

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

3894/82

16/8-82

10-82-371

З.И.Коженкова

ИНТЕРАКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ПЕЧАТНЫХ СХЕМ

1982

В связи с неформальной постановкой задачи проектирования печатных схем и отсутствием точных методов ее решения, все большее распространение получают системы проектирования интерактивного типа, позволяющие объединить возможности инженера-разработчика и ЭВМ<sup>/5,6/</sup>.

Предложенный в этой работе комплекс программ предназначен для:

- ввода исходных данных с перфокарт /п/к/, магнитной ленты /МЛ/, магнитного диска /МД/ и клавиатуры дисплея;
- ввода команд проектирования с клавиатуры дисплея;
- изображения текущего состояния печатных схем /ПСх/ в процессе их проектирования на экране дисплея типа "ТЕКТРОНИХ"<sup>/7/</sup>.

- вывода описания ПСх на входном языке системы "ГРАФ"<sup>/1/</sup> на перфокарты, МЛ, МД.

Графическое взаимодействие разработчика с ЭВМ в процессе проектирования ПСх ведется с помощью следящего перекрестия.

Ранее в ОИЯИ были созданы программа редактирования ПСх в пакетном режиме на БЭСМ-6<sup>/4/</sup> с выводом на графопостроитель "CALCOMP" через систему "ГРАФ"<sup>/1/</sup> и программа редактирования ПСх в интерактивном режиме на CDC-6500 с вводом внесимых изменений с клавиатуры дисплея типа "ТЕКТРОНИХ" и изображения схемы печатной платы /ПП/ на экране этого дисплея.

Предложенный здесь комплекс программ проектирования ПСх написан на языке Фортран с использованием комплекса ГРАФОР<sup>/2,3/</sup>. Работа комплекса программ на CDC-6500 осуществляется в системе "INTERCOM". Интерактивный режим работы существенно сокращает срок проектирования ПСх.

Комплекс программ проектирования ПСх состоит из ряда программ. Программы ввода исходных данных, редактирования ПСх и формирования массива новых данных описаны в<sup>/5/</sup>. Здесь мы остановимся только на работе программ, осуществляющих графический ввод данных и команд. Следует заметить, что речь будет идти о двухслойных ПСх.

## 1. ВВОД МАССИВА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

На вход программы поступает массив исходных данных, который представляет собой закодированную ПСх. Массив исходных данных - это пакет перфокарт /л/к/, полученный либо после ра-

боты системы ГРАФ на БЭСМ-6, либо подготовленный вручную и записанный либо на магнитный диск /МД/, либо на магнитную ленту /МЛ/. Формирование массива исходных данных и работа с ним описаны в /5/.

## II. ИЗОБРАЖЕНИЕ СХЕМЫ ПП НА ДИСПЛЕЕ "ТЕКТРОНИХ"

Предложенный здесь метод проектирования ПСх при помощи следящего перекрестия в отличие от метода, описанного в /5/, требует обязательного изображения схемы ПП на экране дисплея, и поэтому после появления на экране надписи "PICTURE" на клавиатуре терминала набирается "YES". После появления надписи "PICTURE AXES" на клавиатуре терминала набирается либо "YES" - изображение и оцифровка осей, либо "NO" - изображение осей не требуется.

Далее появляются надписи: "INPUT NUMBER OF LAYER", "1", "2", "A", что означает требование программы задать изображение либо первого слоя /"1"/, либо второго слоя /"2"/, либо совмещенного рисунка обоих слоев /"A"/ платы. Соответствующий параметр /"1", "2", "A"/ вводится при помощи перекрестия, путем нажатия любой буквенной клавиши и клавиши "RETURN". Следует заметить, что изображение схемы ПП производится при помощи комплекса ГРАФОР /2,3/.

## III. ФОРМИРОВАНИЕ ПСх

После получения исходного рисунка схемы ПП переходим к процессу формирования ПСх, общая блок-схема которого приведена на рис.1.

На экране дисплея одновременно с изображением схемы ПП появляются следующие команды - "меню":

"CORRECTIONS", "YES", "NO"

"ACTION", "ADD", "RENAME", "DELETE", "MOVE", "STOP"

"T,   , 1, 2, E"

"X, Y"

"TYPE OF POINT", "  , I, J, M, B, C, S, P, E"

Подчеркнутые надписи являются запросами программы, остальные - возможными ответами на эти запросы, причем все эти надписи на экране дисплея появляются только один раз, а потом соответствующие надписи подсвечиваются по мере необходимости.

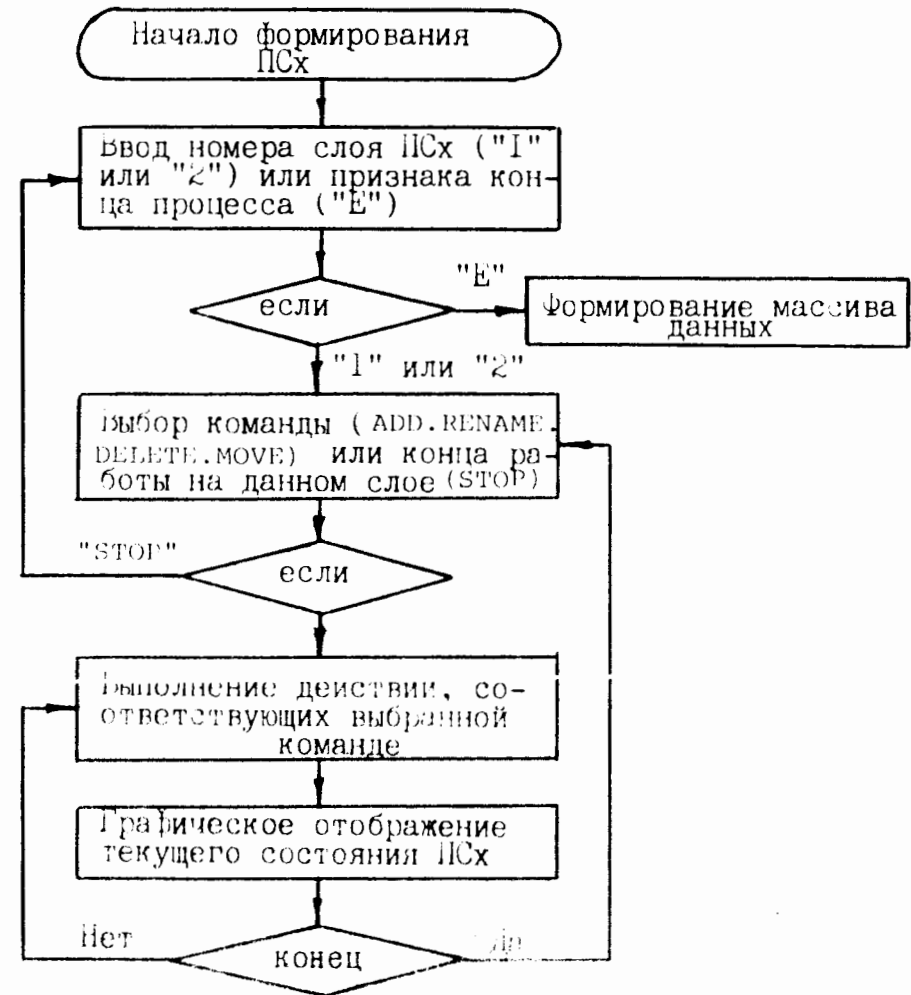


Рис.1. Общая блок-схема процесса формирования печатных схем.

Весь ввод осуществляется путем указания при помощи перекрестия, нажатием любой буквенной клавиши и клавиши "RETURN".

Предложенный комплекс программ может добавлять ("ADD"), переопределять ("RENAME"), удалять ("DELETE") и переносить ("MOVE") с одного слоя ПСх на другой как изолированные точки /контактные площадки/, так и проводники.

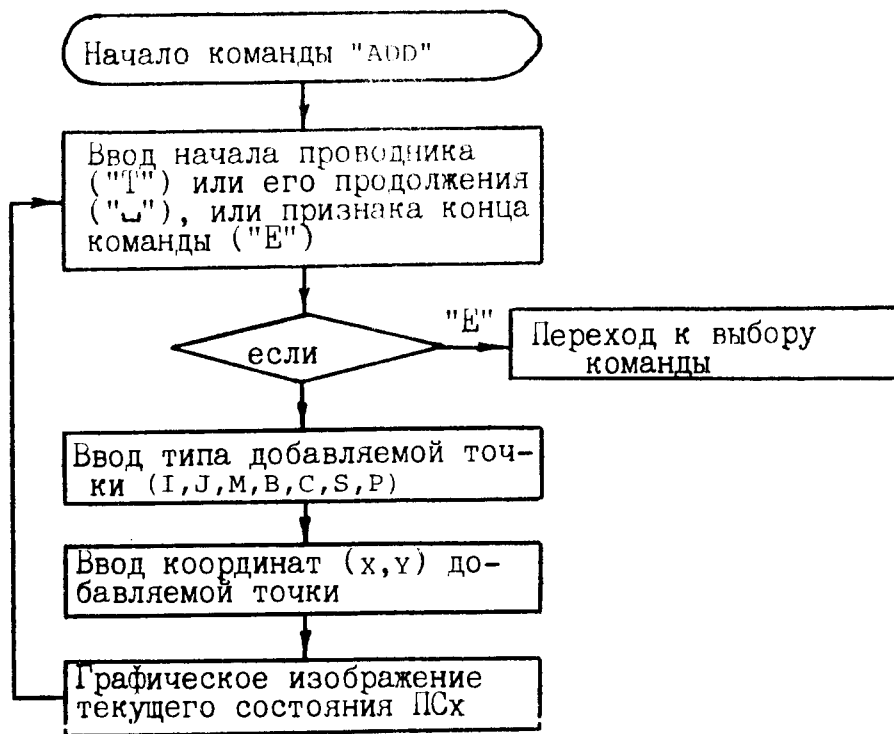


Рис.2. Блок-схема внесения в схему ПП точек /контактных площадок/ и проводников.

Подробные блок-схемы работы этих команд приведены на рис.2, рис.3, рис.4, рис.5.

Последовательность ввода данных при помощи следящего перекрестия соответствует кодировке входных данных в жестком формате /1/.

После окончания одного этапа работы и подсвечивания на экране дисплея надписи "CORRECTIONS" выбирается при помощи перекрестия либо "YES" - если необходимо продолжить работу, либо "NO" - если процесс формирования ПСх полностью завершен.

В первом случае процесс начинается сначала, т.е. с изображения ПСх, во втором переходим к получению массива сформированных данных <sup>15/</sup>, которые могут быть записаны на МЛ, МД или получены на перфокартах. Полученный после перфорации пакет перфокарт пригоден без изменений для ввода и обработки системой "ГРАФ" на БЭСМ-6 /1/.

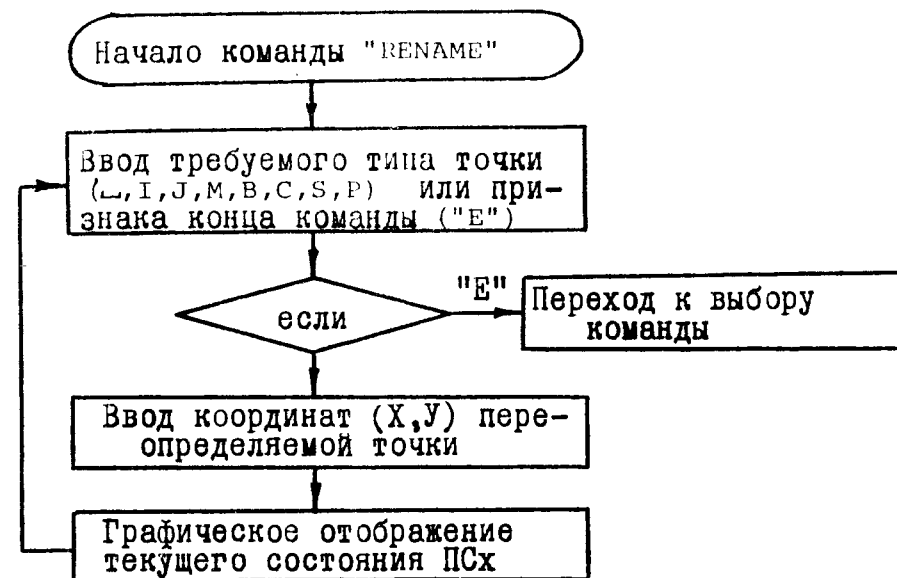


Рис.3. Блок-схема переопределения /или уничтожения/ точек /контактных площадок/.



Рис.4. Блок-схема удаления проводников.

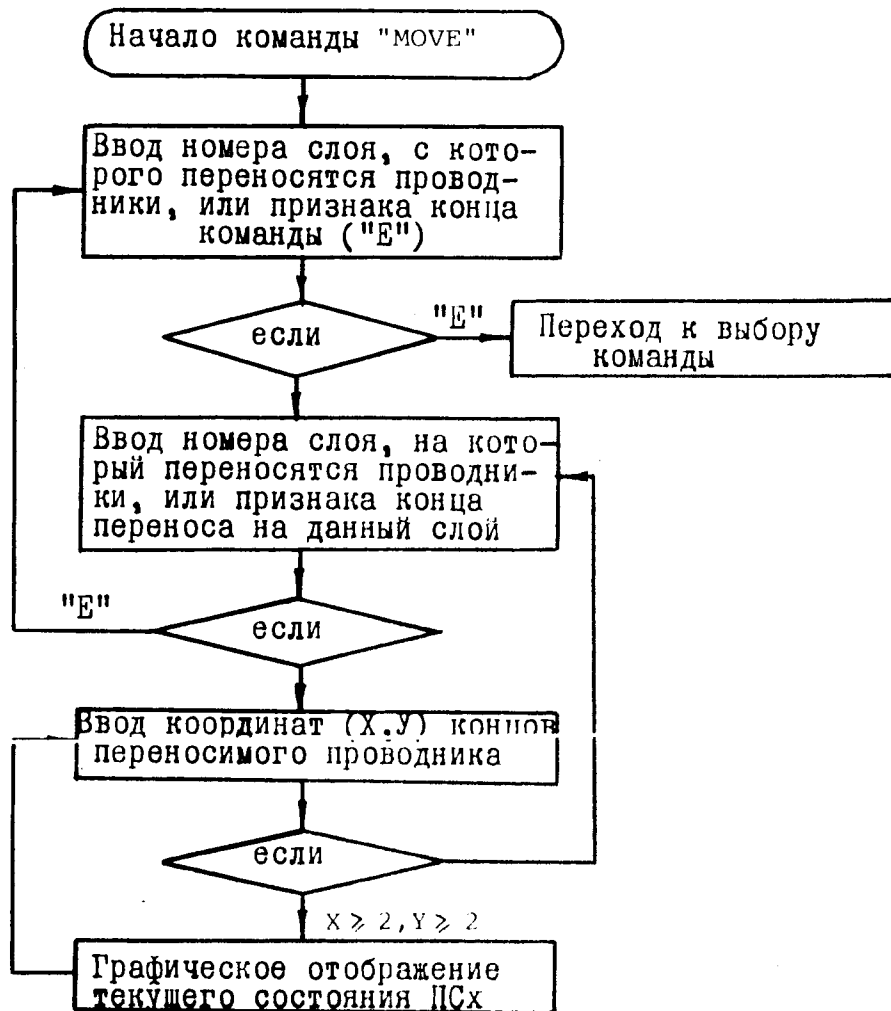


Рис.5. Блок-схема переноса проводников с одного слоя ПСХ на другой.

Следует заметить, что в случае неправильного ввода ответа на запрос программы или ошибочных координат точек, на экране дисплея будет подсвечиваться надпись "ERROR" и требовать повторный ввод.

Порядок работы с комплексом программ проектирования ПСХ описан в /5/.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинства предложенного метода проектирования ПСХ заключаются в следующем:

- реализован графический ввод;
- увеличилось быстродействие;
- экран не засоряется, что особенно важно при использовании дисплеев на запоминающей трубке;
- сокращено число возможных ошибок пользователя;
- постоянное отображение текущего состояния ПСХ на экране дисплея.

Недостатки описанного метода обусловлены недостатками дисплея /5/.

Предложенный комплекс программ для проектирования ПСХ может работать совместно с программой, описанной в /6/.

Автор благодарит В.Л.Пахомова за постановку задачи и обсуждения, Н.В.Хуторного - за полезные замечания, Б.Г.Шинова - за консультации по работе с комплексом ГРАФОР.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов В.Л. ОИЯИ, P11-12665, Дубна, 1979.
2. Рогов А.Д., Шинов Б.Г. ОИЯИ, P11-11273, Дубна, 1978.
3. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н., Мишакова С.Т. Препринт ИПМ, №41, М., 1972.
4. Хуторной Н.В. ОИЯИ, P11-12539, Дубна, 1979.
5. Коженкова З.И. ОИЯИ, 10-81-392, Дубна, 1981.
6. Елшин Ю.М. Зарубежная электроника, 1979, №7, с. 3, №8, с. 26, №9, с. 3.
7. CDC, Beginning Graphics User Guide, publication No. 76077300, 1977, USA.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 мая 1982 года.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1.2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1.2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1.2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1.2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Коженкова З.И. Интерактивное проектирование печатных схем 10-82-371

Создан комплекс программ проектирования печатных схем одно- и двух-слойных печатных плат. Предложенный комплекс программ позволяет вводить исходные данные с перфокарт, магнитной ленты, магнитного диска и с клавиатуры дисплея, отображать графически на экране дисплея типа TEKTRONIX текущее состояние печатной схемы в процессе ее проектирования, предложен набор команд проектирования. Графическое взаимодействие разработчика с ЭВМ в процессе проектирования печатных схем ведется с помощью следящего перекрестия. Предложенный метод позволяет легко при помощи следящего перекрестия вносить изменения в уже имеющиеся схемы.

Комплекс программ написан на языке фортран с применением графического комплекса ГРАФОР и работает на ЭВМ CDC-6500 в системе INTERCOM.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Kozhenkova Z.I. Interactive Projecting of Printed Circuit Boards 10-82-371

The program is designed for projecting, editing and drawing one- and two-layer printed circuit boards on CRT displays of the TEKTRONIX type. The program permits to introduce the initial data from cards, magnetic tape, disk and displays keyboards. The proposed method provides a possibility to modify already existing printed circuits by means of a cross-hair cursor. The program is written in FORTRAN language using elements of GRAFOR system. It is implemented on the CDC-6500 computer in the INTERCOM system.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.