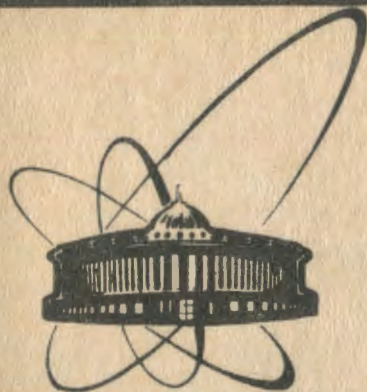


91-14



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P11-91-14

С. В. Сергеев

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА АДМАР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ  
С ШАГОМ 0,25 ММ

1991

В настоящее время в ОИЯИ достаточно широкое распространение получили системы проектирования печатных плат с использованием таких известных редакторов, как PCAD и smARTWORK<sup>11/</sup>. Однако обе эти системы не лишены известных недостатков: система PCAD достаточно громоздка и сложна, что исключает ее использование на конфигурациях ПЭВМ без жесткого диска большой емкости и требует высокой квалификации персонала для проектирования плат, а система smARTWORK ориентирована на работу с шагом 1,25 мм, что не всегда устраивает, особенно если учесть, что основу станочного парка по изготовлению печатных плат в ОИЯИ составляют устройства типа ADMAP<sup>12/</sup>, имеющие шаг 0,25 мм. Попытки же введения масштабирования приводят к тому, что и так небольшое рабочее поле редактора smARTWORK реально становится еще меньше.

С другой стороны, в ОИЯИ имеется значительное количество документации на печатные платы, разведенные ранее на миллиметровке. Очень часто эти платы пригодны для дальнейшего использования, требуется ввести только некоторые незначительные изменения. И, наконец, как правило, имеется определенный "наработанный" опыт, что упрощает процесс модификации подобных плат.

Данная работа посвящена созданию пакета программ, который дополняет графический редактор EDIT системы smARTWORK и позволяет использовать существующую документацию и опыт персонала при проектировании печатных плат с шагом 0,25 мм на ЭВМ типа IBM-PC и их изготовлении на ADMAP. Стыковка системы<sup>11/</sup> и вновь разработанного пакета, названного LIST (Little Step), возможна как на уровне выходных файлов, представляющих собой управляющие последовательности в формате "ленты данных" ADMAP<sup>12/</sup>, так и на уровне совмещения фотошаблонов. В первом случае два или более файлов объединяются с помощью редактора текста, при втором подходе — изготавливаются отдельные фотошаблоны, из которых потом ножницами и склейкой "собирается" результирующий фотошаблон.

Для упрощения ввода информации с существующих рисунков плат было решено включить в систему LIST возможность считывать данные с помощью оцифровщика типа СМП-6410<sup>13/</sup>.

В пакете LIST файл описания платы представляет собой текстовый файл, доступный обычному редактору текстов. В файле содержатся

описания контактных площадок (допускается четыре типа площадок из набора ADMAP) и линий рисунка (также четыре типа линий), расположенных в двух слоях. Также допускается создание макроопределений с последующим их вызовом в произвольные места платы.

Семантика и синтаксис входного языка описания следующие:

— Файл состоит из строк-директив или строк описания узловых точек. В одной строке размещается одна директива или одно описание точки (пара координат X и Y — полный формат).

— При описании точки разрешается опускать одну из координат (сокращенный формат) — в этом случае будет взята соответствующая координата, определенная ранее.

— Координатой является число с плавающей запятой. Целая часть числа определяет количество больших шагов ADMAP, дробная — малых. Символом разделителя между координатами является запятая.

— Описание контактной площадки состоит из описания точки, перед которой где-то ранее размещена директива описания конкретного типа контактных площадок.

— Описание линии состоит из последовательного описания узловых точек линии. Символ "; " в конце строки является признаком конца линии. Перед началом описания линий в файле должна быть директива описания типа линий.

— Признаком конца описания платы является знак конца файла, который ставится редактором текста.

Входной язык имеет следующие директивы (достаточно задать две ее первые буквы):

COM — далее следует описание слоя компонентов платы;

SOL — далее следует описание слоя пайки платы;

P1, P2, P3, P4 — далее следует описание контактных площадок типа P1, P2, P3 или P4 соответственно;

L1, L2, L3, L4 — далее следует описание проводников типа L1, L2, L3 или L4 соответственно;

BLOCK NAME — начало макроопределения с именем NAME;

END — конец макроопределения;

GET NAME — внесение содержимого макроопределения NAME в файл. Если макроопределение было описано, но не было внесено, то данные макроопределения использованы не будут;

SHIFT X, Y — далее все координаты увеличиваются на X и Y соответственно.

SWAPP — предполагается совместная работа с программой SWAPP (перекодировка данных из системы sm ARTWORK).

Пример описания платы:

P1	начало описаний площадок типа P1
0,0	площадка в точке 0,0 — полный формат
1,	площадка в точке 1,0 — сокр. формат
4.5, 3.5	площадка в точке 4.5, 3.5
P2	начало описаний площадок типа P2
12,0	площадка в точке 12,0
13,	площадка в точке 13,0
,2	площадка в точке 13,2
,3	площадка в точке 13,3
10.5	площадка в точке 10.5,3
COM	начало описания проводников верхнего слоя
L1	начало описаний линий типа L1
0,0	начало линии в точке 0,0
1,	следующая точка линии в 1,0
4.5, 3.5;	конец линии в точке 4.5, 3.5
1,1	начало новой линии в 1,1
2,	
,2;	
SOL	начало описания проводников нижнего слоя
12,0	
13,	
,2;	
BLOCK AA	начало описания макроопределения (блока)
L3	
0,0	
1,	
,1	
0	
,0	
END	конец макроопределения
GET AA	размещение блока
SHIFT 10, 10	сдвиг всех координат на 10,10
GET AA	размещение блока со смещением
SHIFT 10, 20	
GET AA	размещение блока с новым смещением
SHIFT 20, 10	
Get AA	

В состав предлагаемого пакета программ входят следующие программы:

READSMP — программа приема данных с оцифровщика и создания файла описания платы;

СОСН — программа проверки файла описания платы на наличие грубых ошибок. Эта же программа позволяет формировать полный формат описания платы из сокращенного (отличия в этих форматах будут приведены ниже);

DRAW — программа рисования на экране ПЭВМ набранной платы;

ADMAPER — программа подготовки управляющих последовательностей для станков типа ADMAR в формате "ленты данных"<sup>1/2</sup>.

Для передачи управляющих последовательностей на ADMAR используются несколько модифицированные программы ADMAR-4 и DRILL-4, входящие в пакет<sup>1/1</sup>.

## ПРОГРАММА READSMP

Как уже отмечалось, эта программа предназначена для приема данных с оцифровщика СМП-64101 и формирования файла описания печатной платы.

Оцифровщик представляет собой планшет, к которому подключен "карандаш". Чувствительным элементом является кончик острия карандаша, координаты которого считываются во время "укола" карандашом выбранной точки. Далее в описании термин "отметить точку" будет означать перемещение карандаша в требуемую точку рисунка и нажатие на карандаш — "укол" точки.

Оцифровщик подключается к ПЭВМ через последовательный интерфейс, обмен ведется со скоростью 9600 Бод. Для осуществления этого сопряжения на плате оцифровщика были установлены соответствующие перемычки.

К сожалению, данное устройство очень чувствительно к электромагнитным наводкам, поэтому значения координат одной и той же точки могут заметно "плавать". Для подавления этого нежелательного явления программа READSMP в момент нажатия карандаша принимает целую серию значений координат выбранной точки, отбрасывает явные помехи и усредняет полученные значения.

Непосредственно после запуска программа READSMP рекомендует включить оцифровщик в требуемый режим и инициализирует последовательный интерфейс на скорость передачи 9600 Бод, длину посылки 8 бит, отсутствие контроля по четности и длину стоповой посылки 2 бита. Затем программа спрашивает название выходного файла и проверяет, существует ли файл с таким же именем. Если файл существует — программа запрашивает, продолжить его или начать заново. После получения

ответа программа запрашивает фактор дискретизации. Фактор дискретизации — это величина, показывающая, на какое число требуется умножить координаты точек, чтобы в результате все координаты стали бы целыми числами — это необходимо для выполнения рисунка за целое число малых шагов ADMAP.

Затем программа просит отметить контрольную точку на рабочем поле оцифровщика (специальная лунка для кончика карандаша в правом верхнем углу поля). Если принятые координаты имеют значения меньше некоторого предела — это означает, что оцифровщик нуждается в настройке и дальнейшая работа невозможна. Если все в порядке — READSMP просит отметить точку в нижнем левом углу платы и ввести с клавиатуры ПЭВМ ее X- и Y-координаты. Затем необходимо отметить точку в правом нижнем углу платы, имеющую ту же Y-координату, и ввести с клавиатуры ее X-координату. После получения указанной информации READSMP вычисляет масштаб и наклон рисунка и осуществляет привязку координат планшета к координатам рисунка.

На этом инициализация программы READSMP заканчивается и можно приступать к собственно вводу данных рисунка платы.

Для упрощения процесса ввода данных основные директивы входного языка нанесены на рабочее поле оцифровщика, поэтому для задания любой из них достаточно отметить центр квадрата с соответствующей надписью. Среди этих директив имеются:

- заказ четырех типов отверстий;
- заказ четырех толщин линий;
- "забой" последней принятой координаты (аналог функции BACKSPACE);
- включение в выходной файл метки (символ "\*"");
- и выход из программы.

Ввод координат контактных площадок и узловых точек линий выполняется одиночным нажатием карандаша, конец линии — двойным. Короткий звуковой сигнал ПЭВМ высокого тона обозначает, что координата введена правильно, продолжительный — свидетельствует об ошибке (например, дважды подряд отмечена одна контактная площадка). Сигнал низкого тона сопровождает ввод директив входного языка.

В случае, если READSMP по каким-либо причинам не может вычислить координаты отмеченной точки, включается сигнал высокого тона, звучащий до тех пор, пока не будет выполнен правильный ввод координат.

После задания директивы выхода из программы в выходной файл вносится символ "#", позволяющий определить конец предыдущего сеанса ввода данных.

Программа READSMP позволяет вводить данные за несколько приемов, при этом между сеансами допускается перемешать рисунок по ра-

бочему полю оцифровщика. Это позволяет обрабатывать рисунки, имеющие размер больше поля оцифровщика СМП-6410.

Также следует отметить, что READSMP выдает координаты точек в полном формате.

## ПРОГРАММА СОСН

Программа СОСН (Complete & Check) предназначена для проверки текстового файла описания платы на наличие грубых ошибок (грубой ошибкой считается синтаксическая ошибка в задании директив или попытка провести линию под углом, не кратным  $45^\circ$ ) и для дополнения сокращенного формата описания точек (который удобен для ввода данных редактором текстов) до полного (который более удобен для поиска ошибок). Выходной файл также является текстовым, доступным для обычных редакторов текста. Вызов программы:

```
СОСН[ < Input file > [ Factor [ < Output file > ] ] ] .
```

Здесь и далее в описании квадратные скобки означают, что указанные в них параметры являются необязательными. При отсутствии в вызове указанных параметров все описываемые программы запросят их в интерактивном режиме.

В вызове СОСН < Input file > — название исходного файла, Factor — фактор дискретизации, < Output file > — название выходного файла.

В случае, если уже имеется файл с названием < Output file >, программа запросит подтверждение разрешения уничтожить этот файл.

В процессе работы при появлении ошибки СОСН выдает звуковой сигнал, по окончании работы сообщает количество обнаруженных ошибок. Ошибки отмечаются в выходном файле символом "!" в конце строки.

## ПРОГРАММА DRAW

Программа предназначена для просмотра на экране дисплея ПЭВМ рисунка платы, набранного редактором текстов или с помощью программы READSMP. Вызов программы:

```
DRAW [ Filename [ Factor ] ],
```

где Filename — название входного файла, содержащего описание платы, Factor — фактор дискретизации. При отсутствии указанных параметров в вызове программа запросит эти данные в интерактивном режиме.

После того, как DRAW получит необходимые параметры и считает файл с диска, она выводит на экран рисунок фрагмента платы (границы платы указываются пунктирными линиями). В этом режиме можно задавать следующие функции:

- F1 — выдает на экран краткое описание функций клавиш;
- с помощью клавиш направления можно перемещать окно по рисунку платы;
- клавиши "+" и "-" вызывают увеличение или уменьшение масштаба изображения;
- клавиша Del устанавливает масштаб рисунка 1:1;
- клавиша Ins устанавливает масштаб 1:1 и переносит окно в левый нижний угол рисунка платы;
- клавиша \* переводит программу в "режим курсора". В этом режиме включается курсор, а в нижней части экрана появляются значения его координат. Клавишами направлений можно перемещать курсор по полю платы, при дополнительном нажатии клавиши Shift — перемещение выполняется на 10 позиций. Этот режим используется для уточнения координат точек при выявлении ошибок в описании платы. Выход в режим просмотра — клавиша ENTER;
- конец работы программы — клавиша E.

## ПРОГРАММА ADMAPER

Программа предназначена для подготовки управляющей последовательности в формате "ленты данных" для станков типа ADMAP. Вызов программы:

```
ADMAPER [ < Input file > [ Factor [ < Output file > [ Side ] ] ] ],
```

где < Input file > — название исходного файла, Factor — фактор дискретизации, < Output file > — название выходного файла, Side — сторона платы — Up или Dw.

При задании всех указанных параметров программа сразу же перейдет к обработке входного файла, при отсутствии же хотя бы одного из них в вызове — ADMAPER кроме ввода в интерактивном режиме также сообщит таблицу настройки параметров ADMAP на типы контактных площадок и толщину линий и запросит подтверждение правильности установки. При получении отрицательного ответа ADMAPER запросит, какой параметр следует изменить и значение этого параметра. После повторного вывода таблицы и получения положительного ответа ADMAPER запросит, стоит ли запомнить указанные параметры. При по-



лучении положительного ответа программа найдет себя на диске и исправит таблицу параметров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пакет программ LIST предназначен как для дополнения широко распространенной в ОИЯИ системы на основе редактора smARTWORK, так и для самостоятельного применения. Возможность использования шага 0,25 мм позволяет разводиться аналоговые платы, включать в плату, разведенную в системе smARTWORK, отдельные "тонкие" элементы, такие как, например, печатные индуктивности и т.д. Как показала опытная эксплуатация, программы пакета LIST достаточно просты, легко осваиваются и их использование снимает многие проблемы, связанные с разводкой "нестандартных" плат.

В заключение автор хотел бы выразить благодарность В.И.Гурскому, Г.И.Мелиховой и В.С.Хабарову за ценные замечания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Асмолов А.Г. и др. — Сообщение ОИЯИ P10-88-836, Дубна, 1988.
2. Устройство для изготовления печатных плат ADMAR-5, техническое описание. Кооп. ФОК-ГУЕМ, Будапешт, 1986.
3. Устройство ввода графики полуавтоматическое СМП-6410. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: ВНИИоргтехники, 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 января 1991 года.