

KICAD

GERBVIEW



LINUX & WINDOWS

КОНТРОЛЬ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ЧПУ

Программное обеспечение
со свободной лицензией
© Жан-Пьер Шарра (Франция) и
KiCAD-сообщество
программистов и пользователей

2009

Содержание

Содержание.....	2
1 - Описание формата Gerber.....	3
1.1 - Введение.....	3
1.2 - Простота: двойственность проблемы.....	4
1.3 - Содержание Gerber-файла.....	4
1.4 - G-Codes: Создание начальных условий.....	5
1.4.1 - G90/G91 – Абсолютные и относительные координаты.....	5
1.4.2 - G70/G71 Дюймы либо миллиметры.....	5
1.4.3 - Выбор инструмента G54.....	5
1.5 - Команды рисования и засветки (Draw and Flash) D01, D02, D03.....	5
1.6 - Задание позиций апертур D10-D999.....	6
1.7 - Вспомогательные M-коды.....	6
1.8 - Данные координат X,Y.....	7
1.9 - Подавление десятичной точки.....	7
1.10 - Подавление ведущих и замыкающих нулей.....	8
1.11 - Координаты модальных данных.....	8
1.12 - Модальные команды.....	9
1.13 - Команды выполнения окружностей: G02/G03 и G75.....	9
2 - Программа GerbView.....	11
2.1 - Интерфейс программы GerbView.....	11
2.2 - Меню “Файл”.....	11
2.3 - Настройки программы GerbView.....	12
2.4 - Функция “Разное”.....	12
2.5 - Другие элементы управления GerbView.....	12

1 - Описание формата Gerber

1.1 - Введение

Даже располагая мощными программными средствами проектирования, Вы должны уметь создавать управляющий файл в Gerber-формате для подготовки фотошаблона платы. Это огорчение можно сократить лучшим пониманием того, что содержится в файле для фото-плоттера. Недопонимание между дизайнером (разработчиком печатной платы) и оператором фото-плоттера приводит к увеличению процента плохих фотошаблонов при их производстве.

Краткое описание фото-плоттера

Перед углублением в детали файлов для фото-плоттеров краткое обсуждение возможностей фото-плоттера сделает последующий материал легче для понимания. Всякий фото-плоттер состоит из серво-управляемого по осям X-Y стола, на котором размещается высококонтрастная пленка. Источник света высокой яркости испускается через линзу посредством апертурного диска и фокусируется на пленку. Контроллер устройства числового программного управления (ЧПУ) фото-плоттера преобразует команды языка Gerber в соответствующие движения стола, вращения диска апертур и открытия затвора линзы.

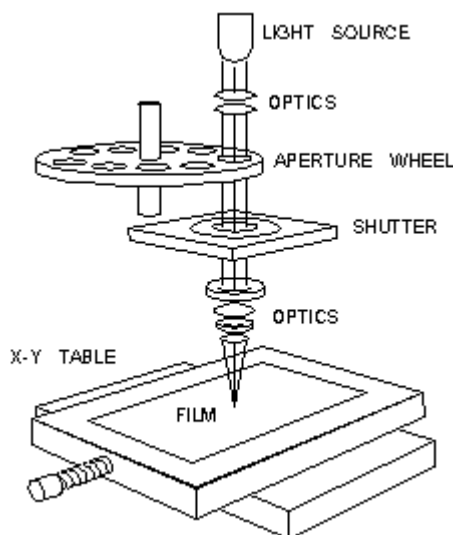


Рисунок 1 – Схема фото-плоттера

Когда линза открывается, то пучок света через апертуру экспонирует образ апертуры на пленку. Если при этом стол перемещается, то на пленку передается изображение линии или полосы соответствующей ширины. Давая подходящие команды для передвижения стола, выбора апертуры засветки и управления затвором линзы, можно сформировать на пленке любое изображение.

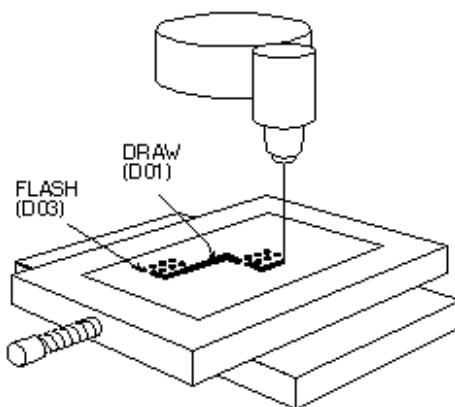


Рисунок 2. Операция засветки рисунка

1.2 - Простота: двойственность проблемы

Достоинством формата Gerber является его простота. Только четыре основные команды плюс данные о координатах. База данных управляющего Gerber-файла для фотошаблона создается как можно более простой и компактной, так как первые фото-машины управлялись программами на перфоленте. Необходимость наибольшего сжатия объемной информации объясняют многие проблемы даже сегодняшнего дня, когда объем памяти измеряется в сотнях мегабайт вместо сотен байт.

Но за эту простота надо платить. Gerber-файлу недостает важной информации, необходимой для запуска плоттера. Отсутствующие данные передаются от дизайнера оператору плоттера отдельно и часто являются источником ошибок. Склонности создавать нестандартные расширения трудно противостоять. Каждый производитель фото-плоттеров поддерживает базовые Gerber-команды плюс некоторые специфичные для данной машины возможности. В результате некоторые возможности, описанные в одном руководстве, являются проблемными в другом.

1.3 - Содержание Gerber-файла

Ниже приведен простой Gerber-файл, иллюстрирующий структуру и содержание этого формата:

G90*	1
G70*	2
G54D10*	3
G01X0Y0D02*	4
X450Y330D01*	5
X455Y300D03*	6
G54D11*	7
Y250D03*	8
Y200D03*	9
Y150D03*	10
X0Y0D02*	11
M02*	12

Номер в конце строки справа носит информационный характер и не является частью управляющей программы. Каждая строка представляет собой команду для управления фото-плоттером, завершаемую звездочкой (*). Показаны различные виды команд - инструкции, начинающиеся с G, D, M, и данные координат x,y.

1.4 - G-Codes: Создание начальных условий

Gerber-вызовы Gxx-команд выполняют подготовительные операции. Как правило, эти коды используются для подготовки фото-плоттера к прорисовке шаблона платы. Некоторые из G-кодов являются наиболее важными.

1.4.1 - G90/G91 – Абсолютные и относительные координаты

Команда G90 в первой строке сообщает машине, что координаты данных являются абсолютными. Каждая пара координат отсчитывается от начала стола с координатами (0,0). Команда G91 устанавливает относительный режим координат, когда преобразование в абсолютные является инкрементальным, каждая координата измеряется относительно значения предыдущей.

Вы можете не встретить команду G90 в Gerber-файле, так как режим абсолютных координат устанавливается по умолчанию и эту команду давать не обязательно. Хуже, если многие инкрементальные базы данных не используют команду G91. Если на дисплее САМ-станции вы видите странное изображение, подобное рисунку 3, то это проблемная попытка чтения файла, записанного в инкрементальных координатах.

1.4.2 - G70/G71 Дюймы либо миллиметры

G70* (строка 2) указывает, что последующие данные будут измеряться в дюймовых единицах. This is another G-code that rarely appears in Gerber files. В США Gerber-файлы выводятся в дюймах. В других странах возможен Gerber-вывод в дюймах или в миллиметрах. G71 переключает единицы на миллиметры.

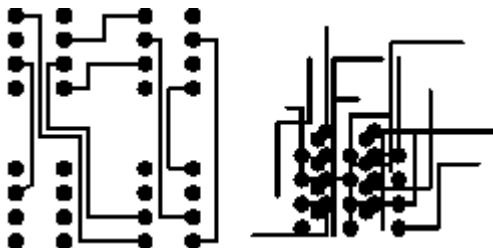


Рисунок 3 Слева: правильное изображение. Справа: вьюер установлен в инкрементальный режим, когда данные являются абсолютными

1.4.3 - Выбор инструмента G54

G54, выбор инструмента, (строка 3) – команда общего пользования, которая заставляет плоттер вращать апертурный диск в позицию, заданную в команде Dxx, непосредственно следующей за командой G54. Если вы не нашли G54 в конкретном файле – не паникуйте. G54 является на многих фото-плоттерах дополнительной командой, некоторые программы ее не используют, а фото-плоттер при этом предполагает, что правильный инструмент выбирается через команду Dxx (где xx - не 01,02,03).

1.5 - Команды рисования и засветки (Draw and Flash) D01, D02, D03

D-коды являются командами для фото-плоттера, которые обычно включают букву "D." Первые три D-кода управляют движением стола по направлениям x-y.

D01 (D1) : перемещение в указанную точку x-y с **открытым** затвором засветки.

D02 (D2) : перемещение в указанную точку x-y с **закрытым** затвором засветки.

D03 (D3) : перемещение в указанную точку x-y с **закрытым** затвором засветки ;
затем кратковременное **открывание и закрывание** затвора, известное как засветка
выбранной апертурой .

D01 является командой, которая “рисует” линии. D02 является командой на перемещение стола без экспозиции на пленку. D01 и D02 соответствуют перемещению бумаги на перьевом плоттере с опущенным или с поднятым пером.

D03 является командой засветок ("flash"). The table is moved with the shutter closed. When the desired x-y coordinates are reached the shutter opens and closes leaving the image of the aperture on the film. The flash instruction is an efficient way to image the thousands of pads present on most circuit boards.

Команды D01, D02 и D03 следуют за передаваемыми данными. Например, следующая последовательность команд:

```
X0Y0D02*
X450Y330D01*
X455Y300D03*
```

будет перемещать стол в позицию 0,0 с закрытым затвором экспозиции, а затем рисовать линию из точки (0,0) в точку (450,330) с открытым затвором. В точке (455,300) выполняется засветка текущей апертурой.

1.6 - Задание позиций апертур D10-D999

В отличии от команд D01, D02 и D03 D-коды со значениями 10-999 являются данными, а не командами. Они задают апертуры или позиции на диске фото-плоттера. Ранние фото-плоттеры применяли диски с 24 позициями.

Each slot is filled with a piece of film. Диск вращаясь, позиционирует необходимую апертуру на пути светового луча. Таблица 1 показывает соответствие между D-кодами и позициями апертур.

Таблица 1. D-коды и апертуры

D-код	Позиция апертуры	D-код	Позиция апертуры
10	1	20	13
11	2	21	14
12	3	22	15
13	4	23	16
14	5	24	17
15	6	25	18
16	7	26	19
17	8	27	20
18	9	28	21
19	10	29	22
70	11	72	23
71	12	73	24

Можно видеть, что апертуры отрабатываются последовательно от D10 до D19. Затем вместо D20/D21 используются коды D70/D71 для позиций 11/12. Далее отображение продолжается от D20 до D29. Затем вместо D30/D31 используются коды D72/D73 для позиций 23/24. Большинство фото-плоттеров и САМ-программ позволяет вам ввести описание апертуры для D-кода и определить ссылки на позиции апертур.

D-коды от 3 до 9 являются специализированными командами для управления машиной.

1.7 - Вспомогательные M-коды

В конце файла мы видим команду M02*. M-коды в Gerber называют

вспомогательными кодами. Общие M-коды M00, M01 and M02 используются только в конце файла для отработки разных типов останова программы ("stop" commands). Обработка M02 в начале Gerber-файла неоднозначна: иногда это применяется для того чтобы убедиться, отработка предыдущего файла закончена, но многие САМ-программы игнорируют все, что следует за M02 в начале управляющего файла.

1.8 - Данные координат X,Y

Координаты данных составляют суть Gerber-файла. Сложно вручную отследить движение стола при печати, так как в Gerber применяются несколько технологий минимизации количества байтов необходимых для представления данных. Это:

- Подавление десятичной точки в x,y-данных
- Подавление ведущих или замыкающих нулей
- Вывод только изменений в координатах данных

1.9 - Подавление десятичной точки

Десятичная точка является полезной для числа, если вы знаете, где она должна быть. Десятичная точка нужна, чтобы заставить систему ЧПУ фото-плоттера обрабатывать правильную позицию на столе. Одна из распространенных ошибок, которую делает дизайнер – это предположение, что лицо принимающее его данные, знает все об их формате. Рассмотрим следующие Gerber-команды:

```
X00560Y00320D02*
X00670Y00305D01*
X00700Y00305D01*
```

Стол передвигается вдоль X от 00560 до 00670 с помощью первых двух команд. Но что представляет собой 00560? Это может быть 5.6 дюйма, 0.56 дюйма, 0.056 дюйма или даже (но не обязательно) 0.0056 дюйма. Это надо специально прояснить. Если дизайнер говорит вам, что вы имеете два целых знака перед десятичной точкой и четыре после, вы знаете, что число 00560 означает 0.56 дюйма.

Правило 1. Когда вы посылаете Gerber-файл, всегда указывайте формат данных. Когда вы принимаете Gerber-файл, всегда спрашивайте о формате данных.

Как поступить, если ваш поставщик нарушил правило 1 и прислал вам Gerber-файл без информации о формате данных? Вы работаете в ночную смену, времени 23:00 и вам нужно получить пленку к 8:00 утра. Делаем логическое предположение. В координатах 5 цифр – то есть их сумма до и после точки равна пяти. Наиболее подходящий кандидат на точность данных – 2.3.

Почему? Немногие печатные платы длиннее 99 дюймов и немногие платы в наши дни изготавливаются с точностью меньшей чем 0.001 дюйма. Просмотрите плату на вашей САМ-станции. Если ее размер хорошо просматривается (скажем, равен 8 дюймам) – все нормально. Если плата показана в размере 80 дюймов или 0.8 дюйма, то вы ошиблись на порядок в одном или в другом направлении.

1.10 - Подавление ведущих и замыкающих нулей

Дизайнеры файлов Gerber не должны отдыхать после устранения десятичной точки. Они должны посмотреть на распечатку и подумать,

"Что хорошего во всех этих дополнительных нулях спереди? Попробуем отсечь их. Вы можете спокойно отрисовывать координаты, если считаете позицию десятичной точки с правой стороны числа. "

<i>Нет подавления нулей</i>	<i>Подавление ведущих нулей</i>
X00560Y00320D02*	X560Y230D2*
X00670Y00305D01*	X670Y305D1*
X00700Y00305D01*	X700Y305D1*

Без подавления нулей использовано 48 байт. С подавлением ведущих нулей требуется 33 байта для представления той же информации. Во времена перфоленты это было существенное уменьшение.

В зависимости от данных может быть лучше заменить исключение ведущих нулей на подавление замыкающих.

<i>No Zero Suppression</i>	<i>Trailing Zero Suppression</i>
X00560Y00320D02*	X0056Y0032D2*
X00670Y00305D01*	X0067Y00305D1*
X00700Y00305D01*	X007Y00305D1*

Для правильной интерпретации данных вы должны назвать позицию с левой стороны для размещения десятичной точки. Конфуз? Да. Переходим к правилу 2:

Правило 2. Когда вы посылаете Gerber-файл, всегда указывайте метод подавления ведущих/замыкающих нулей. Когда вы принимаете Gerber-файл, всегда спрашивайте о том, как подавляются ведущие/замыкающие нули.

Подавление лидирующих нулей является более распространенным на практике.

1.11 - Координаты модальных данных

После исключения десятичной точки и подавления лишних нулей вы можете подумать о том, что файл базы данных от дизайнера стал успешным. Но это еще не все. Пристальный взгляд программиста покажет, что некоторые координаты повторяются, когда стол передвигается только вдоль одной из осей X или Y.

"Почему бы не запоминать последнее значение X или Y и выполнять вывод только тогда, когда оно изменится!"

<i>All Coordinates</i>	<i>Modal Coordinates</i>
X560Y230D2*	X560Y230D2*
X670Y305D1*	X670Y305D1*
X700Y305D1*	X700D1*

Понятие о том, что плоттер запоминает последнее значение координаты называется модальностью. Описание печатной платы, имеющее сотни площадок в ряду, отсортированных по X или Y, будет много меньше, если лишние (повторяющиеся) координаты исключить. Так что координаты данных всегда являются модальными – это базовое требование. Об этом не нужно кого-то информировать, каждый фото-плоттер и САМ-система поддерживают модальные данные. В приведенном примере применение модальности в координатах сэкономило при передаче 4 байта данных.

1.12 - Модальные команды

Модальность хороша не только для данных, но и для команд. К примеру, вы имеете строки с командами рисования, в которых вновь и вновь повторяется команда D01. Пусть действие ее сохраняется, пока не встретится другая команда (D02 or D03), чтобы заменить ее.

D1 not modal
X560Y230D2*
X670Y305D1*
X700D1*
X730D1*
X760D1*
Y335D2*

D1 modal
X560Y230D2*
X670Y305D1*
X700*
X730*
X760*
Y335D2*

Предполагаем, что все Gerber-команды являются модальными и действие команды сохраняется, пока не оно не подавляется другой командой или отключением. Однако, могут возникнуть и нештатные ситуации. Наиболее курьезной является команда засветки D03.

Некоторые бренды фото-плоттеров не интерпретируют D03, как модальную команду. Они полагают увидеть D03 в конце каждой команды засветки. Мы можем увидеть это на примере семейства фото-плоттеров MDA's FIRE 9000. Флеш (засветки), которые отображаются вашей САМ-программой не появляются на пленке. Проблема легко решается перевыпуском Gerber-файла с явной D03. Lavenir имеет утилиту, которая делает это, а многие САМ-программы можно сконфигурировать с модальной или немодальной D03. Другим подобным исключением из стандартной модальности являются команды круговой интерполяции G02/G03. Многие фото-плоттеры возвращаются к G01 (линейная интерполяция) после G02/G03 (круговая интерполяция).

1.13 - Команды выполнения окружностей: G02/G03 и G75

Gerber-фото-плоттеры могут рисовать дуги при соответствующих инструкциях. В прошлом, команды круговой интерполяции редко применялись при производстве печатных плат. Ныне гибкие печатные платы используют криволинейные трассы для сокращения напряжений, а высокоскоростная логика использует гладкие трассы для уменьшения отраженных сигналов. В этом причина интереса к чтению и записи Gerber-данных с дугами.

Основной формат для круговой интерполяции таков:

GNN XNNNN YNNNN INNNN JNNNN DNN *

Пример: G02X40Y30I50J0D01*

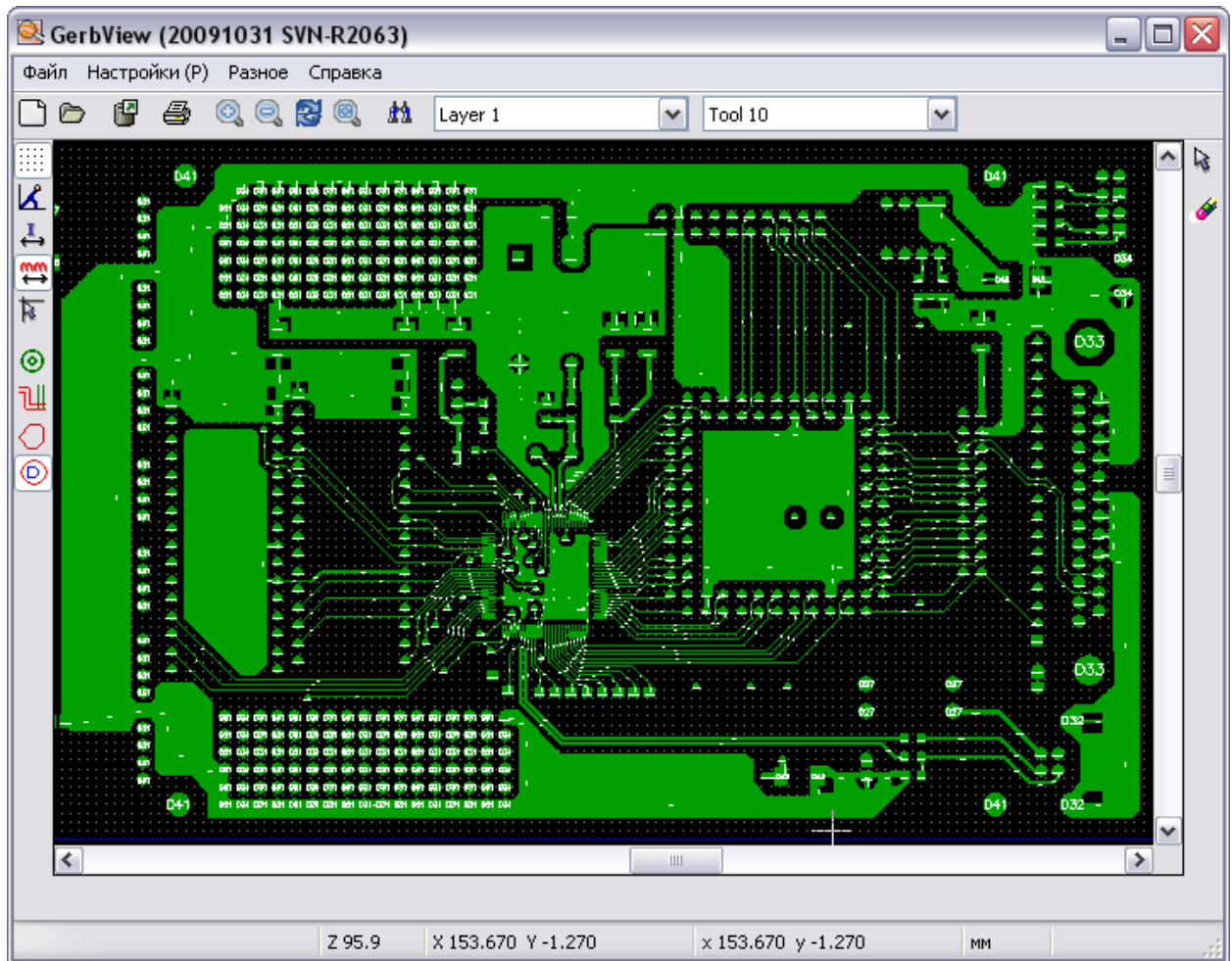
Где G02 указывает на вращение против часовой стрелки, G03 указывает на вращение против часовой стрелки по счетчику, а G75 позволяет нарисовать полный 360-градусовый круг. I,J – дополнительные координаты, необходимые для

указания центра дуги. G02 и G03 команды интерпретируются как модальные.

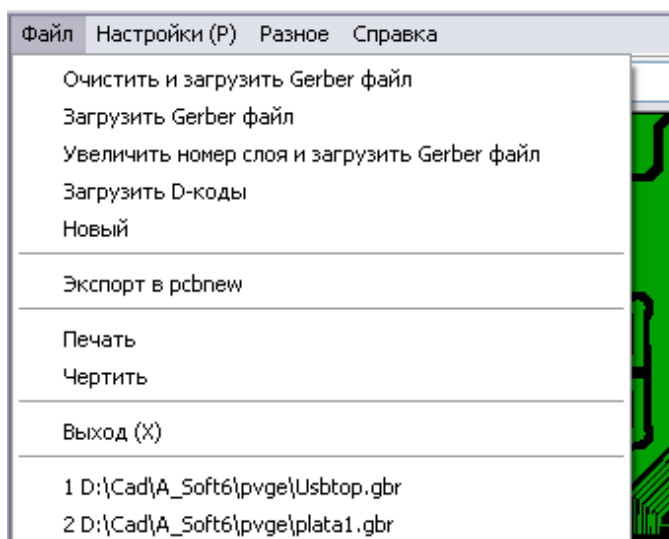
Данные для круговых команд могут быть ограничены пределами одного квадранта на старых машинах или могут описывать полные окружности на новом оборудовании. Значения I,J меняются в зависимости от того являются ли координаты данных абсолютными или относительными.

2 - Программа GerbView

2.1 - Интерфейс программы GerbView



2.2 - Меню “Файл”



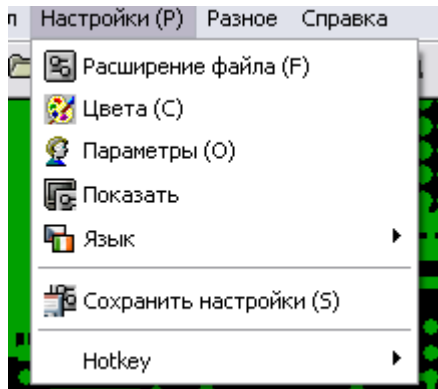
графического редактора PCBNEW.

Меню **Файл** служит для загрузки файлов Gerber-данных в программу Gerbview.

Можно загрузить новый Gerber-файл вместо старого по команде **Загрузить Gerber файл** или несколько Gerber-файлов на соседние слои по команде **Увеличить номер слоя и загрузить Gerber-файл**.

Команда **Экспорт в pcbnew** позволяет ввести слои Gerber-данных в файл проекта печатной платы (в BRD-файл) для

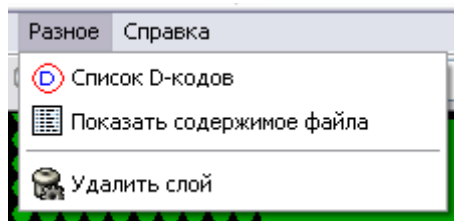
2.3 - Настройки программы GerbView



Функция **Настройки** позволяет задать расширения для файлов в формате Gerber RS-274X (по умолчанию, **PFO**) для фотошаблона платы, NC-Drill (по умолчанию, **DRL**) для отверстий платы и в формате **PEN** для файла D-кодов апертур засветки.

Можно также задать цвет для каждого слоя загруженных данных (команда **Цвет**), определить параметры единиц (мм или дюймы) и точности (2.3 или 3.4) представления данных (команда **Параметры**), задать параметры графического просмотра элементов топологии печатной платы (проводников, площадок и многоугольных зон) в заполненном или в контурном виде (команда **Показать**), задать язык для интерфейса программы (команда **Язык**).

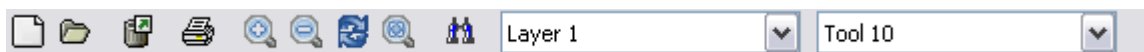
2.4 - Функция “Разное”



Функция **Разное** позволяет вывести полный список D-кодов, показать текстовое содержимое введенного файла или удалить указанный слой данных.

2.5 - Другие элементы управления GerbView

Верхняя линейка функциональных кнопок программы Gerbview выглядит таким образом:



Здесь расположение иконки для открытия, стирания и печати файлов данных, для управления картинкой на экране, для выбора слоев и инструментов.



Левая вертикальная линейка кнопок служит для задания отображения сетки, типа системы координат и единиц измерения данных, выбора точки отсчета, способа отображения на экран основных элементов топологического рисунка печатной платы (контактных площадок, проводников и зон) – с заливкой или контурно.

Нижняя кнопка служит для управления выводом цифровых обозначений D-кодов апертур.