора-технолога РЭА.

В изложенной связи практически вся создаваемая на передовых предприятиях РЭА проектируется и изготавливается с применением САПР, станков с ЧПУ, гибких автоматизированных производств. Следовательно, современный инженер конструктор-технолог РЭА обязан знать возможности и уметь широко применять САПР в своей работе.

В данных методических указаниях рассматривается применение САПР "РАПИРА 5.3-82" в процессе конструкторского проектирования печатного узла на основе двухслойной печатной платы (ДПП).

I. Цель и задачи курсовой работы

Цель курсовой работы по дисциплине "Автоматизация конструкторского проектирования с применением САПР" состоит в формировании знаний о возможностях, условиях применения и основных решаемых задачах, а также практических навыков работы с одной из современных САПР РЭА "РАПИРА 5.3-82".

Задачи выполнения курсовой работы включают:

- изучение возможностей, условий применения, структуры, программных и аппаратных средств САПР "РАПИРА 5.3-82";
- практическое освоение составления обязательных и некоторых дополнительных разделов формализованного задания (паспорт, перечень элементов, соединения, установка, сетка и др.);
- практическое освоение составления формализованного задания базы данных, включая описание геометрии применяемых радиоэлементов;
- практическое освоение проектирования печатного узла на основе ДПП с применением САПР "РАПИРА 5.3-82" и технических средств ВЦ института.

2. Основные требования к курсовой работе и указания о порядке ее выполнения

В данной курсовой работе необходимо разработать конструкцию радиоэлектронного устройства в виде печатного узла с помощью САПР "РАПИРА 5.3-82". Блок должен содержать не менее 20 ± 30 элементов.

Каждый студент обязан получить задание на выполнение работы, включающее принципиальную электрическую схему конструируемого устройства в течение не более трех дней с начала семестра и приступить к выполнению работы.

Выполнение работы рекомендуется начинать с вычерчивания принципиальной электрической схемы в соответствии с ГОСТ (10 позиций) на листе миллиметровой бумаги необходимого стандартного формата. На схеме обозначаются все элементы, проставляются номера выводов элементов и в произвольном порядке от I до n где n - число цепей, нумеруются все электрические цепи.

Затем составляется краткое описание работы схемы.

Далее, в соответствии с данными методическими указаниями, составляется формализованное задание на проектирование печатного узла с помощью САПР. Составление задания ведется на стандартных бланках кодирования. Задание записывается на диск, имя которого указывает преподаватель (имя тома), в набор имя которого представляет собой латинскую букву **G** и цифровое обозначение группы (например, **G 545**), с именем раздела, состоящим из 4-х произвольных латинских букв и двух цифр. Цифры представляют собой порядковый номер студента в ведомости по курсовой работе.

Например, **ANPR 16**. Записанное задание запускается на выполнение в отведенное время в пакетном режиме. Задача решения -

- получение эскизов размещения элементов и топологии печатной платы. В производственных условиях эти документы играют вспомогательную роль, служат для контроля правильности решения.

Оформленная курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка должна содержать 20-30 листов текста, отражающих все этапы работы. Примерный перечень основных разделов:

+ 1. Введение

+ 2. Краткое описание принципа работы проектируемого устройства по принципиальной схеме.

3. Описание разделов формализованного задания на создание временного набора базы данных.

4. Описание формализованного задания на проектирование.

5. Описание конструкции спроектированного с помощью САПР печатного узла.

6. Заключение.

Записка оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД и текстовым конструкторским документом.

К пояснительной записке в разделе "Приложения" подшиваются принципиальная схема блока, полученные распечатки задания, эскиз размещения и эскиз топологии. Эскиз топологии расфигуровывается: отдельные его части склеиваются, границы платы, проводники на 1-м и 2-м слое обводятся разноцветными карандашами или фломастерами. Оформленная работа сдается на проверку не позднее, чем за три дня до назначенной даты защиты.

Особо следует подчеркнуть необходимость строгого соблюдения сроков выполнения работы, требующей значительного количества машинного времени. Это время отводится строго по графику, отставание от которого по неуважительным причинам не позволит справиться с полученным заданием.

3. Применение САПР "РАПИРА 5.3-82" для конструкторского проектирования печатных узлов

3.1. Назначение и возможности САПР "РАПИРА 5.3-82"

Пакеты прикладных программ (ППП) САПР "РАПИРА 5.3-82" предназначены для конструкторского проектирования и технологической подготовки производства печатных узлов на основе двухслойных печатных плат, тонкопленочных и толстопленочных микросборок и СВЧ модулей. В процессе конструкторского проектирования с помощью данных ППП производится решение следующих основных задач.

1. Размещение разногабаритных элементов на подложках микросборок или печатных платах.

2. Трассировка соединений.

3. Выпуск комплексов конструкторско-технологической документации.

4. Выпуск перфолент для управления станками с ЧПУ, позволяющих автоматизировать изготовление фотооригиналов печатных плат и микросборок (с помощью координатографов), автоматизировать сверление отверстий в печатных платах (на сверлильных станках с ЧПУ), автоматизировать выпуск графической конструкторской документации (с помощью графопостроителей).

5. Расчет геометрии пленочных резисторов (для микросборок).

6. Расчет тепловых режимов микросборок.

7. Расчет паразитных реактивностей и сопротивлений микросборок.

8. Проектирование и выпуск конструкторско-технологической документации на интегральные СВЧ-модули.

9. Ведение базы данных САПР.

10. Ведение архивов спроектированных изделий САПР.

С помощью описываемой версии САПР возможно проектирование следующих конструкций.

1. Печатных узлов с двухслойными печатными платами. Межслойные переходы выполняются с помощью металлизированных отверстий.

2. Гонкопленочных микросборок с коммутационными проводниками различной ширины и пересечениями, реализуемыми с помощью изоляционных прокладок.

3. Толстопленочные микросборки с коммутационными проводниками реализуемыми в два слоя. Межслойные соединения выполняются с помощью переходных окон.

Ограничения. 1. На конфигурацию плат, элементов, разъемов отсутствуют.

2. Максимальное количество разногабаритных элементов, размещаемых на плате не должно превышать 254.

3. Максимальное количество разных габаритов элементов - не более 127.

4. Максимальные размеры платы (длина и ширина) не должны превышать

$$A \leq 511 H;$$
$$B \leq 511 H;$$

где H - шаг трассировки платы.

При $H = 1,25$ мм (для сложных плат), минимальная ширина проводников в узких местах $EM=0,3$ [мм];

минимально допустимый зазор между проводником и контактными площадками ДОПУСК = 0,3 [мм];

размер площадки переходного отверстия $РП = 1,3 \text{ [мм]}$.

5. Количество коммутационных слоев печатных плат и микросборок не более двух.

Для аппаратной реализации рассматриваемой САПР необходимы следующие технические средства:

1. ЕС ЭВМ моделей ЕС-1033 или более старших версий, с объемом ОЗУ не менее 512 к и штатным комплектом периферийных устройств.

2. Операционная система ОС ЕС версии *НУТ* 4.1 или более старших.

Указанные средства будут применены при выполнении курсовой работы, они входят в состав средств ВЦ института. Кроме того, для удобства выполнения работы, ввод задания будет осуществляться с помощью диалоговой системы "БОКУС" и дисплейных классов ЕС.

При работе с данной САПР на производстве, необходимы также

3. Графопостроитель ЕС-7054 (или КПА-1200, АП-7251, АП-7252). С его помощью производится выпуск графической конструкторской документации.

4. Координатограф типа М-2005 (или М-2004, М-2000, КПА-1200, КАРТИМАТ, ЕММА-2), необходимый для получения фотошаблонов.

5. Сверлильный станок с ЧПУ типа ШНОЛЬ /или ОФ-72Б, ВП910/, на котором выполняется сверление отверстий в платах.

Перечисленное в п.п. 3+5 оборудование при выполнении курсовой работы не применяется.

3.2. Составление формализованного задания на проектирование

Исходные данные, необходимые для проектирования и выпуска конструкторско-технологической документации составляются в виде формализованного задания (ФЗ), состоящего из нескольких разделов.

Директивы ФЗ кодируются прописными буквами русского алфавита (вместо твердого знака используется мягкий знак) и арабскими цифрами. Целая часть числа отделяется от дробной десятичной точкой (не запятой).

3.2.1. Обязательные разделы ФЗ (составляются всегда) включают

- + 1. ПАСПОРТ - идентификационные и конструктивно-технологические параметры проектируемого печатного узла.
- + 2. ПЕРЕЧЕЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ - определение применяемых элементов схемы.
- + 3. СОЕДИНЕНИЯ - задание информации о соединениях элементов, т.е. кодирование принципиальной схемы проектируемого узла.

3.2.2. Дополнительные разделы, составляемые при необходимости, включают.

- + 1. УСТАНОВКА - указание ко размещению элементов на плате, т.е. размещение фиксированных элементов, расположение которых не должно изменяться в процессе проектирования.
- 2. СЕТКА - описание посадочных мест для автоматического размещения определенного числа элементов.

3. ТРАССНЕТ - описание запрещенных для трассировки проводников, а следовательной и размещения элементов, зон на плате.
4. ЦЕПИ - описание межэлементных связей, проведенных вручную, т.е. фиксированных электрических цепей.
5. КТОП - директивы стирания и внесения проводников на плате. Применяется для ручной доработки (корректировки) топологии.
6. МАРИНФ - описание маркировочной информации (знаки, обозначения, надписи) и дополнительных топологических элементов на плате) металлизированные площадки, крепежные отверстия и т.п.).
7. СПЕЦИФИКАЦИЯ - описание текстового документа "спецификация" той его части, которая не может быть получена из РТЗ ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕМЕНТОВ.
8. ОТЛАДКА - запрос на получение дополнительных данных при аварийных завершениях, необходимых разработчику данной САПР (НПО "Авангард") для устранения ошибок в ППП.
9. ОГРАНИЧЕНИЯ - задание ограничений на монтажную длину, емкость, сопротивление, ширину проводников, индуктивность цепей схемы, задание типа (ранга, веса) цепей.
10. ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ - описание взаимной эквивалентности клемм нескольких элементов.
11. ТЕПЛО - указание реальной мощности, выделяемой элементами схемы.
12. КОРТЕЖО - описание теплофизических параметров корпуса микросборки.
- + 13. ДОКУМЕНТ - директивное изменение состава и форм типового набора формируемых и выпускаемых документов.

3.2.3. Составление раздела "ПАСПОРТ"

Раздел "ПАСПОРТ" имеет следующую структуру:

ПАСПОРТ:

< список директив > ;

КОНЕЦ ПАСПОРТА;

Каждая директива из списка директив имеет структуру

< имя директивы > = < параметр директивы > ; (комментарии);

Пример паспорта:

ПАСПОРТ:

ШИИЗ=УТ-17; (шифр изделия);

НАИЗ=ЯЧЕЙКА ППІ ; (наименование изделия);

МЕТОД=ПП; (Метод конструктивного исполнения платы. ПП - печатная плата, ТН - тонкопленочная, ТТ - толстопленочная);

ТЕХПРОЦ=01; (Номер техпроцесса изготовления платы. 01 - изготовление ДПП);

ШТР=1.25; (Шаг координатной сетки трассировки, мм);

ШКС=1.25; (Принятый конструктивно шаг координатной сетки размещения, мм);

КНПР=3/4; (Координаты левого нижнего угла поля размещения элементов, X/Y, мм);

ОНПРІ=Г; (Основное направление проводников в I-м слое, В- вертикальное, Г - горизонтальное).

ДОПУСК=0.29; (Максимально допустимый зазор между потенциально активными элементами платы, т.е. минимальное расстояние между проводниками или проводником и контактной площадкой, мм. Определяется технологическими ограничениями);

ШИ=0.4; (Ширина проводника максимально допустимая, мм);

ШН=0.4; (Ширина проводника номинальная, мм);

ФТП=К; (Форма переходной площадки. К- круглая,
П - прямоугольная);
РП=1.3; (размер переходной площадки, сторона или диаметр,
мм);
РПС=0.1; (Радиус пятна сверления);
А/Б=30/48; (размер платы вместе с технологическими зонами);
ТП=2; (Толщина платы);
ГРАФ=КРАГРАФА ; (Тип графопостроителя для выпуска
документации. КРАГРАФА - код графопостроителя
КПА-1200);
КОГРАФ=М2005Е; (Тип координатографа для изготовления фото-
шаблонов);
ПРОЦЕСС=КОНСТР; (Процесс проектирования - конструирование);
ПРОЕКТ=ДА; (Процесс проектирования ДА- проектирование до подго-
товки документов. НЕТ - для отладки);
ПРГР=Р2М; (имя программы размещения. Р2А - улучшенный алго-
ритм, использующий парные перестановки элементов);
ПРТТ=Р4СКОР; (Имя программы трассировки);
Р4СКОР - ускоренная трассировка;
Р4А - улучшенная разводка вблизи разъемов;
Р4М - первоочередная разводка малоконтактных цепей;
Р4К - улучшенная программа, требующая повышенного объема
памяти);

3.2.4. Составление раздела "ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ"

Раздел составляется на основе перечня элементов принципиальной электрической схемы.

Раздел имеет следующую структуру:

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ:

<список описаний элементов> ,

КОНЕЦ ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕМЕНТОВ;

ПРИМЕР:

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ:	(1)
X1:РАЗЪЕМ:РПД-14:ЭСАП:1;	(2)
VT 1:ТРАНЗИСТОР:2Т333А:ЭМО.336.006ТУ:1;	(3)
VT 2:" :КТ324А:СВ3.336.031ТУ:1;	(4)
R 1:РЕЗИСТОР:1кОм +5-5%10МБТ:ЭСАП:1;(НР=2);	(5)
R 2, R 5... R 10, R 12:" :800М +10-10%1.2МБТ::8;(МР=2);	(6)
K1:КОНСТРУКТИВ:КЕУ-1:ЭСАП:1;	(7)
КОНЕЦ ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕМЕНТОВ.	(8)

1. Обозначение элементов совпадает с их обозначением на принципиальной схеме. В приведенном примере элементы имеют обозначение *X1*, *VT1*, *VT2*, *R1* и т.д.

Если несколько элементов имеют одинаковое описание, то их обозначения перечисляют в одной строке:

R 2, R 5... R 10, R 12, см. строку (6).

R 5... R 10 означает *R 5, R 6, R 7, R 8, R 9, R 10*.

2. Во второй позиции (отделяемой двоеточиями) указывается класс элемента. В примере это разъем, транзистор, резистор, конструктив. Допускается текст повторяющихся фрагментов заменять кавычками, " , или двумя знаками апострофа, ' . Например, в

строке (4) поставлены " вместо слова транзистор, которое уже есть в предыдущем предложении (3). В строке (6) кавычки стоят вместо слова резистор, которое есть в строке (5).

3. В третьей позиции описания указывается типонаминал элемента: РПЛ-14, 2Т333А, КТ324А - тип, а I КОМ+5-5%I/МВТ - номинал и т.д.

4. В четвертой позиции указывается шифр документа на элемент: либо ТУ, нормаль и т.п., либо ЭСАП - элемент, разработанный в САПР. Вместо документа на элемент может быть пусто - строка (6).

5. В пятой позиции указывается количество элементов, описанных в данной строке.

Например, в строке (6) описано 8 резисторов.

6. В примечаниях можно указывать комментарии, задавать в скобках:

а) группу геометрии элемента;

б) группу эквивалентности элемента;

в) материал для изготовления пленочных резисторов, МР.

Например (МР=2) в строке (5) или (6), означает, что данные резисторы изготавливаются из материала № 2 таблицы материалов резисторов;

г) признак покупного изделия (ВП=). Это означает, что данный элемент должен включаться в ведомость покупных изделий.

3.2.5. Составление раздела "СОЕДИНЕНИЯ"

Раздел составляется на основе принципиальной электрической схемы.

Существуют различные способы описания связей, из которых пользователь может выбрать наиболее удобный.

Пусть задана принципиальная схема, изображенная на рис. I.

Рассмотрим возможные описания.

1. Описание связей по цепям:

Для данного примера имеет вид:

СОЕДИНЕНИЯ:

1: $X1/1$, $DD1/1$, $DD2/1$;

2: $X1/2$, $DD1/6$, $DD2/4$;

3: $X1/3$, $DD1/2$, $DD1/3$, $DD1/5$, $DD2/2$;

4: $X1/4$, $DD2/6$;

5: $DD1/4$, $DD2/3$, $DD2/5$;

6: $DD1/7$, $DD1/8$, $DD2/7$, $DD2/8$;

КОНЕЦ СОЕДИНЕНИЙ;

Пояснение:

Строка

1: $X1/1$, $DD1/1$, $DD2/1$;

означает, что в I-ю цепь (см. рис. I) включены вывод I элемента $X1$, вывод I элемента $DD1$ и вывод I элемента $DD2$.

В нулевую цепь объединяются все незадействованные выводы.

2. Регулярное описание связей по элементам:

Для данного примера имеет вид.

СОЕДИНЕНИЯ:

X1 : 1,2,3,4;

DD1:1,3,3,5,3,2,0,0;

DD2:1,3,5,2,5,4,0,0;

КОНЕЦ СОЕДИНЕНИЙ;

Пояснение

Строка

DD1 : 1,3,3,5,3,2,0,0;

означает, что у элемента DD1 вывод 1 включен в 1-ю цепь, вывод 2 - в 3-ю цепь, вывод 3- в 3-ю цепь, вывод 4 - в 5-ю цепь; вывод 5 - в 3-ю цепь, вывод 6 - во 2-ю цепь, выводы 7 и 8 не задействованы (в 0-ю цепь).

3. Нерегулярное описание связей по элементам.

Применяется, когда у элемента много свободных контактов.

Например, для элемента DD1 :

DD1 : 1/1, 3/2, 3/3, 5/4, 3/4, 2/6;

В числителе указан номер цепи, в знаменателе - номер контакта элемента, подключаемого к данной цепи.

Существуют еще смешанное описание по элементам и смежное описание по цепям и элементам, пользоваться которыми не рекомендуется на начальном этапе изучения системы "РАПИРА".

3.2.6. Составление раздела "УСТАНОВКА"

Раздел предназначен для директивного размещения элементов на подложке и описания ограничений при автоматическом размещении элементов на плате.

Например

УСТАНОВКА

~~001 - 008~~ : $\Pi = (\emptyset, 180)$, $T=1$; (1)

XI: $\Pi=90$, $K=3/5$; (2)

\emptyset : $T=1$, $K=\emptyset/\emptyset$, $\Gamma=4/5$; (3)

CI-CI \emptyset : $C=2$; (4)

CII-C2 \emptyset ; (5)

КОНЕЦ УСТАНОВКИ;

Если в предложении не указаны координаты левого нижнего угла (ЛНУ) элемента, $K = \dots$, то подразумевается автоматическое размещение.

$C=1$ - размещать на первой стороне;

$C=2$ - на второй стороне.

$T=1$ - размещение в дискретах ШКС. Если параметр T не задан (пусто), то в дискретах ШТР.

Пояснение примера.

Строка (1). Микросхемы ~~001 - 008~~ размещать автоматически в типовом шаге ШКС (берется из РТЗ"ПАСПОРТ"), в базовом положении ($\Pi=\beta$), или развернутом против часовой стрелки на 180° ($\Pi=180$).

По умолчанию $\Pi=\emptyset$, $C=1$

Строка (2). Разъем XI установить директивно на I-й стороне (по умолчанию) с координатами ЛНЦ $X=3$, $Y=5$ (в дискретных ШКС!), развернутом относительно базового положения против часовой стрелки на 90° .

Строка (3). \emptyset - означает запрещение размещения. Шаг ШКС ($T=1$). На первой стороне (по умолчанию, C не задан). ЛНЦ запрещенного поля $X=\emptyset$, $Y=\emptyset$ ($K=\emptyset/\emptyset$). Габариты запрещенного поля 4×5 дискретов ШКС ($\Gamma=4/5$).

Строка (4). Конденсаторы CI+C2 \emptyset размещать автоматически в ШКС на 2 стороне.

Строка (5). Конденсаторы C11+C20 не размещать!

3.2.7. Составление раздела "СЕТКА"

Раздел предназначен для описания совокупности сеток, в которых будут размещаться элементы. Каждая сетка предназначена для размещения элементов, имеющих одинаковые размеры установочных мест, т.е. для размещения регулярной элементной базы.

Пример:

СЕТКА:

R 1-R 5: $K=15/10$, $\Gamma=5/7$, КОЛ=5/4, ЗАПР=3/3, 3/4, 4/3; (1)

C1-C20: $K=18/10$, $\Gamma=5/7$; (2)

КОНЕЦ СЕТКИ;

Предложение (1) означает, что резисторы R 1-R 5 необходимо размещать в прямоугольной сетке, ЛНЦ которой имеет координаты $K=15$, $Y=10$ ($K=15/10$), размер клетки (размеры установочного места элемента) 5×7 ($\Gamma=5 \times 7$). Параметры в их операндах задаются в дискретах ШПР. Размеры сетки задаются количеством столбцов и строк создаваемой сетки КОЛ=5/4, т.е. 5 столбцов и 4 строки. Запрещается размещать элементы в клетках сетки с номерами столбцов и строк соответственно 3/3, 3/4, 4/3.

Сетка, описываемая этим предложением, представлена на рис. 2.

Предложение (2) предписывает размещать конденсаторы C1-C20 в свободных клетках сетки, ЛНЦ которой находится в точке $X=18$, $Y=10$ ($K=18/10$), с размером клетки 5×7 ($\Gamma=5/7$).

Число строк и столбцов сетки не задано, поэтому границы справа и сверху определяются габаритами поля размещения. Запрещений нет.

При размещении в сетке левый нижний угол аппроксимирующего прямоугольника элемента совмещается с ЛНЦ одной из ячеек сетки.

Порядок размещения.

1. Выполняется директивно заданное в разделе "УСТАНОВКА" размещение фиксированных элементов.
2. Размещаются элементы с шагом ШТС ($T=1$), описанные в разделе "УСТАНОВКА".
3. Размещаются элементы, описанные в разделе "СЕТКА".
4. Прочие элементы.

3.2.8. Составление раздела "ТРАССНЕТ"

Раздел предназначен для описания ломаных линий, расположенных в сетке трассировки, которые не могут пересекаться проводниками при автоматической трассировке.

Координаты ломаных линий задаются в дискретах ШТР (X/Y).
Образующие ломаных линий должны быть параллельны осям координат.

Этот раздел совместно с разделом "УСТАНОВКА" (предложения, начинающиеся с оператора запрещения, \emptyset) позволяет описать плату, конфигурация которой отличается от прямоугольной, описать вырезы в плате и т.п.

Пример:

ТРАССНЕТ:

< 1 > I \emptyset /27; (1)

< 2 > I7/5, I7/I5, 35/I5, 35/5 \emptyset , 25/5 \emptyset , 25/32, 35/32; (2)

42/5, 42/25;

КОНЕЦ ТРАССНЕТ;

Пример поясняет рис. 3.

Предложение (1) показывает, что через точку на I-м слое, < 1 >, с координатами $X = I\emptyset$, $Y = 27$ (в дискретах ШТР) запрещено проводить проводники при автоматической трассировке.

Предложение (2) описывает ломаную линию на втором, $\langle 2 \rangle$, слое, которую запрещено пересекать.

Предложение (3) описывает прямую, с координатами концов $X_1=42$, $Y_1=5$ и $X_2=42$, $Y_2=25$, которую нельзя пересекать на обоих слоях (по умолчанию).

3.2.9. Составление раздела "ФЭЦПИ"

Предназначен для описания межэлементных связей, проводимых вручную.

Связи задаются в виде ломаных линий.

Координаты задаются в дискретах ШТР. Указываются координаты опорных точек (X/Y) осевой линии проводника. Опорные точки - это точки начала, конца, перегиба и смены слоя. Расстояние между двумя опорными точками не может быть равно 0!

Пример.

ФЭЦПИ:

$$2 \langle 4/6, 4/18, 24/18, 24/16 \rangle; \quad (1)$$

$$2 \langle 4/6(2), 4/18(2), 24/18(2), 24/6(2) \rangle; \quad (2)$$

$$\langle 11/13, 11/20(2), 11/27, 12/27 \rangle; \quad (3)$$

КОНЕЦ ФЭЦПИ;

Координаты опорной точки на первом слое можно записать как 4/6 или 4/6(1), на второй слое - только 4/6(2).

$2 \langle \dots \rangle$ - ширина проводника в два дискрета (предложения (1) и (2)).

$1 \langle \dots \rangle$ или по умолчанию - ширина проводника составляет один дискрет (3).

Пример поясняет рис. 4.

3.2.10. Составление раздела "ДОКУМЕНТ"

Раздел предназначен для директивного изменения состава и форм типового набора формируемых и выпускаемых в САПР документов. Для курсовой работы, дипломного проектирования имеет вид ДОКУМЕНТ:

ДАТЬ=ЭРØ1, ЭТØ1;

КОНЕЦ ДОКУМЕНТА;

Это директива выдачи эскиза размещения (ЭРØ1) и эскиза топологии (ЭТØ1).

3.2.11. Порядок запуска САПР "РАПИРА 5.3-82"

на выполнение задания.

Если в базе данных с полным именем имеется описание всех элементов, перечисленных в разделе "ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ" БЗ, то запустить задание можно следующим образом.

```
// ANDY _ JOB _ MSGLEVEL=(2,Ø) (1)
```

```
// T1 _ EXEC TEMPAD (2)
```

```
// T2 _ EXEC SAPMIC, T2=3Ø3, PRIW=PRTWXN (3)
```

```
// _ _ _ REGION=3ØØK (4)
```

```
// DDØØ4 _ _ DD _ _ *
```

ПАСПОРТ:

⋮

КОНЕЦ ПАСПОРТА;

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ;

⋮

КОНЕЦ ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕМЕНТОВ;

СОЕДИНЕНИЯ;

• 3

КОНЕЦ СОЕДИНЕНИЙ

ДОКУМЕНТ:

ДАТЬ = ЭР01, ЭТ01

КОНЕЦ ДОКУМЕНТА;

/*
//

Ф 3

В предложении (2) производится обращение к процедуре с именем *TEMPVAD*, которая создает *VAD* - временный архив данных. Процедура создает непоименованный *VAD*, уничтожаемый после завершения процесса проектирования.

VAD необходим для хранения исходных, промежуточных и выходных данных проектирования.

В предложении (3) производится обращение к процедуре *SAPMIC*, которая осуществляет запуск программы САПР на выполнение задания. Выполняются размещения элементов, трассировка T2=303 - подсистема конструкторского проектирования ДПП.

T2=301 - тонкоплночных и СВЧ схем.

T2=302 - толстоплночных микросборок.

PRIW = PRIWKN - указывает простое имя базы данных.

Объем памяти, *REGION*, можно не указывать. По умолчанию *REGION = 200K*.

При необходимости работы с базой данных, составления других РЭЗ, следует изучить руководство пользователя. В приложении I дан пример конструирования печатного узла с помощью САПР "РАПИРА 5.3-82".

Литература.

1. Пакет прикладных программ САПР "РАПИРА 5.3-82"/БПИО. Формализованное задание на проектирование. Описание языка. 1982.-63с.
2. Пакет прикладных программ САПР "РАПИРА 5.3-82"/ БПИО. Католицидированные процедуры. Руководство пользователя. 1982.-17с.
3. Конспект лекций по курсу "Автоматизация конструкторского проектирования с применением САПР".

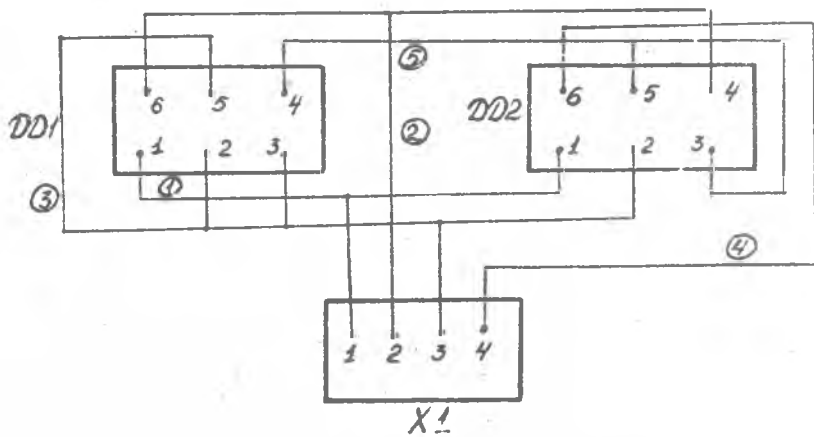


Рис. 1

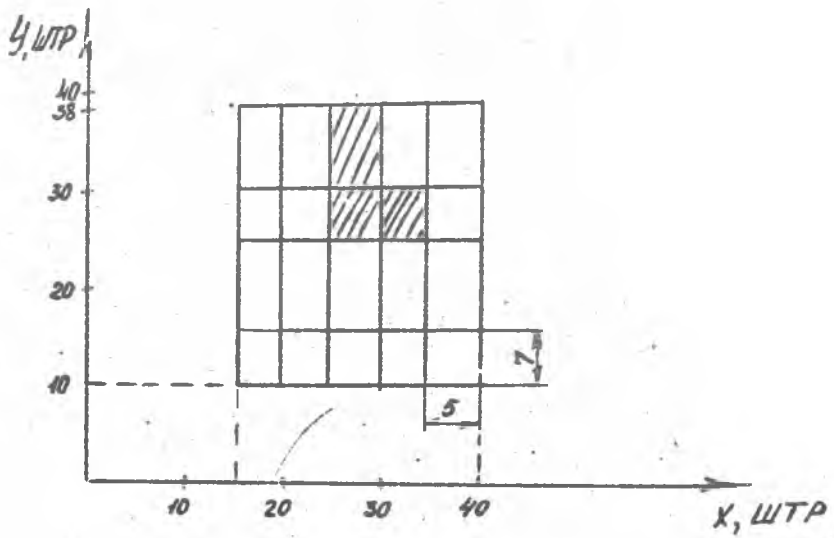


Рис. 2

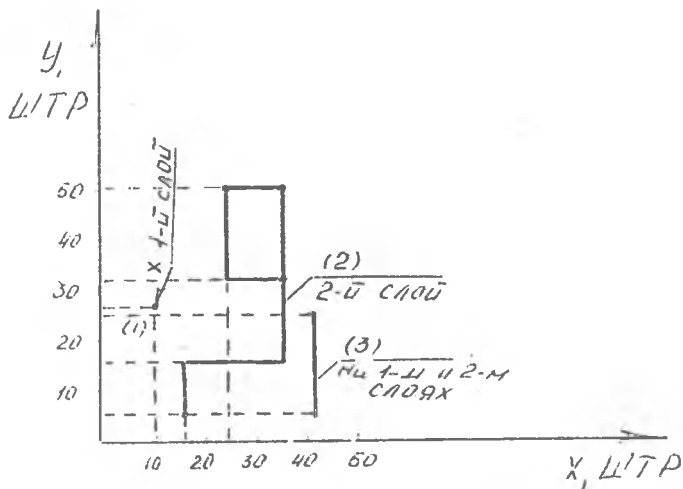


Рис. 3

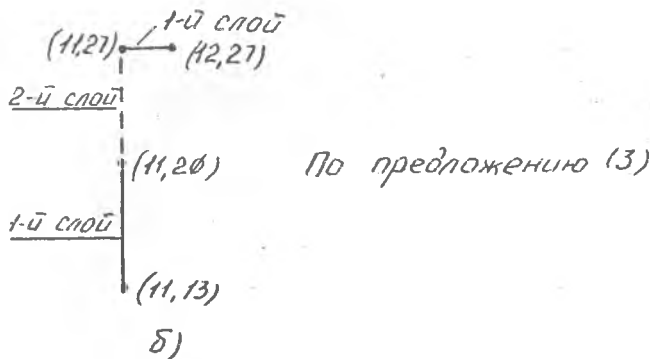
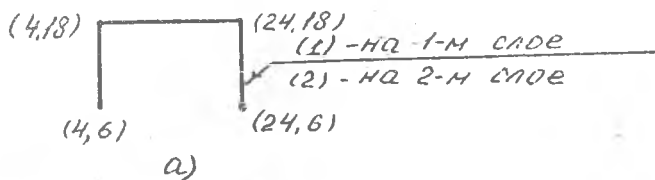
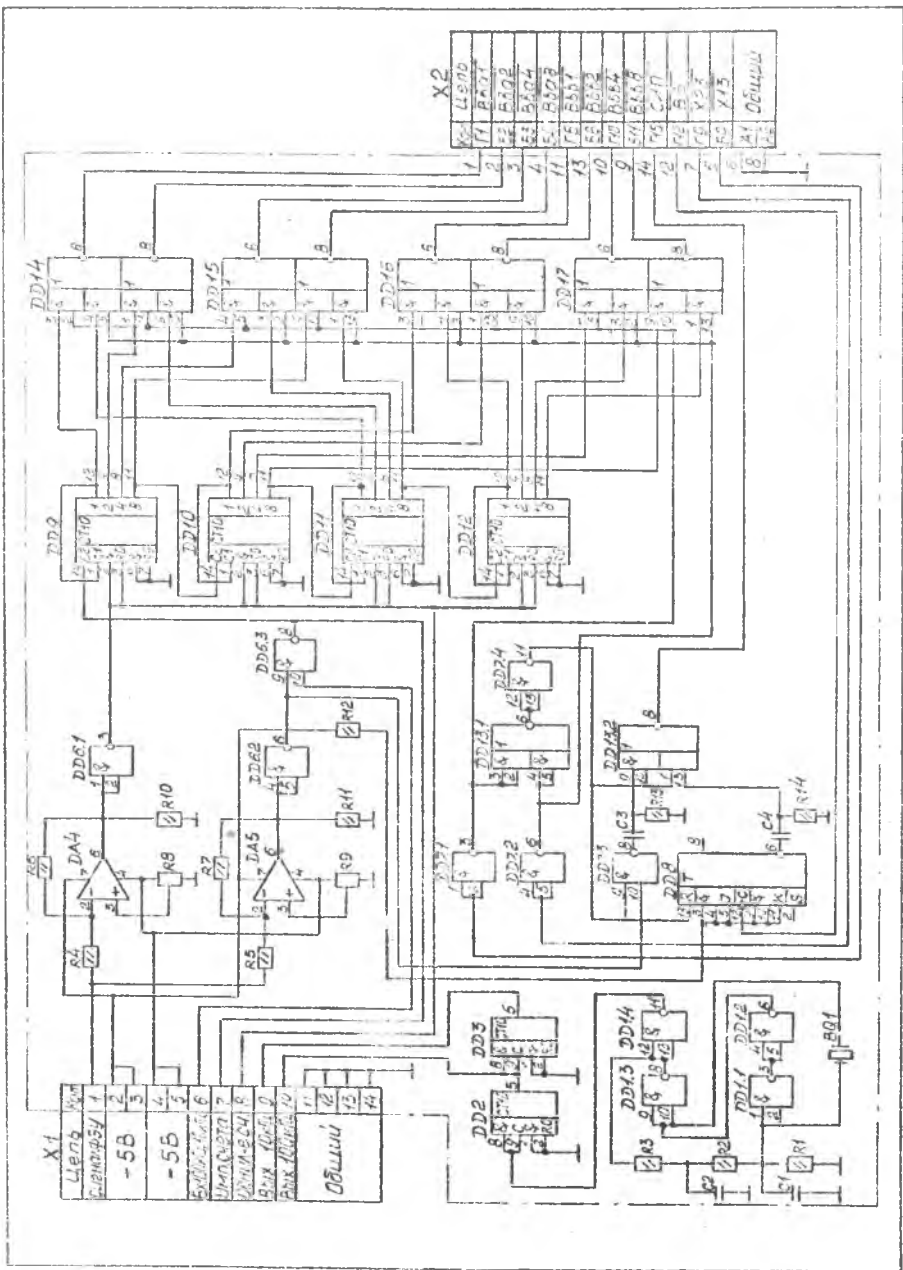


Рис. 4



Подписано в печать 5.09.86.

Бумага оберточная белая. Формат 60x84 I/16.

Усл.печ.лист. I,6. Уч.изд.л. I,5. Тир. 50 .

Зак. 502 Бесплатно.

г.Куйбышев. КуАИ, ул.Ульяновская, 18,
участок оперативной полиграфии.
