

30

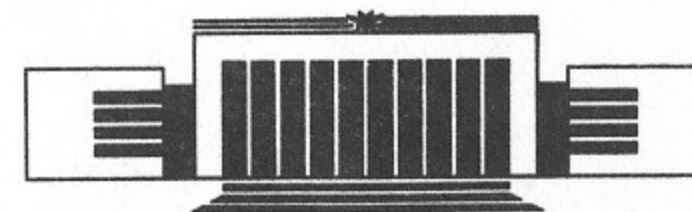
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР



М.Н. Кондауров, С.В. Кротов

ФОРМАТ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕК
В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭА «ГРАФИКА-11»

ПРЕПРИНТ 86-164



НОВОСИБИРСК

1986

АННОТАЦИЯ

В данной работе описан бинарный формат представления информации в системе проектирования РЭА, созданной в ИЯФ СО АН СССР. Система предназначена для автоматизации процессов проектирования, документирования и производства РЭА. В настоящее время система активно используется для производства фотошаблонов печатных плат, управления сверлильными станками с ЧПУ, подготовки принципиальных и монтажных схем, чертежей радиоблоков. Опыт эксплуатации системы показал применимость описанного формата для интерактивных процессов работы с графическими данными. Система создана на базе ЭВМ «Электроника-100/25» и «Электроника-60».

В Институте ядерной физики создана и успешно работает автоматизированная система проектирования РЭА «Графика-11» [1], предназначенная для подготовки графической и текстовой документации на блоки радиоэлектронной аппаратуры, производства фотошаблонов печатных плат и управления сверлильными станками с ЧПУ. Система создана на базе многомашинного комплекса ЭВМ «Электроника-100/25», работающая под ОС RSX-11M V3.1, является центральной машиной комплекса. В качестве периферийных к ней подключены ЭВМ «Электроника-60», работающие без операционной системы. В состав оборудования периферийных машин входят графические кодировщики КГ-3, КГ-4, КГ-5 [2], [3], цветной растровый дисплей, графопостроитель и фотопостроитель. Программное обеспечение включает в себя программу ввода и редакции графических документов при помощи графического кодировщика, графический редактор для цветного дисплея, программы вывода на графо- и фотопостроитель, программу выдачи управляющих перфолент для сверлильных станков с ЧПУ и ряд других программ.

При создании системы к формату описания информации предъявлялись следующие требования: обеспечить экономное использование памяти и быстрый доступ к любому элементу информации. Форматы данных, реализованные в других системах проектирования РЭА, не удовлетворяют этим требованиям. Например, формат данных системы MINIREDAC, представляющий собой текстовое описание элементов и связей, требует очень много памяти для описания графического документа и не в состоянии обеспечить быс-

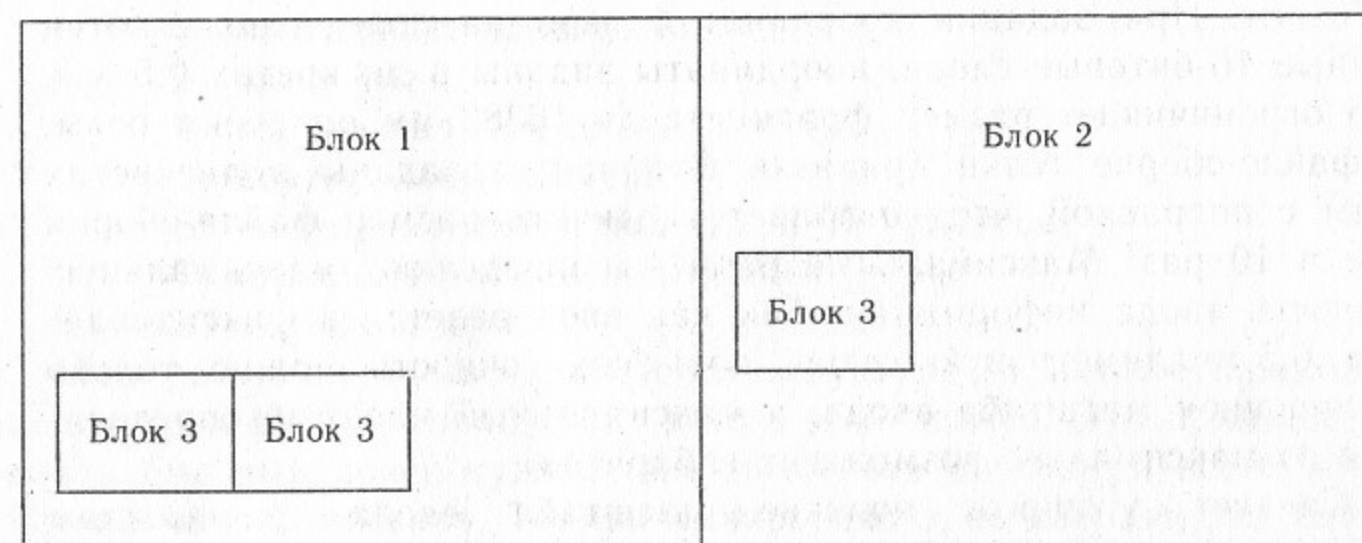
трый доступ к отдельным графическим элементам. Формат данных, реализованный в разработанной в институте автоматики и электротехники СО АН СССР системе проектирования печатных плат (формат BRD) [4], наряду с рядом достоинств—простотой и помехоустойчивостью—требует очень много памяти для описания и не в состоянии обеспечить быструю выборку из массива графической информации из-за произвольного размещения разнотипных элементов в файле. Формат системы CALAY может обеспечить быстрый доступ к элементам, но он сильно ориентирован на машинную трассировку печатных плат, неэкономичен по памяти и плохо приспособлен для описания графической информации, не имеющей отношения к печатным платам.

В данной работе описан реализованный при разработке системы «Графика-11» формат описания графической информации. По сравнению с другими форматами он дает более экономную запись: размер файла при переходе в данный формат уменьшается в 2—4 раза. Если же графический документ разработан прямо в этом формате с использованием всех его особенностей, то экономия памяти в некоторых случаях может быть величиной порядка 10. Формат обеспечивает время выборки произвольного участка графической информации из графических документов средней сложности за время порядка 0.2—0.8 с, при повышении степени сложности документа время выборки может возрасти до 2—5 с при работе на микро-ЭВМ «Электроника-60». Система проектирования РЭА «Графика-11» реализована на базе ЭВМ серии «Электроника», но данный формат может быть реализован на любых шестнадцатиразрядных машинах с байтовой адресацией.

Все файлы-описания графической информации—неформатные прямого доступа. Главной структурной единицей формата является блок. Любой файл-описание состоит хотя бы из одного блока и таблицы, в которой заданы координаты блоков. Все графические элементы могут находиться только внутри блока, и их координаты всегда задаются относительно условного нуля блока.

Файлы-описания графических документов имеют два уровня вложенности. Если файл имеет только один уровень (т. е. состоит только из блоков), то он называется фрагментом. Формат описания позволяет объединять несколько фрагментов в файл, называемый файлом-сборкой. Если блок или фрагмент повторен несколько раз, то это не приводит к фактическому повтору информации, так как повтор задается указанием еще одной точки привязки блока или фрагмента в соответствующей таблице.

Пример структуры фрагмента



Таким образом, блоки представляют собой как бы некие законченные рисунки, которые можно соединять друг с другом встык или накладывать друг на друга. То же самое можно сказать и о фрагментах, только в данном случае эти рисунки уже будут содержать внутри себя другие рисунки-блоки.

Блоки состоят из графических элементов. В системе имеется несколько видов элементов:

- | | |
|---|-------------------|
| 1) контактные площадки | 29 типов; |
| 2) посадочные места для микросхем | 50 типов; |
| 3) линии (токоведущие дорожки) | 10 типов; |
| 4) символы | набор кодов ДКОИ; |
| 5) прямоугольные экраны; | |
| 6) прямоугольные экраны в виде сетки линий; | |
| 7) дуги и окружности. | |

Более подробно все виды элементов описаны ниже.

Для экономии памяти координаты элементов в блоке заданы в байтовом представлении, т. е. на задание координаты точки требуется два байта. Координаты записываются в дискретах 5 мм. Если реальная координата точки не попадает в эту грубую сетку, то имеется возможность задать поправку к координате в дискретах 0.5 мм. Такая сетка выбрана из тех соображений, что подавляющее большинство эскизов печатных плат рисуется в масштабе 4:1, а в этом масштабе практически все элементы или большинство из них попадают в пятимиллиметровую сетку. При работе же с принципиальными схемами, монтажными картами и чертежами радиоблоков точности, большей чем 0.5 мм, почти не требуется. Так как в восемь разрядов можно записать числа от 0 до 255, размеры

блока не могут превышать 255 пятимиллиметровых дискретов или 1275 мм. При задании координат блоков на поле используются полные 16-битовые слова, координаты заданы в дискретах 0.5 мм. Это ограничивает размер фрагмента до 16383 мм по обеим осям. В файле-сборке точки привязки фрагментов заданы в дискретах 5 мм с поправкой, что позволяет увеличить размер файла-сборки еще в 10 раз. Максимальные размеры определяют максимальную точность ввода информации. Так как ввод ведется в фиксированную 0.5-миллиметровую сетку, повысить точность можно только увеличением масштаба ввода, а максимальный масштаб определяется из максимально возможных габаритов.

Следует уточнить понятие масштаба ввода. В каждом файле-описании может быть несколько масштабов. Масштабы ввода разных блоков могут быть различными, масштаб ввода фрагмента также может отличаться от любого из масштабов блока, и масштаб сборки также может быть совершенно произвольным. В масштабе ввода блока заданы только габариты блока и координаты элементов внутри блока. В масштабе ввода фрагмента заданы габариты фрагмента и координаты блоков на поле фрагмента. В масштабе ввода сборки заданы габариты сборки и координаты фрагментов на поле сборки.

Файл-сборка состоит из заголовка (40 слов), в котором записано название, масштаб, габариты и ряд других служебных параметров. После заголовка расположена таблица фрагментов, в которой указаны координаты фрагментов файла-сборки. После таблицы фрагментов размещены сами фрагменты. Координаты опорных точек фрагментов задаются в виде сдвига относительно условного нуля рисунка. Сдвиг может быть только положительным. Сами фрагменты переписываются в файл-сборку без изменений и могут быть легко извлечены из сборки. Структура фрагмента одинакова как в файле-сборке, так и в файле-фрагменте.

Фрагмент состоит из заголовка (100 слов), где заданы масштаб, габариты, название и ряд служебных параметров. После заголовка расположена таблица блоков, в которой указаны координаты блоков на поле фрагмента. Координаты опорных точек блоков задаются в виде сдвига относительно условного нуля фрагмента. Сдвиг может быть только положительным.

Блок состоит из записей переменной длины. Каждая запись имеет заголовок, определяющий принадлежность элементов этого записи определенному слою. Внутри записи записаны записи элементов. Они также имеют заголовки, определяющие вид элементов:

- 1) микросхемы;
- 2) контактные площадки;
- 3) символы;
- 4) горизонтальные линии;
- 5) вертикальные линии;
- 6) наклонные линии под углом 45 градусов;
- 7) наклонные линии под любым углом;
- 8) экраны и дуги.

Под рекордом здесь понимается структура, в начале каждой записи (рекорда) которой стоит длина этой записи. Это позволяет делать быстрый поиск нужных элементов без просмотра всего информационного массива. Термин «микрорекорд по координате» или «микрорекорд по типу» определяет группы элементов одного вида (внутри рекорда по элементам), объединенных по одинаковой координате или одинаковому типу. Выделение элементов по координате делается в том случае, если можно выделить одну из координат. Например, для элементов, заданных одной парой координат (микросхемы, контактные площадки, символы, строки текста), выделена координата Y. Для горизонтальных линий выделена также координата Y, а для вертикальных линий координата X. Для всех остальных элементов нельзя выделить ни одну из координат, поэтому для сохранения внутренней структуры (внутри рекордов должны быть микрорекорды) элементы объединены по их типам.

Объединение элементов в группы позволило резко ускорить поиск, так как нет необходимости просматривать весь файл при поиске конкретного элемента или группы элементов.

В файлах-описаниях графических документов каждому элементу сопоставлено в соответствие число, называемое типом элемента. Для описания геометрии элементов по типу в системе имеются библиотечные файлы. В этих файлах для каждого типа элемента задано конкретное графическое изображение. Для каждого вида элементов имеется своя библиотека. Кроме этого, для рисования элементов на фотопостроителе имеются особые библиотеки.

Описания библиотек в системе задаются текстовыми файлами. Для перевода текста в библиотечные файлы имеется специальная программа, которая может выводить на экран ЦДР изображения элементов для проверки правильности описания.

Задание конфигурации символов осуществляется при помощи квадрата 15×15 дискретов, каждая клетка которого пронумерована от 000 до 224. Для задания стандартного набора использована только часть квадрата размером 15×11 клеток — чтобы отношение

ширины знаков к длине было порядка 7:10. Формат текстового описания:

символ NN1 NN2 NN3 NN4 Q NN5 NN6 E.

Здесь NNX —номера клеток квадрата, задающие конечные точки линии, Q—поднять перо, E—конец символа. например, описание буквы I будет выглядеть так:

I 004 008 Q 007 217 Q 215 219 E.

Формат текстового описания контактной площадки:

TMM RJJ XNN1 YNN2 XNN3 YNN4 Q XNN5 YNN6 E.

Здесь TMM определяет тип площадки, MM от 01 до 29, RJJ определяет число сдвигов влево (умножений на 2) для координат (необязательный параметр). Если R присутствует, все размеры площадки будут увеличены (сдвинуты влево на JJ разрядов). XNN1, YNNJ—координаты точек поворота линии, задающей контур площадки в дискретах 20 микрон, отсчет идет с 000, числа только положительные. Q—подними перо, E—конец описания КП. Максимальная разрешенная координата равна 250, линии только под углом, кратным 45 градусам. Пример описания КП—крест размером 3×3 мм:

T01 X082 Y000 X082 Y164 Q X000 Y082 X164 Y082 E.

Формат текстового описания микросхемы:

TMMM KT1 KT2 XNN1 YNN2 XNN3 YNN4 PK1 YJJ1 PK2 Y-JJ2 E.

Здесь TMMM определяет тип микросхемы, KT1 и KT2—типы контактных площадок, KT1—тип первой контактной площадки микросхемы, KT2 задает все остальные КП. XNN1, YNNJ—координаты контактных площадок микросхемы в дискретах 0.625 мм. За точку 0, 0 принят верхний левый угол, координата X растет вправо, координата Y—вниз. Отрицательные координаты запрещены. PKN YNNJ PKM Y-NNJ —расстановка выводов МС с фиксированным шагом. KN и KM—число повторов, NNJ и -NNJ —шаг в 0.625 мм. При задании шага отрицательные значения разрешены. При использовании расстановки выводов необходимо задать координаты первой КП, затем число повторов и шаг по X или по Y. Задавать шаг и по X и по Y нельзя. E—конец описания. Например, планарная микросхема с 16 выводами по 8 в ряду, шаг между выводами 1.25 мм, расстояние между рядами 16.25 мм закодирована следующим образом:

T012 K02 K04 X000 Y000 P07 Y002 X026 Y014 P07 Y-002 E

Формат текстового описания контактной площадки в библиотеке для фотопостроителя:

KNN XJJ1 YJJ2 MI LN WJJ3 LX X-JJ4 Y-JJ5 E.

kNN —описание площадки типа NN.

MI —поставить в текущую точку маску I. Маски имеют следующий смысл:

1—перо 0.30 мм,

2—перо 0.45 мм,

3—перо 1.45 мм,

4—перо 0.20 мм.

LN—провести линию маской N из текущей точки в следующую.

XJJN—задание координаты X.

YJJN—задание координаты Y. Координаты X и Y задаются только вместе. Если перед координатой не задана линия, то производится перемещение с выключенным пером. Координаты могут быть отрицательные.

WJJJ—рисование восьмиугольника с центром в текущей точке с размером по диаметру JJJ. Перед W надо задать маску для рисования восьмиугольника командой L. После рисования восьмиугольника текущие координаты неопределены, т. е. надо задать X и Y.

E—конец описания КП.

Все размеры заданы в микронах. Пример описания КП—четыре маски 3 по углам квадрата:

K01 X-900 Y-900 M3 X900 Y-900 M3 X900 Y900 M3 X-900 Y900 M3 E

Кроме библиотек простых графических элементов, в системе можно создавать макробиблиотеки. Каждый файл-описание может стать макробиблиотекой, если в нем содержатся некие общие графические описания. Например, в системе имеется макробиблиотека стандартных конструктивов и разъемов, для работы с принципиальными схемами создана макробиблиотека изображений для принципиальных схем. Для работы с монтажными схемами создана библиотека условных изображений элементов на этих схемах. Система построена таким образом, что практически любой графический документ может войти как составная часть в другой графический документ. Это позволяет создавать макробиблиотеки любого уровня сложности.

ОПИСАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ

Контактные площадки

В приведенной ниже таблице указаны контактные площадки, используемые в системе в настоящее время. Здесь D —диаметр сверла, которым сверлится отверстие в контактной площадке. Если D не указан, то контактная площадка без отверстия. При указании размеров несимметричных контактных площадок сначала записан размер по горизонтали, затем по вертикали.

Тип	Описание и размеры в миллиметрах	D
1	Квадрат 3×3 , внутри белый крест	—
2	Ламель 2.5×0.75 для 1 вывода МС	—
3	Ламель 0.75×2.5 для 1 вывода МС	—
4	Ламель 2.5×0.75 для микросхем	—
5	Ламель 0.75×2.5 для микросхем	—
6	Ламель 5.0×0.75	—
7	Ламель 0.75×5.0	—
8	Ламель 14×1.3 для разъема КАМАК	—
9	Ламель 1.3×14 для разъема КАМАК	—
10	Переходное отверстие	0.6
11	Восьмиугольник 1.2 мм	0.7
12	Восьмиугольник 1.4 мм	0.8
13	Восьмиугольник 1.7 мм	0.9
14	Восьмиугольник 2.0 мм	1.0
15	Восьмиугольник 2.4 мм	1.3
16	Восьмиугольник 3.0 мм	1.5
17	Восьмиугольник 3.5 мм	2.0
18	Восьмиугольник 5.0 мм	3.0
19	Реперный знак	1.0
20	Восьмиугольник 0.3 мм	—
21	Восьмиугольник 0.45 мм	—
22	Восьмиугольник 0.9 мм	—
23	Восьмиугольник 1.2 мм	—
24	Восьмиугольник 1.4 мм	—
25	Восьмиугольник 1.7 мм	—
26	Восьмиугольник 2.0 мм	—
27	Восьмиугольник 2.4 мм	—
28	Восьмиугольник 3.5 мм	—
29	Восьмиугольник 5.0 мм	—

Линии

В системе задействовано 10 типов размеров линий. Для печатных плат тип линии определяет ширину токоведущей дорожки.

Коды символов в системе представляют собой набор кодов ДКОИ. Символы можно рисовать в четырех ориентациях и в десяти размерах. Размеры указываются условным значением от 1 до 10. Фактическая высота символа в масштабе 1:1 равна ширине линии, тип которой численно равен размеру символа. Исключение составляет размер 10, который задает высоту символа 5 мм.

Библиотека микросхем в настоящий момент состоит из 50 посадочных мест. Для более подробного ознакомления с ней имеется специальное руководство. Микросхемы могут быть поставлены на поле в четырех ориентациях.

Для задания областей с экраном в системе имеется специальный элемент—экран. Это прямоугольные области размером не менее 1 мм. Эти элементы используются также для задания токоведущих дорожек нестандартной толщины. Возможно задание не сплошного экрана, а состоящего из сетки перпендикулярных линий. Это тоже прямоугольная область, но, кроме размера области, задается еще тип линий, из которых состоит экран и шаг их размещения.

Тип	Ширина линии (мм)
1	0.3
2	0.45
3	0.70
4	1.00
5	1.40
6	2.00
7	2.50
8	3.00
9	3.50
10	0.20

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлинер М.М., Кондауров М.Н., Кротов С.В., Серов А.Ф. Система автоматизированного проектирования РЭА «Графика-СМ». Тезисы докладов научно-технической конференции «Автоматизация конструкторского проектирования РЭА и ЭВА» Пенза, 1984.
2. Карлинер М.М., Кротов С.В., Серов А.Ф. Кодировщик графический КГ-3. —Тезисы докладов 6 Всесоюзной конференции «Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ» Новосибирск, 1984, с.44.
3. Кротов С.В. Графические кодировщики КГ-4 и КГ-5. Препринт ИЯФ 85-75. Новосибирск, 1985.
4. Талныкин Э.А. РЕД—графический редактор в системе проектирования печатных плат. —Автометрия, 1984 №5

М.Н. Кондауров, С.В. Кротов

**Формат представления графической
информации и организация библиотек
в автоматизированной системе
проектирования РЭА «ГРАФИКА-11»**

Ответственный за выпуск С.Г. Попов

Работа поступила 21 октября 1986 г.
Подписано к печати 12 ноября 1986 г. МН 11857
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,6 печ.л., 0,4 уч.-изд.л.
Тираж 160 экз. Бесплатно. Заказ № 164

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики
СО АН СССР.
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*