



Формирование управляющих программ  
для оборудования с ЧПУ при подготовке производства  
печатных плат




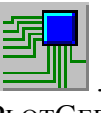
*Руководство пользователя*

Листов 25



2004

## Содержание

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ PLOTGERBER .....	3
2. ПОДГОТОВКА ПРОЕКТА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ В ФОРМАТЕ P-CAD PLT .....	4
2.1. Вывод P-CAD PLT из редактора PC-CARDS .....	4
2.2. Вывод P-CAD PLT из программы WinView .....	4
3. ЗАГРУЗКА И КОНТРОЛЬ ПРОЕКТА ПЛАТЫ В ПРОГРАММЕ PLOTGERBER .....	5
3.1. Вызов программы PlotGerber .....	5
3.2. Загрузка файла P-CAD PLT в PlotGerber .....	5
3.3. Средства просмотра файлов PLT .....	6
3.4. Ввод текста в проект. Аннотирование файлов P-CAD PLT .....	7
3.5. Ввод текста в новый проект P-CAD PLT .....	8
4. ВЫВОД ФАЙЛОВ GERBER ФОТОШАБЛОНОВ ПЛАТЫ  .....	9
4.1. Вывод файлов в формате Gerber RS-274X .....	9
4.2. Вывод файлов в формате Gerber RS-274D .....	11
4.3. Использование специальных апертур .....	12
5. ВЫВОД И ОПТИМИЗАЦИЯ ФАЙЛОВ В ФОРМАТЕ EXCELLON  .....	14
6. ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ГРАВИРОВКИ  .....	17
6.1. Вывод HPGL данных для гравировки .....	17
6.2. Ввод файлов AutoCAD DXF .....	18
6.3. Вывод файлов P-CAD 4.5 PCB .....	18
7. ВЫВОД ЧЕРТЕЖЕЙ СХЕМ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НА HPGL ПЛОТТЕРЫ  .....	19
8. РАСШИРЕНИЕ PLOTGERBER PCB  .....	21
9. ЗАВЕРШЕНИЕ СЕАНСА РАБОТЫ С PLOTGERBER .....	25
ССЫЛКИ НА ЛИТЕРАТУРУ .....	25

## 1. Назначение программы PlotGerber

Программа PlotGerber служит для оперативного графического визуального контроля и аннотирования проектов схем и печатных плат (ПП) в формате P-CAD PLT и подготовки управляющих программ для растровых фотоплоттеров в формате Gerber RS-274X со встроенной таблицей апертур. Список апертур необходимых размеров составляется программой автоматически.

PlotGerber может переключаться в режим базового Gerber RS-274D, когда список необходимых апертур формируется в виде внешнего файла в формате одной из САМ-систем (систем автоматизации производства ПП на оборудовании с ЧПУ).

Данные в Gerber-формате преобразуются в растровый формат фотоплоттера (BMP, TIFF, PCX, Postscript) программными средствами САМ-системы.

Расширенная версия PlotGerber E, H выполняет также подготовку управляющих файлов в форматах Excellon - для сверления отверстий на станке с ЧПУ и HPGL – для выполнения чертежей, сопутствующих разработке электронного устройства (электрических схем, топологических и сборочных чертежей) на перьевых, струйных или лазерных плоттерах Hewlett-Packards или других с системой команд HPGL.

Другие расширения программы F, G, P обеспечивают обработку специальных флэш-апертур топологии контактных площадок, введенных в проект по команде P-CAD DRAW/FLSH, вывод HPGL-файлов и ввод AutoCAD DXF для гравировки, а также получение всесторонних отчетов о PCB-проектах.

Программа обрабатывает файлы PLT с выхода разных версий P-CAD от 4.5 до 8.7. Расширение PlotGerber P предполагает ввод в PLT и просмотр топологии проектов P-CAD 4.5 PCB.

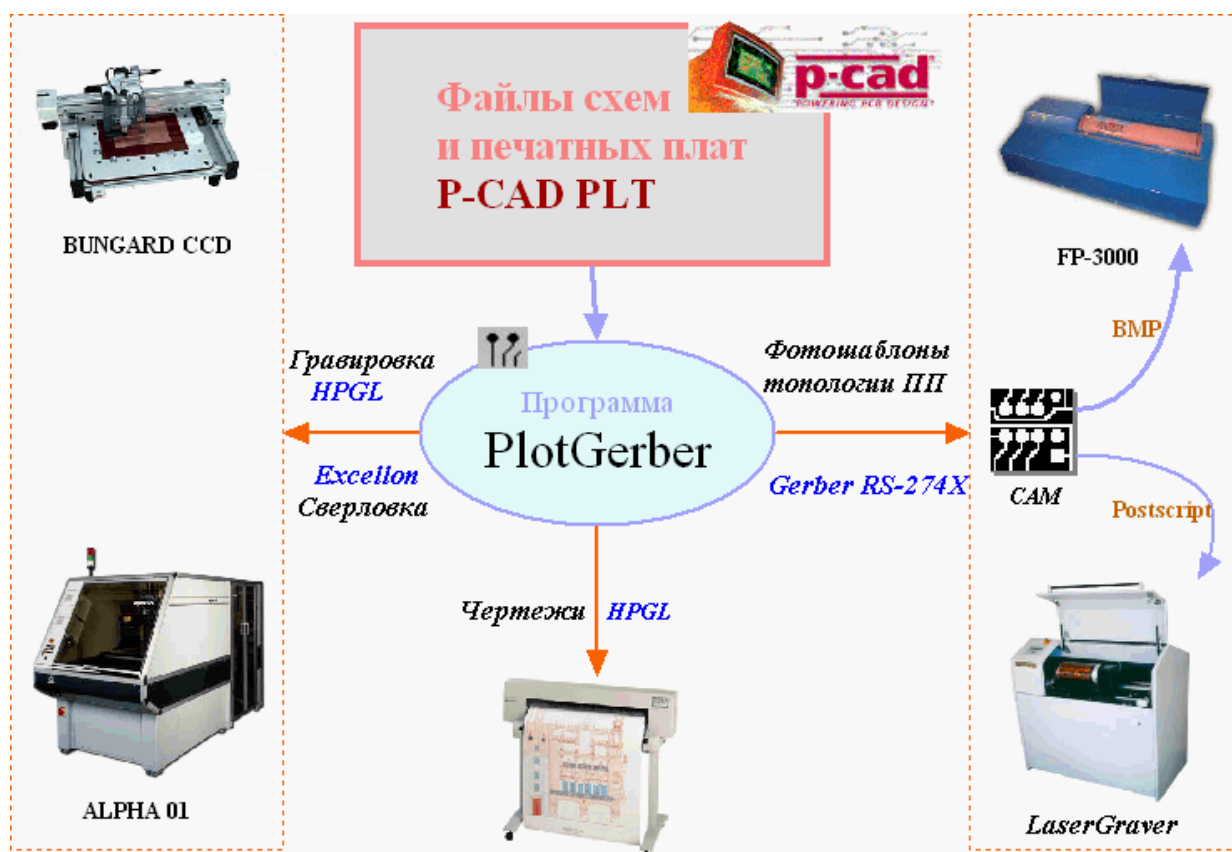


рис.1 Схема передачи информации программой PlotGerber

## 2. Подготовка проекта печатной платы в формате P-CAD PLT

Описание проводящего рисунка спроектированной печатной платы выводится в виде файла в формате PLT для подготовки производства платы (формирования управляющих файлов для печати фотошаблона и сверления отверстий ПП) и выполнения на нее конструкторской документации (КД).

### 2.1. Вывод P-CAD PLT из редактора PC-CARDS


В редакторе PCCARDS пользователь после ввода команды SYS/PLOT должен указать мышкой зону вывода проекта путем обозначения двух ее противоположных углов “резиновым” прямоугольником. Первый щелчок мышкой выполняется в точке левого нижнего угла, а второй – в точке правого верхнего угла зоны вывода.

Предварительно пользователь в таблице слоев (команда VLYR) должен включить все необходимые для производства или вывода КД информационные слои проекта ПП. Так для подготовки печати фотошаблона платы включаются слои проводников COMP, SOLDER и контактных площадок – PADCOM, PADSLD. Планарные контактные площадки задаются в виде заполненных прямоугольников (FREC), как правило, на слоях PINTOP, PINBOT. При эксплуатации версии программы с обработкой флэш-апертур могут быть включены слои с префиксом FL. Для выполнения механической обработки платы включаются слои внешнего контура, внутренних вырезов, крепежных, монтажных и переходных отверстий (например, EXTERN, INTERN, FLDRLL, DRILL).

Конкретно в каждом проекте размещение примитивов, описывающих форму и размеры элементов топологии печатной платы, зависит от подключенных к разным типам выводов по команде SCMD/GSSF стеков контактных площадок (файлов \*.PS). Размеры металлизированных отверстий часто задаются на слое FLDRLL, на слое DRILL задаются условные обозначения отверстий для чертежа сверловки, на слоях SLKSRC или SCKTOP, SLKBOT вводится информация о шелкографии компонентов для сборочного чертежа платы.

Для вывода в файл P-CAD PLT пользователь переводит в состояние ON или ABL все необходимые для подготовки производства ПП проектные слои. Остальные слои отключаются (состояние OFF).


### 2.2. Вывод P-CAD PLT из программы WinView

На компьютерах с системой Windows файл в формате P-CAD 4.5 PLT может быть сформирован в программе WinView – автономном от P-CAD 4.5 графическом обозревателе файлов SCH и PCB - по команде “Файл/Экспорт P-CAD 4.5 PLT”. Файл PLT является входным для программы PlotGerber. При этом в файл PLT записывается текущий вид проекта на экране. Настройка слоев здесь выполняется при нажатии соответствующей кнопки  или по команде из меню “Слой”. Состояние слоя (ON/ABL/OFF) переключается щелчком левой кнопки мышки при указании на его строку курсором. Рисунок платы (схемы) на экране изменяется соответственно включенным слоям проекта.

Расширенная версия программы WinView располагает возможностью импорта сложного контура в формате DXF из чертежной системы AutoCAD, где имеются более развитые возможности графических построений. WinView позволяет также экспортировать указанные слои данных из файлов P-CAD SCH/PCB в формате DXF или DXB для подготовки КД в системах AutoCAD и КОМПАС-График: сборочных и топологических чертежей, чертежей сверловки и др. Программа комплектуется также выходом на системы SPECCTRA (формат DSN) и SolidWorks (формат IDF).

### 3. Загрузка и контроль проекта платы в программе PlotGerber

#### 3.1. Вызов программы PlotGerber

Иконка программы PlotGerber на рабочем столе пользователя в Windows имеет такой вид . Пуск программы выполняется стандартным для Windows способом – путем нажатия на иконку (пиктограмму) программы.

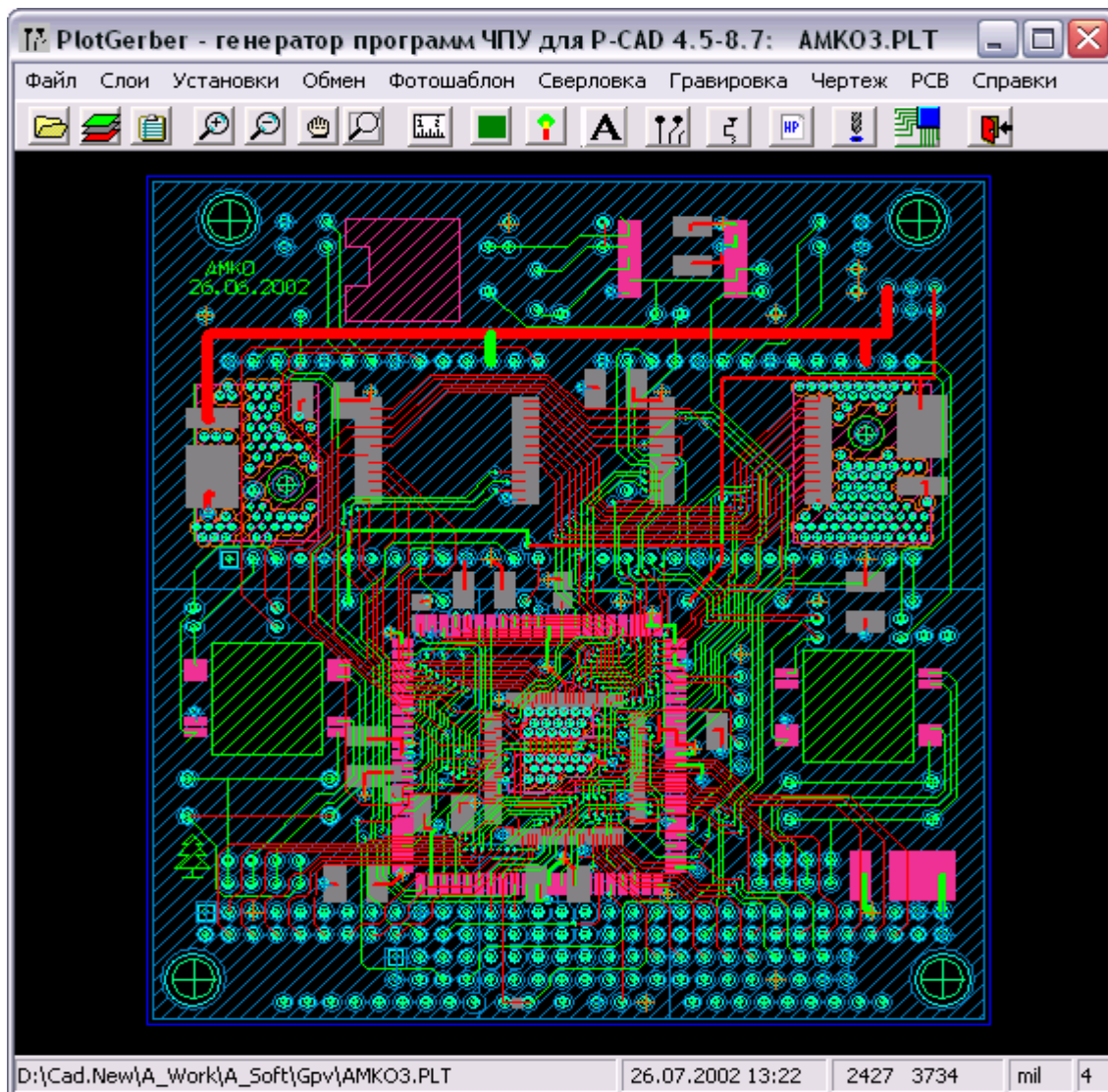


рис.2 Главное диалоговое окно PlotGerber

#### 3.2. Загрузка файла P-CAD PLT в PlotGerber

Загрузка файла проекта платы в формате PLT в PlotGerber выполняется одним из следующих способов:

выбрать из меню команду “Файл/Открыть” или нажать на кнопку ;

перенести мышкой файл PLT проекта платы в открытое окно программы;

перенести мышкой файл PLT на иконку программы;





выбрать маршрут к файлу из предыстории работы с PlotGerber, если пуск программы выполняется не в первый раз;

пуск можно выполнить по типу работы в DOS – набрать имя программы и имя файла PLT через пробел в режиме “Выполнить”.

### 3.3. Средства просмотра файлов PLT





Программа PlotGerber имеет окно графического вывода файлов PLT, меню и панель с управляющими кнопками. Снизу экрана расположена строка состояния, в которую выводится маршрут к файлу PLT, текущие координаты курсора, текущая система измерения координат (английская в миллидюймах - mil или метрическая в сотых миллиметра - mm) и признак типа файла (4 – P-CAD 4.5 PLT, 8 – P-CAD 8.x PLT). Вырезание и увеличение до размеров зоны вывода на экране ПК фрагмента рисунка печатной платы выполняется левой кнопкой мышки. Кнопку нужно нажать в левом нижнем углу и, удерживая ее в этом положении, переместить курсор в противоположный угол прямоугольного фрагмента.

Следующие четыре кнопки служат для управления текущим окном проекта PLT:

-  - кнопка увеличения (приближения) изображения на экране;
-  - кнопка уменьшения (удаления) изображения на экране;
-  - кнопка возврата к полному изображению;
-  - кнопка перемещения изображения в окне экрана.

Для выхода из режима перемещения картинки в окне нужно нажать правую кнопку мышки. Следует заметить, что так как перемещение связано с многократным чтением файла PLT с диска компьютера, то при этом может наблюдаться отставание картинки от курсора, особенно на слабых процессорах.

На основной панели программы PlotGerber расположены еще четыре сервисные кнопки.

-  - таблица слоев загруженного проекта;
-  - кнопка копирования изображения с экрана в буфер обмена Windows;
-  - кнопка отключения/включения заливки контуров проводников и КП;
-  - кнопка включения/отключения режима прозрачности при наложениях элементов проводящего рисунка печатной платы.

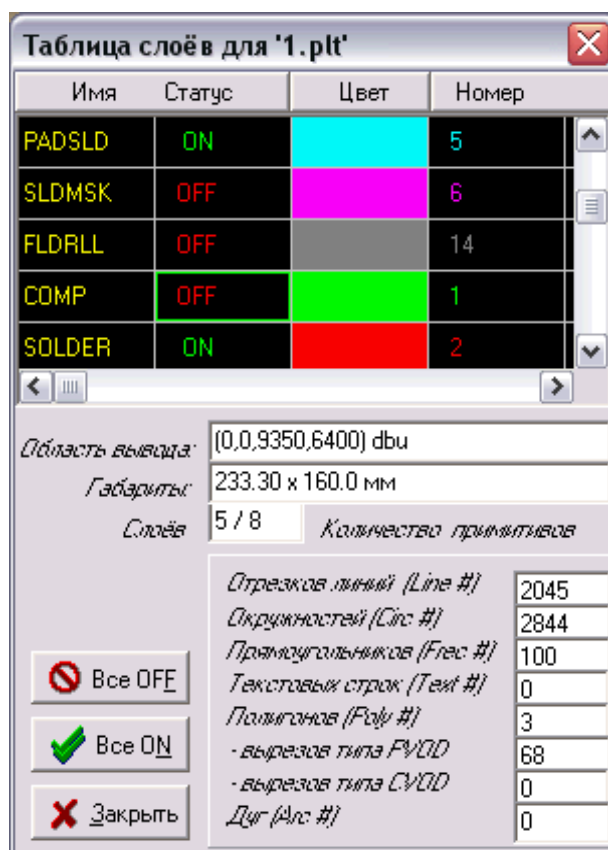
Картинка с экрана может быть передана в буфер обмена для загрузки в MS Word в виде позитива (рисунок черным по белому). Кнопка управления заливкой позволяет вывести контуры элементов рисунка, оценить их взаимное расположение и проследить ход инструмента (луча, сверла) при выполнении проводников и контактных площадок. Включение режима прозрачности позволяет избежать того, чтобы один цвет подавлял другой при взаимных наложениях элементов рисунка печатной платы. Результирующий цвет будет комбинацией обоих цветов, если включен режим прозрачности.

Приведенное справа меню “Установки” позволяет выбрать вид имен и расширения выходных файлов (по умолчанию - GBR, DRL), установить стандартные (по умолчанию) настройки Gerber-вывода, указать на необходимость выдачи контрольных файлов (чек-файлов) операций фотопечати и сверления и выполнения оценки площади металлизации платы.

Выбор расширений имен выходных файлов	
Установка стандартных настроек Gerber-вывода	
Длинные имена GBR, DRL файлов	Ctrl+N
Отрисовка номеров флэш-апертур	Ctrl+F
✓ Выдача чек-файла операции фотопечати	Ctrl+V
Выдача чек-файла операции сверления	Ctrl+D
✓ Оценка площади металлизации	Ctrl+S

Таблица слоев выводится по команде “Слой”. Информация, передаваемая в таблице, приведена на рисунке справа. Здесь выводятся размеры зоны вывода, общее и текущее количество активных слоев, статистика по примитивам проекта на включенных слоях. Переключение состояния слоя (OFF – отключен, ON – включен) выполняется перемещением курсора мышки в соответствующую строку таблицы и щелчком левой кнопки в поле статуса слоя (по щелчку правой кнопки – выход из таблицы в главное окно).

Кнопки “Все OFF” и “Все ON” отключают или включают все слои проекта. Сразу после смены состояния слоя наблюдается изменение картинки проекта на экране, касающееся всех слоев данного цвета. При этом обновляется статистика различных примитивов в незакрытых слоях проекта. Для выхода из окна “Таблица слоев” нажмите кнопку “Закрыть” или правую кнопку мышки.

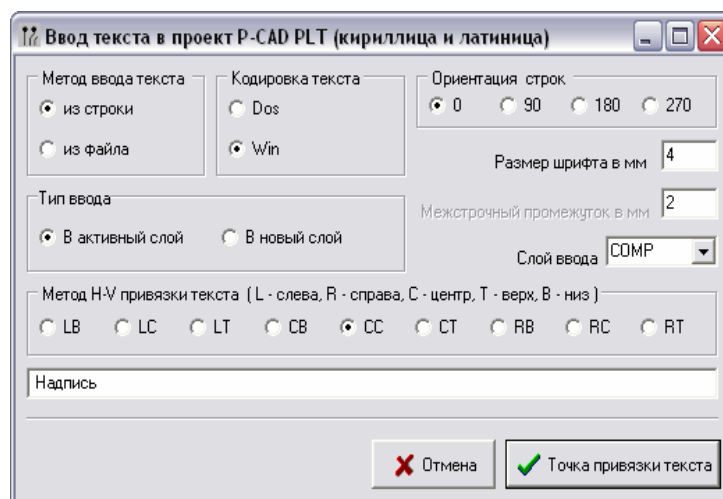


### 3.4. Ввод текста в проект. Аннотирование файлов P-CAD PLT

Ввод текста в предварительно открытый проект схемы или печатной платы в формате P-CAD PLT из отдельной строки в кодировке Win или из файла (в кодировке Win или Dos) выполняется с помощью кнопки или по команде из меню “Файл / Ввод в проект текстовых надписей (rus/eng)”.

Далее программой выводится окно для задания параметров строки (строк) текста. Помимо метода ввода и кодировки это: ориентация текста в градусах, высота символов в мм, межстрочный промежуток в мм при вводе из файла, метод горизонтально-вертикальной (H-V) привязки текста и слой ввода.

Для вводимого текста может быть выбран один из активных слоев открытого проекта, либо новый слой. Новый слой имеет фиксированное имя REDLIN, номер 99 и белый цвет с номером 16. Текст, введенный таким специальным для P-CAD цветом, может использоваться при проведении аннотирования проекта в системах информационной поддержки изделия PDM/PLM. Ввод текста-аннотации возможен по команде “Файл / PDM-аннотирование проекта в слое REDLIN” (рис. 3).



Горизонтально-вертикальная (H-V) привязка текста включает выбор из 9 альтернатив позиционирования текстовых строк: LB, LC, LT, CB, CC, CT, RB, RC, RT. Аналогичным образом привязка текста выполняется в редакторе P-CAD.

В заключении нажимается кнопка “Точка привязки текста” и, после выбора файла с исходным текстом при вводе из файла, мышкой указывается точка привязки в поле проекта. Текст отображается на экране ПК. Для записи его в проект необходимо ввести имя файла, отличное от имени исходного файла P-CAD PLT. Программа добавляет текст и открывает новый файл P-CAD PLT.

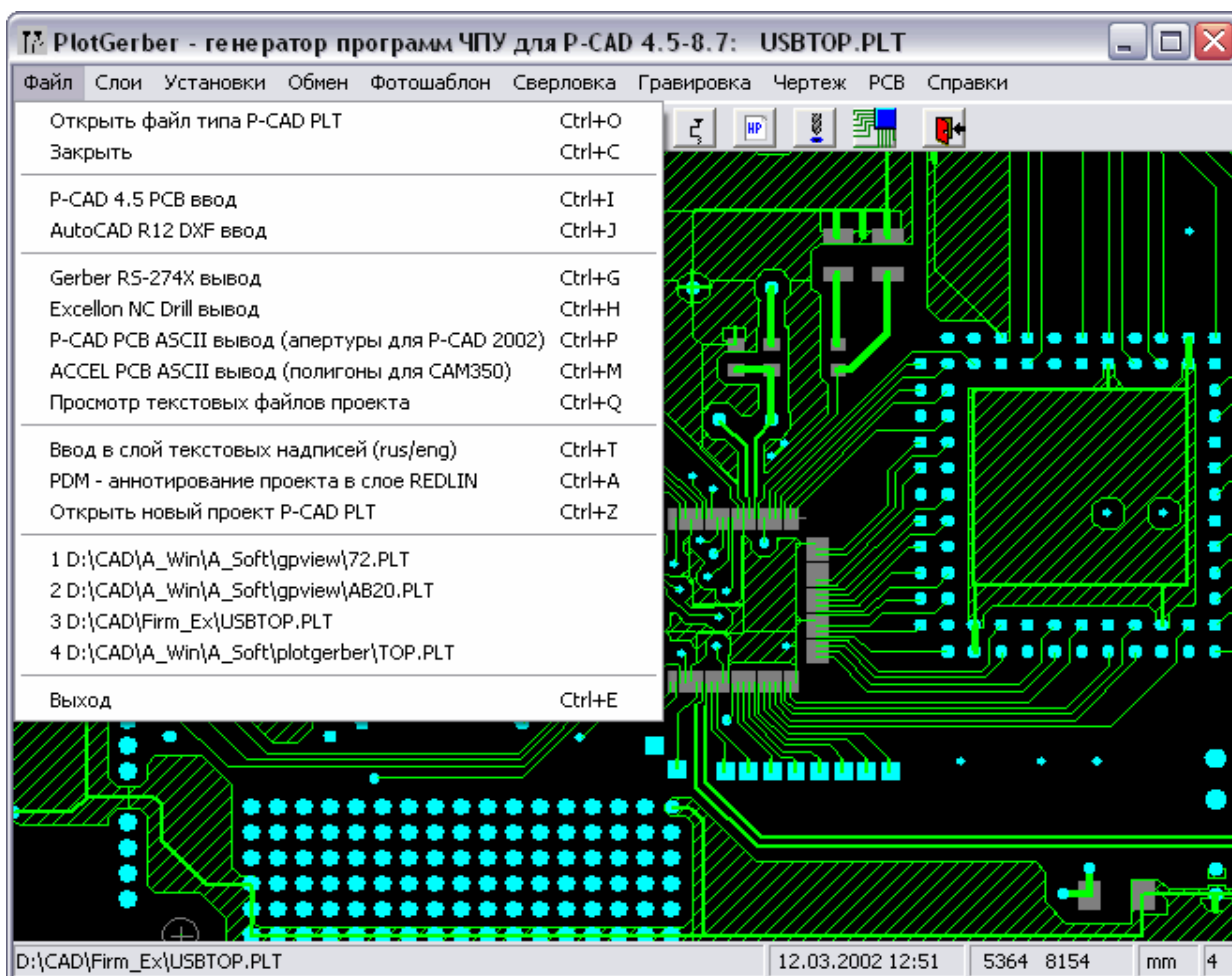
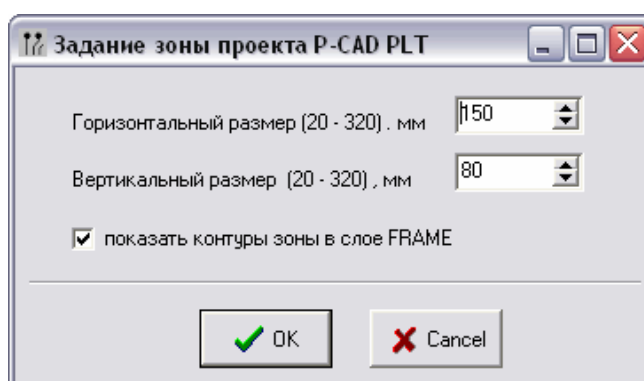


рис.3 Меню “Файл” управления вводом/выводом в PlotGerber

### 3.5. Ввод текста в новый проект P-CAD PLT


Новый метрический проект P-CAD PLT открывается из меню “Файл” (рис. 3) или “Гравировка”.

При этом с помощью приведенного справа окна опрашиваются габариты проекта в миллиметрах, которые могут быть отображены прямоугольником в слое FRAME. Для последующего ввода текста предназначается слой TEXTIN (см. 3.4).





## 4. Вывод файлов Gerber фотошаблонов платы

Управляющая программа в формате Gerber для печати при помощи фотоплоттера фотошаблона рисунка печатной платы, предварительно загруженного в программу из файла P-CAD PLT, может быть получена по команде “Фотошаблон” из меню программы либо при нажатии на кнопку . После этого на экране появляется окно для настройки вывода файлов Gerber.

### 4.1. Вывод файлов в формате Gerber RS-274X

По умолчанию программа PlotGerber настроена на вывод файлов для фотоплоттеров в формате расширенного Gerber RS-274X со встроенными описаниями апертур. Программа уже проанализировала топологию рисунка печатной платы и сформировала перечень необходимых апертур для ее исполнения, который распечатывается в окне справа. Апертуры, как правило, выводятся в порядке возрастания номера цвета исходных данных.

**Настройка вывода файлов Gerber**

Выбор формата Gerber RS-274

Gerber-D       Gerber-X

Вывод в один файл

Псевдодюймы

dbu = mils (0.0254mm)

Вывод таблиц апертур

Встроенные апертуры

#	Форма	Размеры	Тип	Цвет
D54	Rect	00085:00160	Flash	Color #14
D55	Rect	00160:00085	Flash	Color #14
D56	Square	00040	Flash	Color #14
D57	Round	00008	Line	Color #15
D58	Round	00018	Flash	Color #15
D59	Round	00022	Flash	Color #15
D60	Round	00090	Flash	Color #15
D61	Round	00042	Flash	Color #15
D62	Round	00006	Flash	Color #15
D63	Round	00012	Flash	Color #15

Тип вывода в Gerber

Без полигонов       Только полигоны       Полный Gerber

Заполнение полигонов G36       Диаметр апертуры линий 0 ширины (dbu)

Обводка контуров полигонов       Ширина апертуры текстовых надписей (dbu)

G75 печать, если радиус окружности не менее  dbu. Иначе засветка XYD3.

Круглая апертура для линий шириной менее  dbu. Иначе квадратная.

Обработка Flash - номеров       Чек-файл       Длинные имена GBR, DRL файлов

Автоапертуры      Слои       Закрыть       Вывод

рис.4 Окно настройки Gerber-вывода (расширенный Gerber RS-274X)

В данной таблице, кроме цвета, указывается номер (D-код), форма, тип и размеры апертур. Вывод примитивов проекта в Gerber-файл (файлы) происходит по возрастанию цвета (1,2,...,15) слоев. Если плата содержит области металлизации в виде полигонов, то первоначально обрабатываются слои, содержащие полигоны. Можно произвести вывод в Gerber без полигонов, только полигонов или получить полный Gerber. Для учета значения апертуры для полигонов с ненулевой апертурой (большей 1 mil или 0.01 мм) должен быть включен переключатель “Обводка контуров полигонов”, когда выполняется дополнительный проход апертурой полигона по его контуру и контурам вырезов. Иначе размер апертуры не учитывается. При передаче Gerber в САМ-систему файлы с полигонами рекомендуется загружать первыми.

При настройке вывода файлов Gerber выводимая информация может быть разбита на несколько файлов по количеству цветов данных или собрана в единый файл. Разбивка на несколько файлов необходима, чтобы разделить информацию фотошаблонов разных сторон и разных операций, и чтобы удалить из вывода лишние данные. К тому же при загрузке нескольких файлов в САМ-систему получаем цветное слоеное изображение, с которым легче работать.

Ниже сгенерированного PlotGerber перечня апертур располагается ряд настроек, значения которых по умолчанию можно изменить. Здесь меняются диаметр апертуры линий нулевой ширины (0.1 мм) и ширина апертуры для текстовых маркировочных надписей (0.2мм). Также переключаются и задаются пороговые значения (по умолчанию – 1.5 мм) по превышению которых круглая засветка меняется на впечатывание окружности необходимого диаметра и толщины (G75-печать) и отрисовка широких проводников выполняется не круглой, а квадратной апертурой без скруглений на концах. Следует помнить, что квадратные апертуры шире круглых на диагональных отрезках проводящего рисунка. Заданные значения настроек при выходе из программы сохраняются, но из меню “Установки” можно вернуться и к стандартным (по умолчанию) настройкам Gerber-вывода.

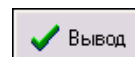
Здесь же располагаются переключатели: “Заполнение полигонов”, координаты которых заданы между скобками G36-G37, “Обводка контуров полигонов” - для учета апертуры полигона, “Чек-файл” - для включения вывода контрольного файла операции Gerber-вывода и переключатель длины имен выходных файлов.



*PlotGerber не выполняет векторную штриховку полигонов с внутренними пустотами, а лишь их обводку заданной апертурой и сплошную растровую заливку для Gerber X. Полигоны, перекрывающие окна других полигонов или вложенные в них, рекомендуется окрашивать другим цветом для последующего построения нужного композита.*

*При работе с разными типами полигонов полезной может быть функция “ACCEL PCB экспорт (полигоны для САМ350)” из меню “Файл”, позволяющая выполнить вывод полигонов ПП в текстовом формате P-CAD 2000 PCB. Так как сдвиг отрицательных координат в положительный квадрант не производится, полученный файл PCB может комбинироваться с Gerber-файлами проводников и КП. Соседняя функция “P-CAD ASCII экспорт (апертуры для P-CAD 2002)” меню “Файл” позволяет сформировать базовый PCB-файл для P-CAD200x, который содержит только описания апертур текущего проекта. Передав его в P-CAD 200x, можно импортировать туда файлы \*.GBR, полученные из PlotGerber.*



После необходимой корректировки параметров нажимается кнопка  и Gerber-файл(ы) записывается на диск ПК. Выходные файлы Gerber имеют по умолчанию тип **GBR**. Имена файлов формируются с учетом номера цвета (короткие имена) и имени слоя данных (длинные имена). Вывод в Gerber выполняется поцветно и

поапертурно. По умолчанию формируются несколько файлов GBR, соответственно расцветке их данных. В дюймовых проектах (dbu=mils) вывод осуществляется с точностью миллидюймов (2/3). Точность метрических проектов – сотые миллиметра (3/2). При наличии областей металлизации платы в виде полигонов сначала выводятся данные о полигонах и вырезах в них, затем проводники, и круглые и прямоугольные площадки.

#### 4.2. Вывод файлов в формате Gerber RS-274D

Установка верхнего переключателя ниже приведенной формы в состояние Gerber-D позволяет указать формат вывода описания апертур во внешние файлы: Camtastic, Cam350, CamMaster и GerbTool. Файлы апертур, как и файлы GBR, имеют имя входного PLT-проекта. Значения других переключателей устанавливаются аналогично, как для Gerber-X. Полигоны выводятся в файл GBR контурно, без функций заливки G36/G37. После настройки регулируемых параметров апертур или корректировки таблицы активных слоев рекомендуется нажать на кнопку “Автоапертуры” для пересчета D-кодов.

Под псевдодюймом в PlotGerber понимается 25мм-“дюйм”. Полученные с выхода программы PlotGerber файлы Gerber могут быть загружены в одну из САМ-систем или обработаны адаптером PlotViewG для контроля на просвет и анализа.

Настройка вывода файлов Gerber

Выбор формата Gerber RS-274

Gerber-D  Gerber-X

Вывод в один файл  
 Псевдодюймы  
 dbu = mils (0.0254mm)

Вывод таблиц апертур

CAMtastic!  
 CAM350 (ecam) TOP.gap  
 CAMMaster  
 GerbTool

#	Форма	Размеры	Тип	Цвет
D20	Round	00008	Line	Color #1
D22	Round	00050	Line	Color #1
D24	Round	00048	Line	Color #1
D25	Round	00030	Line	Color #1
D28	Round	00040	Line	Color #1
D29	Square	00150	Flash	Color #4
D30	Rect	00178:00066	Flash	Color #4
D31	Rect	00066:00178	Flash	Color #4
D32	Square	00100	Flash	Color #4
D33	Rect	00050:00160	Flash	Color #4
D34	Rect	00160:00050	Flash	Color #4

Тип вывода в Gerber

Без полигонов  Только полигоны  Полный Gerber

Заполнение полигонов G36  Диаметр апертуры линий 0 ширины (dbu)  
 Обводка контуров полигонов  Ширина апертуры текстовых надписей (dbu)  
 G75 печать, если радиус окружности не менее  dbu. Иначе засветка XYD3.  
 Круглая апертура для линий шириной менее  dbu. Иначе квадратная.  
 Обработка Flash - номеров  Чек-файл  Длинные имена GBR, DRL файлов

Спецапертуры Автоапертуры Слой  Вывод

рис.5 Окно настройки Gerber-вывода (базовый Gerber RS-274D)

### 4.3. Использование специальных апертур

Включение режима “**Обработка Flash-номеров**” (по умолчанию - отключен) позволяет пользователю к набору апертур, автоматически генерируемому программой PlotGerber по топологии печатной платы (ширине проводников, линий и текста, по геометрии контактных площадок и экранов), добавить специальные апертуры. Спецапертуры получают номера равные номерам флэш-апертур (апертур засветки), введенным в редакторе PCB по команде DRAW/FLSH. Условные обозначения флэш-апертур в виде круга и их номера рисуются на экране белым цветом (отрисовка отключается из меню “**Файл**”). Если проект не содержит флэш-апертур, то на экран выводится предупреждение.

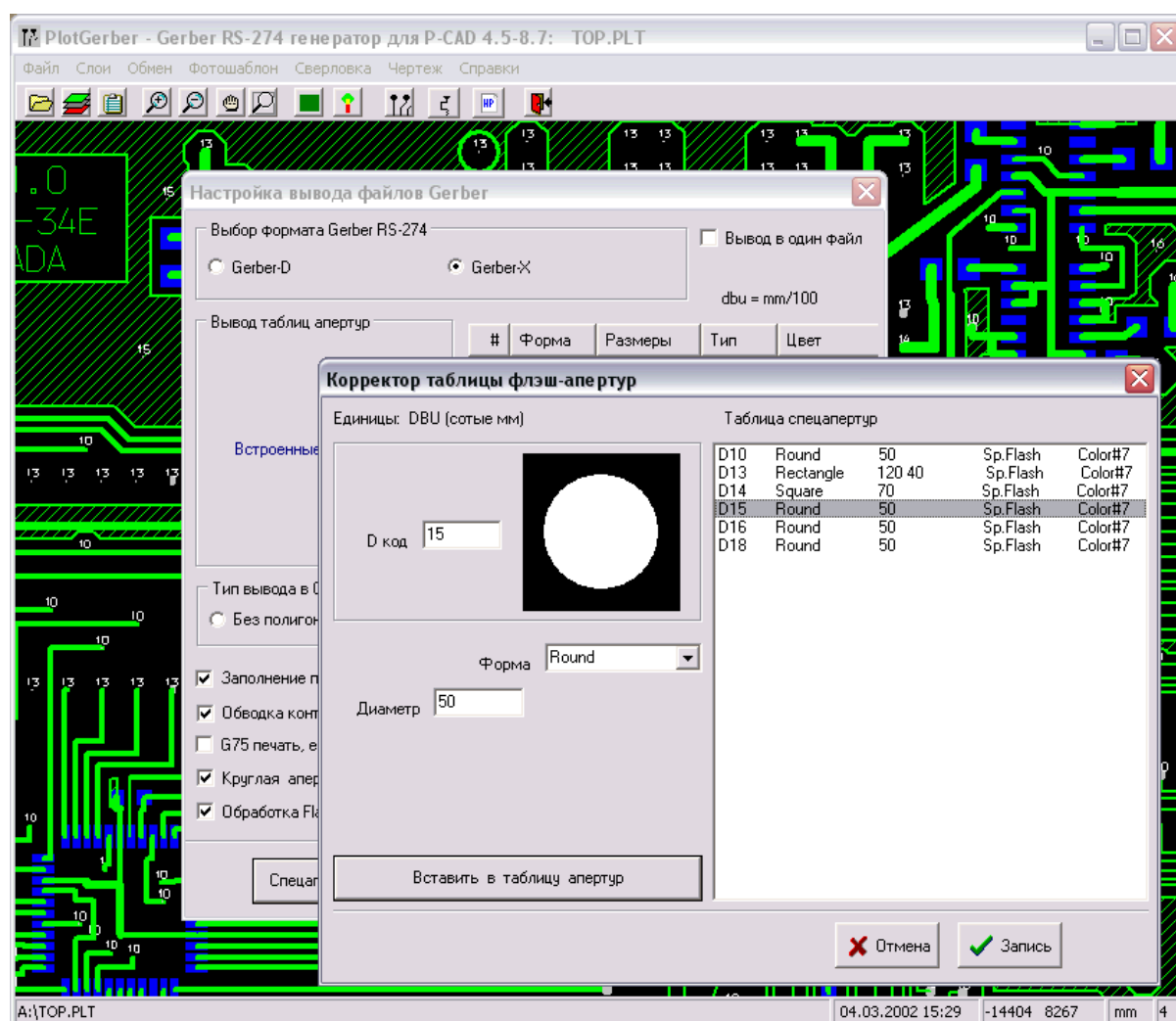


рис.6 Корректировка параметров флэш-апертур

Флэши заносятся в стеки контактных площадок, подключаемые к разным типам контактов печатной платы через SSF-файлы. Флэш-информацию рекомендуется указывать в слоях с четными номерами, имеющими в имени префикс FL (FLCOMP, FLSOLD и т.д.). Рекомендуется применять флэш-номера большие девяти, иначе к номеру D-кода добавляется число 500. При отработке слоя, содержащего флэши, PlotGerber обеспечивает засветки по заданным координатам апертурами заданных номеров. Автоапертуры, генерируемые программой по топологии проекта, получают

номера, следующие за максимальным номером спецпертур. Перечень спецпертур выводится на экран с признаком (типом) **Sp.Flash**.

В данной реализации PlotGerber спецпертуры первоначально имеют фиксированное описание в виде круга диаметром 0.5 мм и подлежат дальнейшей коррекции. Эта операция выполняется редактированием определенного абзаца полученного Gerber файла, который предваряется комментарием "G04 Flash-apertures for updating the form and the sizes: \*".

Кроме того, пользователь при включенной Flash-обработке нажатием на кнопку **“Спецпертуры”** имеет возможность вызвать встроенный в PlotGerber корректор флэш-апертур, позволяющий задать размеры апертур круглой, квадратной и прямоугольной формы (рис.6). Занесение обновленной апертуры в таблицу справа происходит при нажатии мышкой на кнопку **“Вставить в таблицу апертур”** (можно также нажать на клавишу **Enter**). Окончательная запись информации об апертурах выполняется после нажатия на кнопку **“Запись”**. После выхода из корректора апертур картинка на экране обновляется с учетом новых параметров спецпертур. По кнопке **“Вывод”** синтезированные данные для фотоплоттера в формате Gerber X или D транслируются в файлы GBR.

Также есть возможность применения редактора описаний апертур в САМ-системе после загрузки в нее полученных Gerber-файлов. При этом могут быть введены описания сложных апертур типа теплового барьера (Thermal), кольца (Donut), реперного знака (Target) и др.



## 5. Вывод и оптимизация файлов в формате Excellon

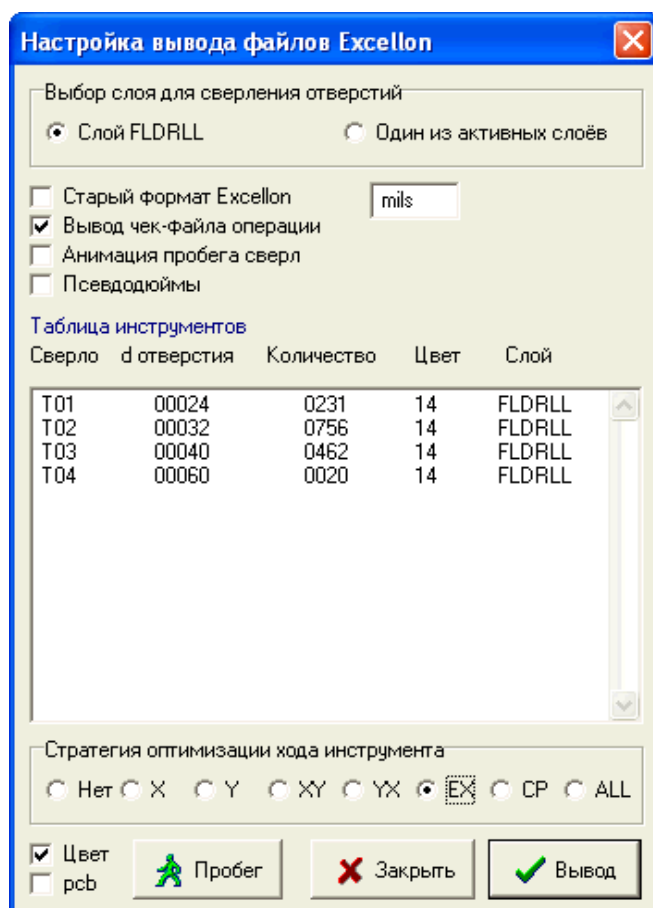



рис.7 Окно настройки Excellon-вывода

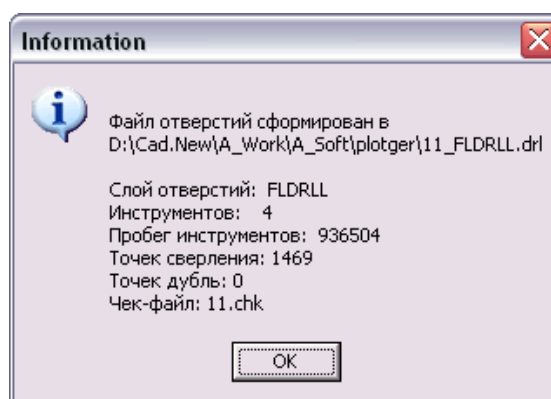
сокращающий общее время сверления ПП. Для каждого инструмента выводятся координаты точек сверления. Реализованы несколько стратегий оптимизации холостого хода сверл (маршрутов сверления). Могут быть заданы следующие стратегии сверления: “Нет” (как есть), по X, по Y, по X и Y, по Y и X, EX, CP, ALL. Хорошие результаты дает сортировка по двум координатам типа XY или YX, когда инструмент проходит линейки отверстий слева направо или снизу вверх зигзагом (вложенная сортировка по второй координате меняет направление для новой линейки отверстий). Комплексная стратегия сортировки типа “ALL” позволяет выбрать для каждого сверла лучший алгоритм обхода отверстий, пробуя варианты “Нет”, “XY” и “YX” и улучшая процент экономии общего пробега.

Часто лучшей стратегией обхода является поиск наименее удаленной (экстремальной) точки сверления на каждом шаге пробега – стратегия EX. Стратегия CP (Convex Polygon) формирует маршрут сверления путем построения и модификации выпуклой оболочки на множестве отверстий каждого размера.

Управляющая программа в формате Excellon для сверления отверстий печатной платы на станке с ЧПУ может быть получена по команде “Сверловка” из меню программы PlotGerber либо при нажатии на кнопку . При этом на экране появляется окно для настройки вывода файлов Excellon.

Читая информацию о размерах сквозных отверстий с заданного пользователем слоя исходного файла P-CAD PLT (со слоя “FLDRLL” или другого из списка активных слоев текущего проекта), программа PlotGerber формирует список сверл по возрастанию их диаметров и подсчитывает количество отверстий каждого вида. Фактические размеры отверстий для сверления задаются параметрами CIRC-примитивов входного PLT-файла.

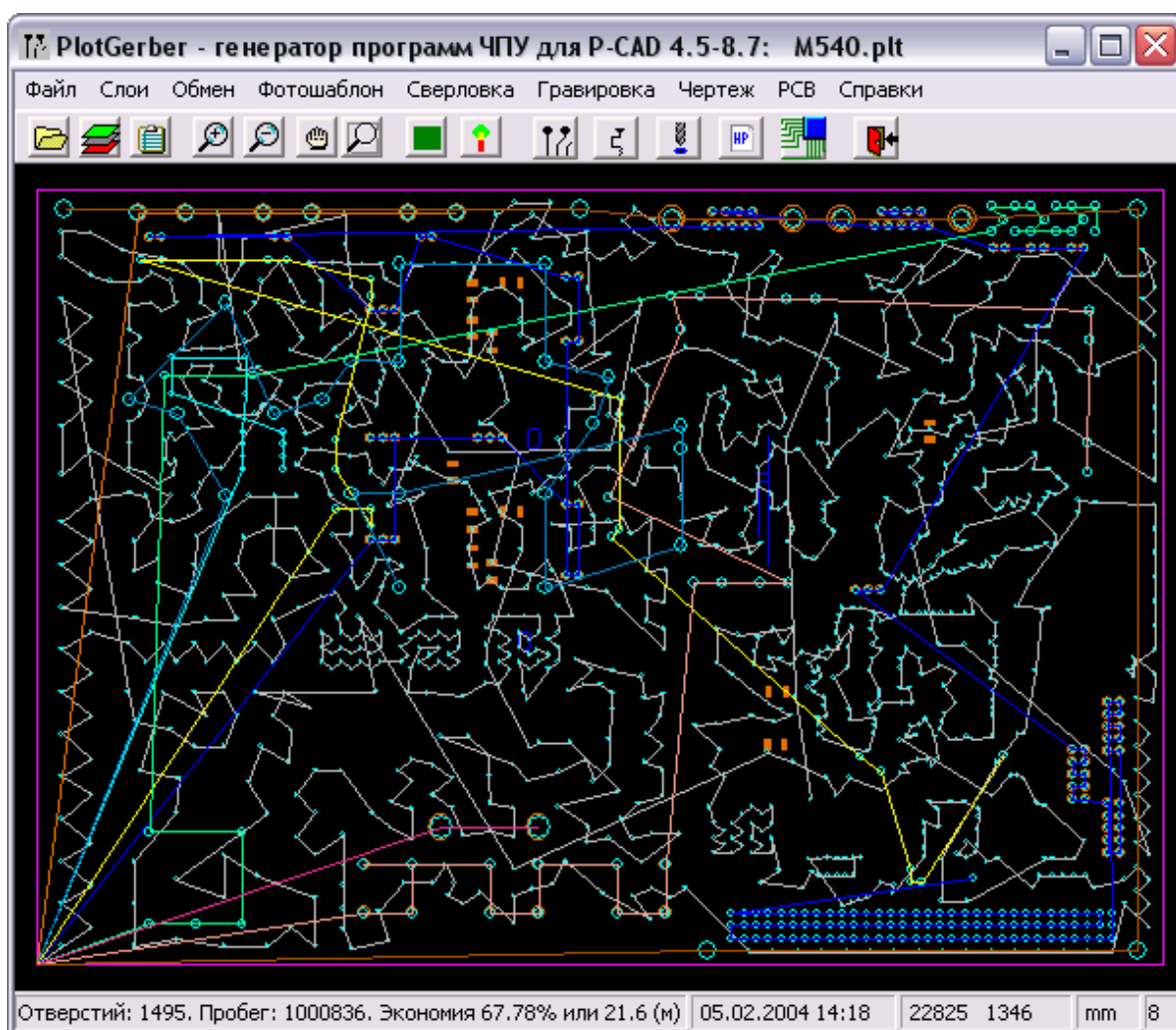
Программа PlotGerber позволяет включить встроенный оптимизатор холостого хода сверл,



Маршруты движения сверл можно отобразить на экране ПК (кнопка **Пробег**). Подсчитывается общий пробег сверл и степень его сокращения (в процентах и в метрах) относительно варианта без оптимизации. Если включена “Анимация пробега”, то программа с задержкой демонстрирует прокладку маршрутов инструментов.

Траектория движения каждого сверла может быть показана в цвете. Цветная карта сверления платы может быть получена в файле P-CAD PCB на слоях HOLS (отверстия) и TOOL1, TOOL2,... (траектории движения инструментов) и загружена в P-CAD или в программу WinView для анализа.

Применяя выбранную стратегию обхода отверстий, программа PlotGerber на выходе формирует файл DRL в формате Excellon для управления сверлильным станком с ЧПУ. Файл отверстий DRL имеет имя файла PLT или, если включен переключатель “Длинные имена GBR, DRL файлов”, то к имени файла добавляется имя слоя (слоев) отверстий заданного цвета. При активном переключателе “Вывод чек-файла” попутно формируется контрольный файл СНК-типа.



**рис.8** Оптимизация пробега инструментов при сверлении ПП

В режиме оценки пробега инструментов программа всегда выводит чек-файл типа .СНК, где приводится список инструментов (номера и диаметры), дается пробег каждого сверла и процент экономии пробега при оптимизации, количество отверстий каждого диаметра. В файл .СНК выводятся также результаты теста на наличие отверстий данного слоя (возможно разных диаметров), сдублированных в некоторой точке ПП. Печатаются количество уникальных отверстий (без дублей,  $k = 1$ ) и

координаты дубль-точек привязки повторяющихся отверстий с коэффициентом повторения  $k > 1$ .

Так как получаемый программой файл сверления Excellon имеет ту же точку отсчета, что и Gerber-файл, он может быть совмещен с Gerber-файлом для проверки “на просвет” в САМ-системе типа Camtastic, GerbTool, Cam350 или CamMaster. При вводе файла сверловки DRL в САМ-систему задаются следующие параметры: формат Excellon, Absolute, Zero Trailing. Точность 2/3 для английской системы координат и 3/2 – для метрической.

Установка режима “старого Excellon” позволяет сформировать файл DRL сверления отверстий по формату, описанному в пособиях [1] и [2]. Полученный файл воспринимается, как входной для препроцессора сверлильных станков DRILCONV, разработанного в свое время фирмой ПРОСОФТ для MS DOS. DRILCONV позволяет задать диаметры сверл, скорости вращения шпинделя и подачи и преобразует файл DRL в управляющие программы для следующих станков: СМ-600, СФ4, ОФ72-Б, КПМ-3, КД-46, ВП910, А.Р.Б.М., Micronic, Smoll, MA115, ADMAP-5, Alpha-Z.

## 6. Подготовка данных для гравировки



Функция "Гравировка" программы PlotGerber предназначена для подготовки управляющих программ в формате HPGL для сверлильно-гравировальных и фрезерно-гравировальных станков с ЧПУ (на рынке представлены компактные настольные варианты станков Bungard, LPKF ProtoMAT, ЭСКУ и другие). Режим "Гравировка" позволяет выполнять работы по гравировке передних панелей приборов и других плоских деталей на материале из алюминия, меди, латуни, пластика.

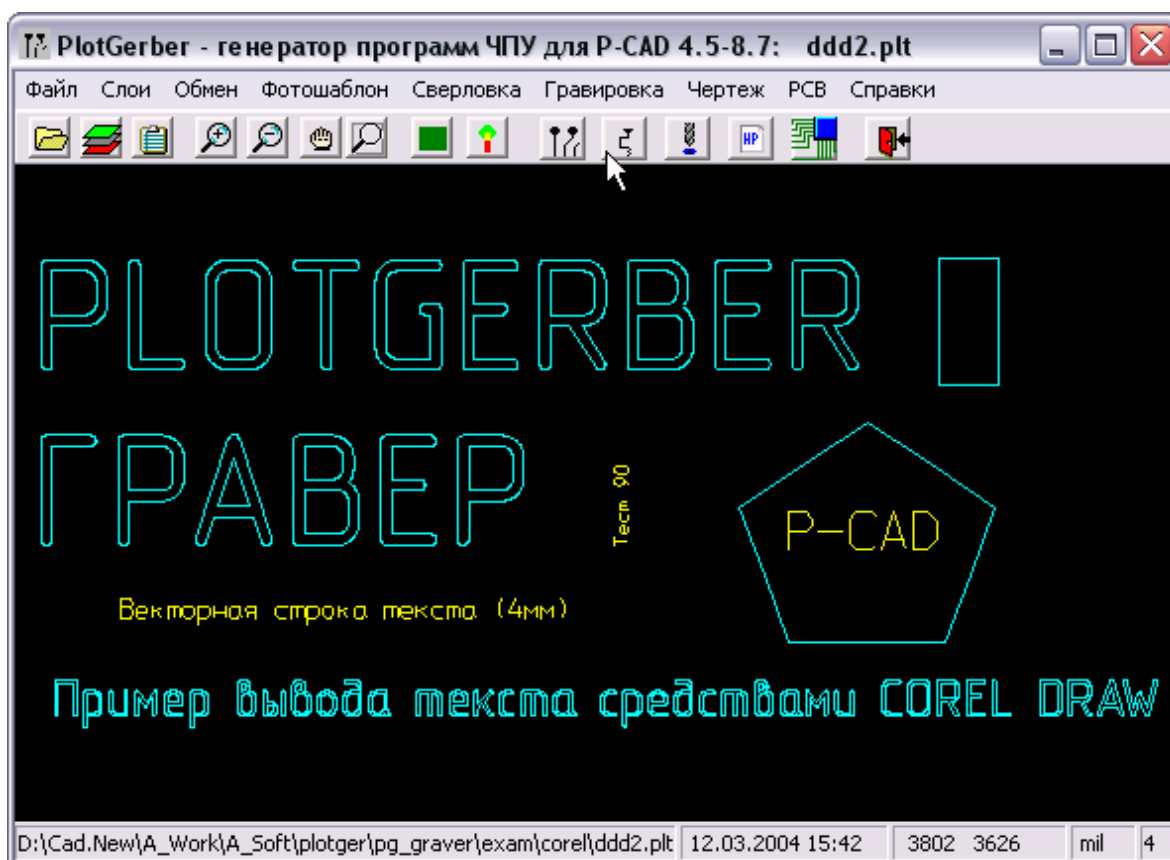




рис.9 Подготовка операции гравирования текста

Рисунок для гравирования может готовиться в редакторе P-CAD или в другой графической программе. Текст определенного размера и ориентации может быть введен непосредственно в указанный слой проекта в файле P-CAD PLT с помощью кнопки  (см. раздел 3.4 Руководства) или по команде "Ввод текста" из меню. Ввод текстовых строк можно также выполнять в новый проект P-CAD PLT (слой TEXTIN).

### 6.1. Вывод HPGL данных для гравировки

Вывод HPGL-данных для гравирования выполняется через меню "Вывод HPGL" или кнопкой . При этом вызывается диалоговое окно аналогичное форме вывода чертежа, описанной в разделе 7 руководства. Вместо переключателя на цветное изображение здесь задействован переключатель количества инструментов. То есть рисунок

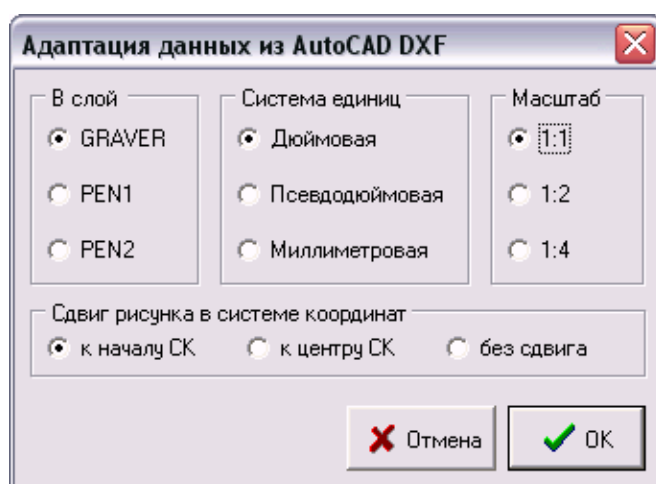
Вывод HP GL
Вывод P-CAD 4.5 PCB
Ввод DXF
Ввод текста
Новый проект P-CAD PLT

выполняется только первым инструментом или всеми заданными в команде SPm. Если инструментов несколько, то соответствие между номером цвета “n” (1-16) в P-CAD MD и номером инструмента “m” станка следует выставить во внешнем файле PGRAVER.CAP в строке типа Cn#m. В файле PGRAVER.CAP задается синтаксис подмножества языка HPGL в режиме гравировки. Таким образом, можно выполнять настройку HPGL-вывода без изменения кода программы PlotGerber.

Выходной файл формируется в зависимости от системы единиц PLT-файла в псевдомилах (HPGL-единица = 0.025 мм) или в сотых мм (0.01mm). Уточняется способ вывода линий, масштаб (по умолчанию 1:1), наличие зеркальности и др.

Непосредственное управление станками выполняется с помощью фирменных программ (RoutePro фирмы Bungard, Board Master фирмы LPKF, QuickCAM фирмы T-Tech, DMM WorkShop ООО Электронстандарт-станок).

## 6.2. Ввод файлов AutoCAD DXF



Программа PlotGerber в режиме гравировки расширена импортом основных примитивов (LINE, POLYLINE, CIRC, ARC) векторных файлов AutoCAD DXF R11-R12, которые формируют многие графические программы: Corel Draw, Adobe Illustrator, P-CAD 200x, CAM350, Компас, WinView.

Текстовые надписи с TTF-шрифтами из Corel Draw должны передаваться в DXF в режиме контурных кривых. При вводе DXF

указывается слой назначения (по умолчанию – GRAVER с цветом 5), система единиц, масштаб и необходимость сдвига рисунка относительно начала системы координат.

## 6.3. Вывод файлов P-CAD 4.5 PCB


Программа PlotGerber по команде меню “Вывод P-CAD 4.5 PCB” может выполнять перевод загруженного в нее рисунка в формат P-CAD PCB (версия 4.5) для редактирования и ввода текстовых надписей на русском языке в редакторе PCCARDS или в программе WinView (максимальное количество графических элементов – 32767).



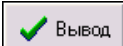
*На названных станках может выполняться также фрезерование фольгированного стеклотекстолита макетов печатных плат для получения проводящего рисунка без травления. Для этого Gerber-рисунок ПП проходит предварительную обработку в одной из САМ-систем или в специализированной программе от фирмы-производителя станка путем оконтуривания топологии с выводом результата в файл в формате HPGL. С целью создания изоляции проводников и контактных площадок методом оконтуривания могут применяться программы IsoCAM, CircuitCAM, Isolator. Механическое изготовление ПП выполняется полностью на одном станке (сверловка отверстий на заготовке, фрезерование изолирующих каналов сторон и контура ПП, металлизация переходных отверстий заклепками или электропроводной пастой). Таким образом, можно быстро изготовить прототипы ПП для опытных образцов изделия и сократить этап макетирования.*



## 7. Вывод чертежей схем и печатных плат на HPGL плоттеры

Функция подготовки файла чертежа схемы или печатной платы в формате HPGL (Hewlett Packard Graphics Language) активируется выбором из меню PlotGerber пункта **Чертеж** или кнопкой .

В предложенной далее форме (рис. 10) выбирается тип заполнения линий (нулевой ширины, контурный или залитый по ширине), а также масштаб (по умолчанию, 2:1) и исполнение чертежа (черно-белое, по умолчанию, или цветное), смещение нуля и зеркальность изображения. В файл типа HP выводится полное изображение проекта или его текущее окно.

Кнопка  позволяет выполнить HPGL-вывод. В приведенном ниже окне показаны параметры и типичный протокол подобной операции.

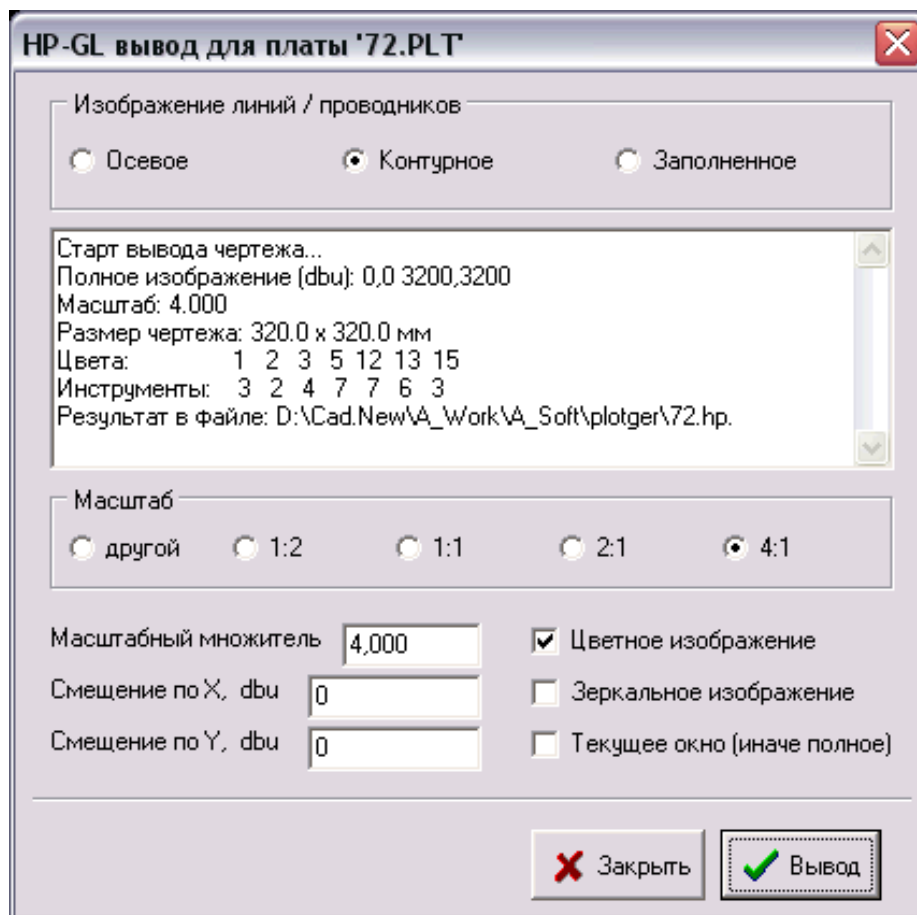


рис.10 Окно настройки вывода чертежей

Включите необходимые слои проекта при выводе схемы электрической принципиальной, топологического или сборочного чертежей. При выводе чертежа сверловки отверстий должен быть активирован слой с условными изображениями отверстий.

В строке “Цвета” выводятся номера цветов примитивов, задействованные в файле P-CAD PLT. В строке “Инструменты” приводится соответствующая подстановка цветов плоттера. На перьевом графопостроителе типа HP7586B это должны быть номера реальных перьев нужной толщины и цвета, а на растровом плоттере – это

номера виртуальных перьев определенного цвета (для получения черно-белого изображения подставляется инструмент первого номера – SP1). Описанную подстановку инструмента ‘m’ для цвета ‘n’ можно корректировать в файле PG.CAP (лексема Cn#m).

Сейчас в PG.CAP задана подстановка для семи цветов струйного плоттера HP Design Jet 4xx (цвета радуги: Black, Red, Green, Yellow, Blue, Magenta, Cyan или 100, 80, 60, 40, 20, 10, 5% в градациях серого).

Подготовленный HP-файл копируется в порт плоттера.

## 8. Расширение PlotGerber PCB



Файлы формата P-CAD PLT не несут информации об электрических характеристиках печатной платы, а передают только графическую информацию о примитивах проекта (линии, окружности, прямоугольники, полигоны, текст, дуги, апертуры), необходимую при выводе программ управления печатью чертежей и фотошаблона ПП, сверлением отверстий.

Расширение PlotGerber PCB служит для оперативного получения всесторонней информации о проекте печатной платы из файлов P-CAD 4.5 PCB. В файлах PCB в компактном бинарном виде размещены полные данные о проекте ПП: о компонентах и их посадочных местах, об электрических цепях, типах выводов и переходных отверстий, о контактных площадках и конструктиве печатной платы. Эти данные могут быть полезны как при подготовке ПП к производству, так и при последующем визуальном или электрическом контроле печатной платы, при монтаже на плату электронных компонентов. Доступ к PCB-информации проекта в PlotGerber осуществляется через меню “PCB”.

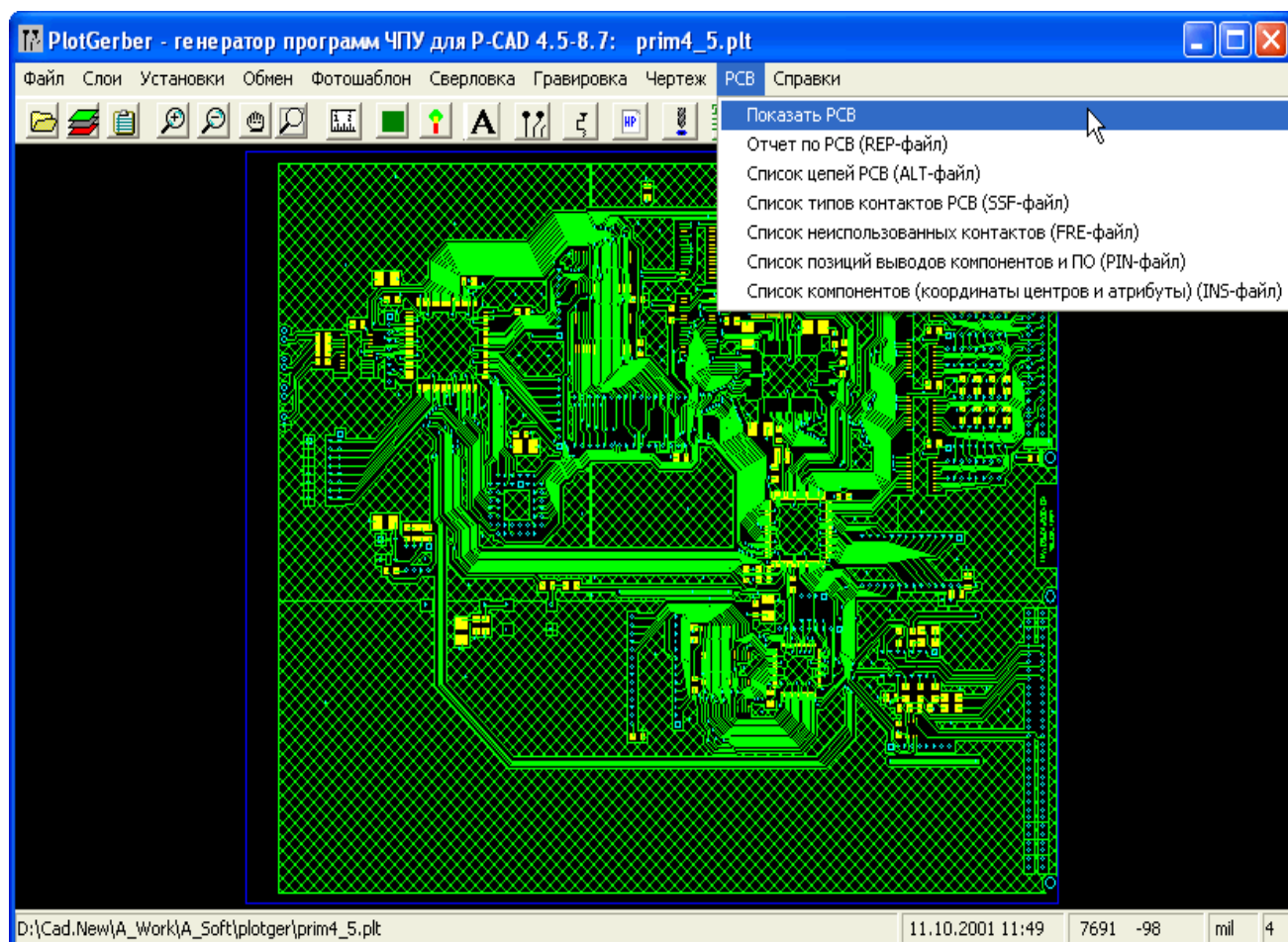



рис.11 Контроль PCB-проекта печатной платы

Выбор из меню строки “Показать PCB” (рис.11) или кнопки  позволяет выполнить просмотр файла P-CAD 4.5 PCB путем предварительного преобразования графики PCB-проекта к формату P-CAD PLT.

Выбор из меню строки “Отчет по PCB” позволяет вывести на экран статистический отчет по выбранному PCB-проекту. Ниже приведен пример подобного отчета. После просмотра отчета на экране его можно сразу закрыть или предварительно записать в дисковый REP-файл, нажав кнопку “Вывести в файл”.

Статистика для adc.pcb	
Система измерения	миллидюймы (mil)
Граница изображения (dbu)	4450 1025 8000 4800
Габариты ПП по BRDOUT (dbu)	4450 1025 8000 4800
Габариты x:y (мм)	88.75:94.375 / 88.75:94.375
Задействованных слоёв	48, открытых 7: PADCOM PADSLD GNDCOM DRILL BRDOUT COMP SOLDER
Общее кол-во типов корпусов	59
Общее кол-во компонентов	197
штыревых сверху	52
штыревых снизу	0
планарных сверху	69
планарных снизу	76
Общее количество цепей	186, соединений 442
Общее количество контактов	696
из них штыревых	215
из них планарных	481
Кол-во свободных контактов	68
Общее кол-во переходных отв.	122
из них сквозных отв.	122
из них межслойных отв.	0
Общее количество площадок:	
типа 0	122 штыр. R11_06.PS
типа 1	1 штыр. S13_08.PS
типа 2	18 штыр. R13_08.PS
типа 5	3 штыр. S16_10.PS
типа 6	189 штыр. R16_10.PS
типа 15	4 штыр. S45_30.PS
типа 25	24 план. P16X16P.PS
типа 27	80 план. P12X08P.PS

Вывести в файл       Закрыть отчёт

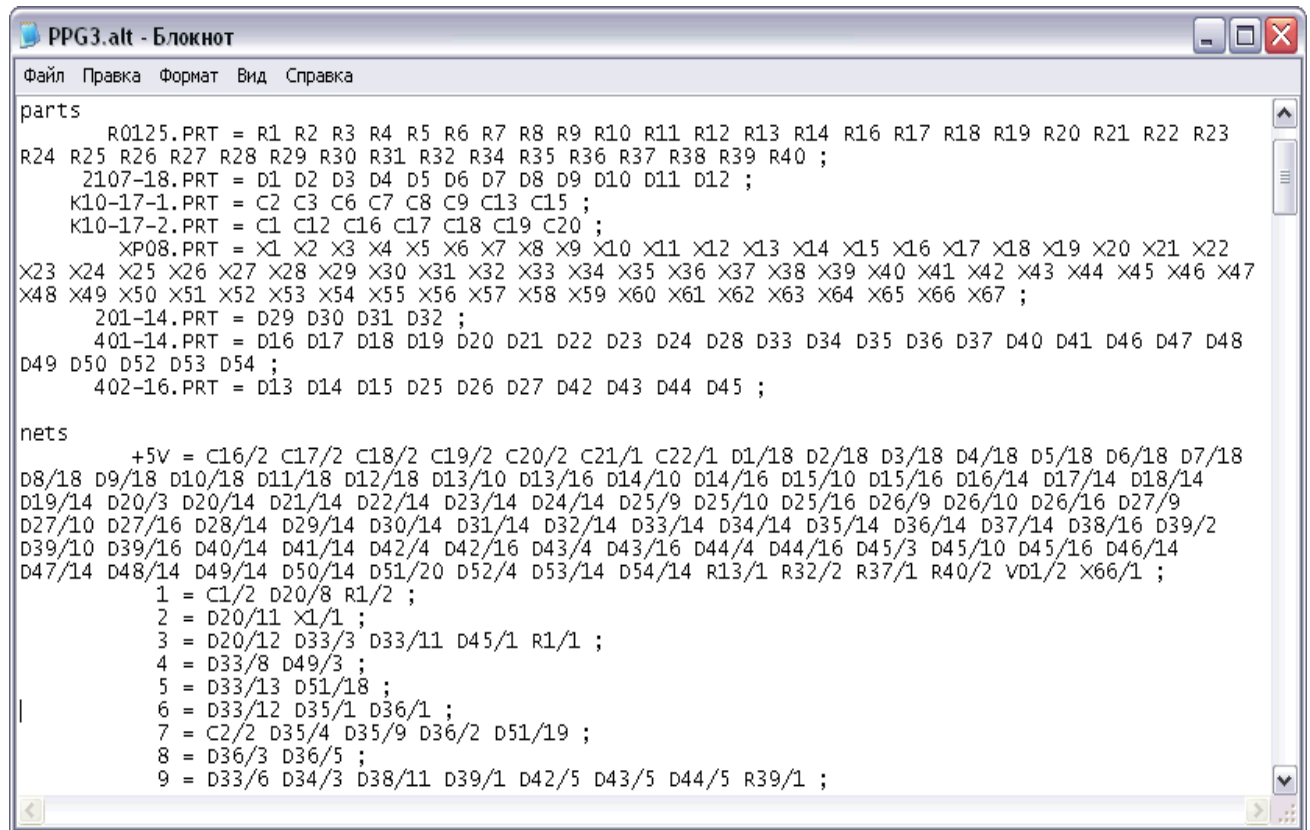
В отчете приводят-ся: система единиц проекта – милы (mil) или сотые мм (cm), граница изображения в dbu – общая и по BRDOUT, перечень открытых слоёв, количество электрических цепей, компонентов со штыревыми и планарными выводами, контактов и площадок для них разных типов.

Статистика для us_new.pcb	
типа 0	171 штыр. R12_06.PS
типа 2	2 штыр. R15_08.PS
типа 5	74 штыр. R15_08.PS
типа 6	36 штыр. R15_08.PS
типа 9	74 штыр. R15_10.PS
типа 10	32 штыр. R15_10.PS
типа 12	32 штыр. R16_10.PS
типа 25	104 план. P15X025.PS
типа 26	104 план. P025X15.PS
типа 27	115 штыр. R15_08.PS
типа 29	2 штыр. R16_10.PS
типа 30	53 план. P80X15N.PS
типа 31	22 план. P08X20.PS
типа 32	22 план. P20X08.PS
типа 33	19 штыр. S16_09.PS
типа 34	37 штыр. R15_10.PS
типа 36	2 штыр. DRILL320.PS
типа 37	2 штыр. R16_10.PS
типа 39	32 план. P25X08.PS
типа 40	46 план. P25X08.PS
типа 41	34 план. P10X15.PS
типа 42	208 план. P15X17.PS
типа 50	45 план. пустой
Ширины линий:	0 8 12
Ширины проводников:	10 12 15 20 30 40
Число полигонов, их апертур:	2, апертур: 8
Диаметры окружностей:	20 24 30 32 36 40 120 240 650
Flash-апертур:	81 109 113 114

Вывести в файл       Закрыть отчёт

Отчет заканчивается отсортированными по возрастанию данными о ширине линий и проводников печатной платы, о количестве полигонов и об аперттурах полигонов, о диаметрах окружностей и номерах флеш-апатур.

Список позиционных обозначений компонентов (раздел parts) и электрических связей выводов (раздел nets) выводится в ALT-формате P-CAD выбором из меню PlotGerber PCB строки “Список цепей”. Ниже приведен фрагмент списка. Программа сортирует перед выводом имена цепей, обозначения компонентов и имена их выводов.

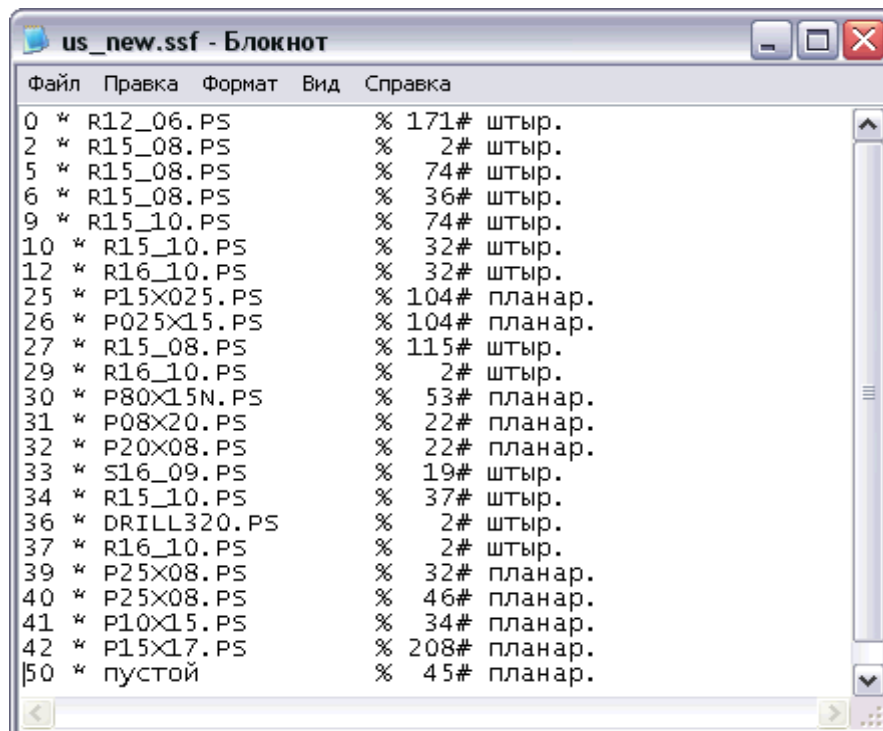


```

PPG3.alt - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
parts
R0125.PRT = R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23
R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R34 R35 R36 R37 R38 R39 R40 ;
2107-18.PRT = D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10 D11 D12 ;
K10-17-1.PRT = C2 C3 C6 C7 C8 C9 C13 C15 ;
K10-17-2.PRT = C1 C12 C16 C17 C18 C19 C20 ;
XP08.PRT = X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10 X11 X12 X13 X14 X15 X16 X17 X18 X19 X20 X21 X22
X23 X24 X25 X26 X27 X28 X29 X30 X31 X32 X33 X34 X35 X36 X37 X38 X39 X40 X41 X42 X43 X44 X45 X46 X47
X48 X49 X50 X51 X52 X53 X54 X55 X56 X57 X58 X59 X60 X61 X62 X63 X64 X65 X66 X67 ;
201-14.PRT = D29 D30 D31 D32 ;
401-14.PRT = D16 D17 D18 D19 D20 D21 D22 D23 D24 D28 D33 D34 D35 D36 D37 D40 D41 D46 D47 D48
D49 D50 D52 D53 D54 ;
402-16.PRT = D13 D14 D15 D25 D26 D27 D42 D43 D44 D45 ;

nets
+5V = C16/2 C17/2 C18/2 C19/2 C20/2 C21/1 C22/1 D1/18 D2/18 D3/18 D4/18 D5/18 D6/18 D7/18
D8/18 D9/18 D10/18 D11/18 D12/18 D13/10 D13/16 D14/10 D14/16 D15/10 D15/16 D16/14 D17/14 D18/14
D19/14 D20/3 D20/14 D21/14 D22/14 D23/14 D24/14 D25/9 D25/10 D25/16 D26/9 D26/10 D26/16 D27/9
D27/10 D27/16 D28/14 D29/14 D30/14 D31/14 D32/14 D33/14 D34/14 D35/14 D36/14 D37/14 D38/16 D39/2
D39/10 D39/16 D40/14 D41/14 D42/4 D42/16 D43/4 D43/16 D44/4 D44/16 D45/3 D45/10 D45/16 D46/14
D47/14 D48/14 D49/14 D50/14 D51/20 D52/4 D53/14 D54/14 R13/1 R32/2 R37/1 R40/2 VD1/2 X66/1 ;
1 = C1/2 D20/8 R1/2 ;
2 = D20/11 X1/1 ;
3 = D20/12 D33/3 D33/11 D45/1 R1/1 ;
4 = D33/8 D49/3 ;
5 = D33/13 D51/18 ;
6 = D33/12 D35/1 D36/1 ;
7 = C2/2 D35/4 D35/9 D36/2 D51/19 ;
8 = D36/3 D36/5 ;
9 = D33/6 D34/3 D38/11 D39/1 D42/5 D43/5 D44/5 R39/1 ;

```



```

us_new.ssf - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
0 * R12_06.PS % 171# штыр.
2 * R15_08.PS % 2# штыр.
5 * R15_08.PS % 74# штыр.
6 * R15_08.PS % 36# штыр.
9 * R15_10.PS % 74# штыр.
10 * R15_10.PS % 32# штыр.
12 * R16_10.PS % 32# штыр.
25 * P15x025.PS % 104# планар.
26 * P025x15.PS % 104# планар.
27 * R15_08.PS % 115# штыр.
29 * R16_10.PS % 2# штыр.
30 * P80x15N.PS % 53# планар.
31 * P08x20.PS % 22# планар.
32 * P20x08.PS % 22# планар.
33 * S16_09.PS % 19# штыр.
34 * R15_10.PS % 37# штыр.
36 * DRILL320.PS % 2# штыр.
37 * R16_10.PS % 2# штыр.
39 * P25x08.PS % 32# планар.
40 * P25x08.PS % 46# планар.
41 * P10x15.PS % 34# планар.
42 * P15x17.PS % 208# планар.
50 * пустой % 45# планар.

```

Выбор из меню строки “Список типов контактов” позволяет вывести в виде SSF-файла спецсимволов текущее назначение образов контактных площадок типам контактов. При этом подсчитывается количество КП каждого типа. Сквозные площадки помечаются признаком “штыр.”, а плоские – “планар.”.

По запросу “Список компонентов (координаты центров и атрибуты)” выполняется вывод в INS-файл позиций компонентов, их ориентации и назначенной для компонента атрибутивной информации. Запрос “Список позиций выводов компонентов и переходных отверстий” позволяет вывести в PIN-файл координаты выводов компонентов, их тип (THR -

сквозной, TOP-THR - сквозной при установке сверху, TOP-BOT – сквозной при установке снизу, SMT-TOP и SMT-BOT – планарный с верхней или нижней установкой компонента), и принадлежность цепи. Ниже приведены фрагменты INS и PIN-файлов.

```

22f.ins - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
%*****
%   Время      :   14:58:20          *
%   Дата       :   13.10.2003     *
%   Функция    :   Перечень компонентов и атрибутов *
%   Вх. файл   :   D:\Cad.New\A_work\A_soft\plotger\22f.pcb *
%   Вых. файл  :   D:\Cad.New\A_work\A_soft\plotger\22f.ins *
%*****

PartName:CompName          CentrX    Centry    Angle    Attr
-----
Comp  K555LA3.PRT:DD6      cx=  550  cy= 3500  Angle=  0
Comp  K555LA3.PRT:DD2      cx= 1450  cy= 2400  Angle=  0
Comp  K555ID7.PRT:DD4      cx=  550  cy= 1250  Angle=  0
Comp   PS_A.PRT:XS1       cx= 2760  cy=  140  Angle=  0
Comp   PS_B.PRT:XS2       cx= 2760  cy=  140  Angle=  0
Comp  K555LE7.PRT:DD1      cx= 1450  cy= 1300  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C9      cx= 1450  cy= 4000  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C1      cx= 4450  cy= 3450  Angle= 90
Comp  K1017VAL.PRT:C10     cx= 2350  cy= 2100  Angle=180
Comp  K1017VAL.PRT:C11     cx= 2350  cy= 3450  Angle=180
Comp  K1017VAL.PRT:C12     cx= 3350  cy= 2100  Angle=180
Comp  K1017VAL.PRT:C13     cx= 3350  cy= 3650  Angle=180
Comp  K1017VAL.PRT:C14     cx= 4350  cy=  750  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C2      cx= 4150  cy= 3450  Angle= 90
Comp  K1017VAL.PRT:C4      cx=  550  cy= 1800  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C5      cx=  550  cy= 2900  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C6      cx=  550  cy= 4000  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C7      cx= 1450  cy= 1800  Angle=  0
Comp  K1017VAL.PRT:C8      cx= 1450  cy= 2900  Angle=  0
Comp  R0125VAL.PRT:R1      cx= 3850  cy= 2750  Angle=270
Comp   BQ.PRT:BQ1         cx= 4130  cy= 3900  Angle= 90
Comp  K555TM2.PRT:DD5      cx=  550  cy= 2400  Angle=  0
Comp  K555LP8.PRT:DD3      cx= 1450  cy= 3500  Angle=  0
Comp  K521BVAL.PRT:C3      cx=  800  cy=  600  Angle=  0
Comp  K573RT5.PRT:DD11     cx= 3350  cy= 2900  Angle=180  Attr: FP="DIP24"

```

```


22f.pin - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

PinName    PinX      PinY      PinType    NetName
-----
Comp  K555LA3.PRT:DD6
pin 1      x=  400  y= 3800  type 1 (THR-TOP)  net 46
pin 2      x=  400  y= 3700  type 2 (THR-TOP)  net 48
pin 3      x=  400  y= 3600  type 2 (THR-TOP)  net 47
pin 4      x=  400  y= 3500  type 2 (THR-TOP)  net 53
pin 5      x=  400  y= 3400  type 2 (THR-TOP)  net 52
pin 6      x=  400  y= 3300  type 2 (THR-TOP)  net 44
pin 7      x=  400  y= 3200  type 3 (THR-TOP)  net GND
pin 8      x=  700  y= 3200  type 2 (THR-TOP)  net 52
pin 9      x=  700  y= 3300  type 2 (THR-TOP)  net 44
pin 10     x=  700  y= 3400  type 2 (THR-TOP)  net 51
pin 11     x=  700  y= 3500  type 2 (THR-TOP)
pin 12     x=  700  y= 3600  type 2 (THR-TOP)
pin 13     x=  700  y= 3700  type 2 (THR-TOP)
pin 14     x=  700  y= 3800  type 4 (THR-TOP)  net +5V

ViaList
-----
via 1      x=  450  y=  800  type 0 (THR)    net 2
via 2      x=  900  y=  800  type 0 (THR)    net 2
via 3      x=  900  y=  500  type 0 (THR)    net 2
via 4      x= 1350  y=  350  type 0 (THR)    net 2
via 5      x= 1700  y= 1550  type 0 (THR)    net 3

```

## 9. Завершение сеанса работы с PlotGerber

Выход из программы выполняется стандартным для Windows методом. Нажимается “крестик” в правом верхнем углу окна, выдается команда “Файл/Выход” или делается щелчок мышкой на кнопке “Дверь” .

При завершении работы с PlotGerber координаты положения и размер окна программы на экране ПК сохраняются для следующего сеанса. Маршрут к файлу PLT запоминается в предыстории работы и может быть повторно использован путем выбора из списка команды “Файл”.

## Ссылки на литературу

1. Сучков Д.И. Адаптация САПР P-CAD к отечественному технологическому оборудованию. Обнинск, Призма, 1993.
2. Разевиг В.Д. Система P-CAD 8.5-8.7. Москва, Солон-Р, 1999.