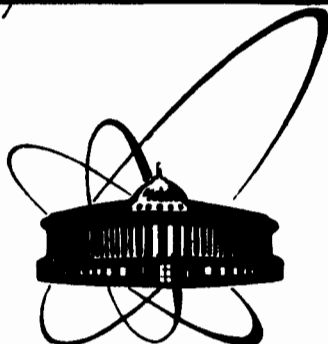


83 - 170

3014/83



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

10-83-170

6/6-83

Н. Ю. Шкобин

АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОЙ ЭВМ
И ПОЛУАВТОМАТОВ АДМАП

Направлено в Оргкомитет Международной конференции
по электронной технологии, Будапешт, ВНР,
28-30 сентября 1983 года

1983

В условиях научно-исследовательской деятельности к производству печатных плат предъявляются специфические требования, обусловленные уникальностью электронных схем, широким ассортиментом печатных схем при малой серийности, сокращенными сроками изготовления и необходимой гибкостью коррекции. В свете этих требований создана автоматизированная система производства печатных плат, ориентированная на малую ЭВМ /активный компонент системы/ и полуавтомат Адмап /объект управления/.

1. ОБОРУДОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ

Комплекс оборудования по производству печатных плат подразделяется на следующие основные объекты:

1. Малая ЭВМ PDP-8L^{/1/}. Процессор имеет ОЗУ емкостью 8К 12-разрядных слов, цикл обращения к памяти - 1,6 мкс. К ЭВМ подключено следующее периферийное оборудование:
 - магнитофоны TV-55;
 - магнитный диск "Изот-1370";
 - телетайп ASR-33, дисплей VT-340;
 - считыватель FS-1500, перфоратор ПЛ-150;
 - растровый дисплей NE-601;
 - мозаичное печатающее устройство DARO-1160;
 - координатограф DIGIGRAF-1612.
2. Полуавтомат Адмап^{/2/}, реализующий следующие технологические операции:
 - сверление отверстий;
 - зенкование отверстий;
 - защита металлизированных отверстий;
 - нанесение рисунков кислотоупорной краской;
 - изготовление фотооригиналов.
3. Фотолаборатория и химическая лаборатория. Данные объекты не рассматриваются, т.к. в принципе может быть использована любая из известных технологий печатного монтажа. Исходным документом для изготовления печатной платы по рассматриваемой методике является ее чертеж. Рисунки и надписи на печатной плате кодируются с помощью символических языков /см. п.3/ и посредством программы загрузки или редактирования записываются на магнитной ленте /магнитном диске/. Далее на экране растрового дисплея отображается закодированная печатная

схема, которая при необходимости может быть откорректирована. По окончании коррекции рисунка с помощью программы документирования на координатографе выполняется пробное рисование.

Заключительным этапом работы системы является получение управляющих перфолент для полуавтомата Адмап /программа - транслятор/, изготовление чертежа печатной платы и листингов символических описаний /программа документирования/. Далее следует собственно изготовление печатной платы.

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Математическое обеспечение строится на базе 5 функциональных программ, которые носят названия: учитель, загрузчик, редактор, транслятор, документация. Управляющие программы /диспетчеры/ организуют работу функциональных программ в соответствии с требуемым алгоритмом, осуществляют поиск необходимой входной информации, организуют хранение результатов, включают в себя некоторый специальный набор подпрограмм и констант общего пользования.

В свою очередь, организацию работы диспетчеров осуществляет управляющая программа-монитор. Кроме того, монитор управляет работой периферийного оборудования, реализует диалог оператор-ЭВМ, содержит набор подпрограмм, констант и рабочих ячеек общего пользования.

В качестве средства общения оператор-ЭВМ выбран режим диалога. С целью максимальной универсальности диалог строится на английском или русском языках. Основополагающими принципами при организации диалога выбраны:

а/ максимальная информативность и корректность в постановке вопросов, а также в ответной реакции ЭВМ;

б/ краткость, простота и логичность ответов оператора.

Началу работы системы предшествуют действия программы-учителя, позволяющей по желанию пользователя выдать на устройство диалога информацию о системе и инструкцию по пользованию ею. Это вызвано резким усложнением характера работы оператора при переходе от автономных программ к системе с обилием режимов работы.

Загрузчик символических описаний предназначен для загрузки подготовленной на перфоленте исходной информации, преобразования ее во внутренний формат и записи на основной носитель. Наряду с базовой допускается использование других систем кодирования. Частным случаем является режим работы, реализующий преобразование код Адмап - символическое описание^{/3/}. Параллельно загрузке выполняется синтаксический и семантический контроль информации, дополненный элементами редактирования.

Редактор предназначен для получения и редактирования символических описаний на выбранных носителях информации. Процесс редактирования сопровождается синтаксическим и семантическим

контролем. Специальным режимом работы является визуальное редактирование рисунков с экрана растрового дисплея.

Основное назначение транслятора - получение управляющих перфолент для полуавтомата Адмап по заданному описанию рисунка и маркировки печатных схем. Пробразом данной версии транслятора явились программы "Тропа", "Маркер", "Фотон" /4,5,6/. Транслятор максимально использует производственные возможности полуавтомата Адмап и оптимизирует холостой ход работающих с ним устройств. Управляющие перфоленты снабжаются сервисной информацией.

Программа машинной документации предназначена для автоматизации изготовления как графической /чертеж печатной платы/, так и текстовой /листинги символических описаний/ документации на печатные платы.

В составе математического обеспечения системы имеется библиотека: 70 наиболее употребительных элементов рисунков печатных схем и несколько шрифтов, каждый из которых включает в себя 73 символа.

3. СИМВОЛИЧЕСКИЙ ЯЗЫК

Для описания рисунков и маркировки печатных плат служат 2 специфически организованных символических языка. В качестве основных символов используется код ASC-II:

```
< символ языка > ::= < буква > | < цифра > | < знак >
< буква > ::= A|B|C|D|E|F|G|H|I|J|K|L|M|N|O|P|R|S|T|U|V|W|X|Y|Z|
< цифра > ::= 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9
< знак > ::= SPACE|!|"|#|$|%|&|'|(|)|*|+|,|-|.|/|:|;|
|<|=|>|?|@|[|]|
```

Определим несколько специальных символов:

```
< ограничитель > ::= RETURN
< знак > ::= +|-|#
< признак 1 > ::= (
< признак 2 > ::= )
< разделитель 1 > ::= . /точка/
< разделитель 2 > ::= : /двоеточие/
< разделитель 3 > ::= , /запятая/
```

Для представления печатной схемы применяется прямоугольная система координат. Числовое значение координат отражает количество дискретов 2,5 и 0,25 мм и имеет следующий вид:

```
< координата > ::= < целое > | < разделитель 1 > < дробь > |
< целое > < разделитель 1 > < дробь >
```

Линии печатной платы задаются последовательным описанием характерных точек от начальной до конечной /максимально 1365 точек/. Обособленная контактная площадка интерпретируется как линия, стянутая в точку.

```
< характерная точка > ::= < ширина соединения > < разделитель 2 >
< знак > < координата X > < разделитель 3 >
```

```
< координата Y > < разделитель 3 > < тип >
точки >
```

```
< признак окончания соединения >
< ограничитель >
```

```
< ширина соединения > ::= < целое > | < разделитель 1 > < дробь > |
< целое > < разделитель 1 > < дробь >
```

```
< тип точки > ::= < контактная площадка > | < технологическое от-
верстие > | < качественное изменение >
```

```
< контактная площадка > ::= B|M|L|Q|H|P|D|E|F|G|
```

```
< технологическое отверстие > ::= C|S|Z
```

```
< качественное изменение > ::= T|I|J
```

```
< признак окончания соединения > ::= ;
```

На печатных схемах возможно употребление однотипных элементов, задание и описание которых формализуется аналогично.

Маркировка /надпись или обозначение/ задается последовательностью следующих параметров;

```
< маркер > ::= < ориентация > < шрифт > < разделитель 2 > < знак >
< координата X > < разделитель 3 > < координата Y >
< разделитель 3 > < последовательность символов >
< ограничитель >
```

```
< ориентация > ::= < горизонтальная > | < вертикальная >
```

```
< шрифт > ::= 1|1,5|2|2,5|4|5|6|7,5|8|10
```

Для получения надписи на русском языке специфичные буквы выделяются признаками 1,2. Максимальное количество символов в надписи - 60. В маркировке допускается переопределение шрифта и дублирование надписей.

С целью облегчения кодирования описаний допускается смысловое опускание повторяющихся значений ^{8/}.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная автоматизированная система производства печатных плат постоянно совершенствовалась и успешно эксплуатировалась на протяжении ряда лет. В результате продолжительность процесса преобразования печатная схема - печатная плата сократилась в 3-4 раза. Символические языки показали свою универсальность и могут быть предложены в качестве языков обмена между пользователями различных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Introduction to Programming. PDP-8 Family Computers.
2. АДМАП-2 - техническое описание ИИВТА АН ВНР, 1973.
3. Гурский В.И., Мельниченко И.М., Шкобин Н.Ю. ОИЯИ, 11-12275, Дубна, 1976.
4. Шкобин Н.Ю. ОИЯИ, 10-9553, Дубна, 1976.

5. Шкобин Н.Ю. ОИЯИ, 11-12274, Дубна, 1979.
6. Мельниченко И.М., Шкобин Н.Ю. ОИЯИ, 11-12291, Дубна, 1979.
7. Шкобин Н.Ю. ОИЯИ, 10-12547, Дубна, 1979.
8. Шкобин Н.Ю., Эсенский Й. ОИЯИ, 11-8166, Дубна, 1974.

Шкобин Н.Ю. 10-83-170
 Автоматизация производства печатных плат с использованием
 малой ЭВМ и полуавтоматов Адмап

В работе рассмотрены технология, организация системы и математическое обеспечение для автоматизации производства печатных плат в условиях мелкосерийного производства, характеризуется используемое оборудование. Приведены основные положения символического языка описания топологии и маркировки печатных плат. Рассмотрены принципы, заложенные в библиотеке системы и в программах загрузки, трансляции, редактирования и документирования.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Shkobin N.Yu. 10-83-170
 Automatization of Printed Circuit Fabrication with the
 Utilization of Mini-Computer and Semi-Automats Admap

The technique and organization of the system and software for automatization of circuit fabrication under the conditions of a small serial fabrication are considered. The usage of equipment is characterized. The main situations of the symbolic language, a description of topology and labelling of printed circuits are given. The principles the library system and the programmes of leading, translation, editing and documentation are based on, are considered.

The investigation has been performed at the Department of New Methods and Acceleration, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.

Рукопись поступила в издательский отдел
 21 марта 1983 года.