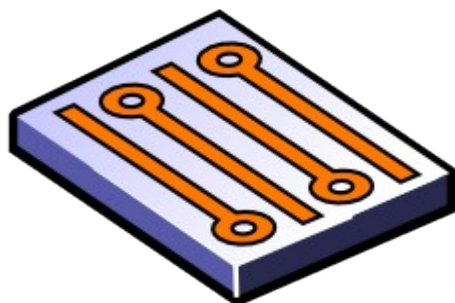


KICAD

PCBNEW



LINUX & WINDOWS

РЕДАКТОР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ PCBNEW

**Программное обеспечение
со свободной лицензией**

© Жан-Пьер Шарра (Франция)
и KiCAD-сообщество
программистов и
пользователей

2009

Содержание

1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ PCBNEW.....	5
1.1 Аннотация.....	5
1.2 Особенности ведения разработки в PCBNEW.....	6
1.3 Дополнительные требования.....	6
2. ВЫЗОВ РЕДАКТОРА PCBNEW.....	7
2.1 Модификация заданной конфигурации KiCad.....	7
3. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ В PCBNEW.....	8
3.1 Доступ к операциям.....	8
3.2 Команды с использованием мышки.....	9
3.3 Выбор размера сетки (Grid).....	10
3.4 Регулирование размеров отображения (Zoom).....	10
3.5 Отображение координат курсора.....	10
3.6 Быстрые команды с клавиатуры (Hot Keys).....	11
3.7 Операции с блоками.....	11
3.8 Главное меню PCBNEW.....	13
3.8.1 Файл (File).....	13
3.8.2 Настройки (Preferences).....	14
3.8.3 Размеры (Dimensions).....	14
3.8.4 Операции (Miscellaneous).....	15
3.8.5 Постпроцессы (Postprocess).....	15
3.8.6 Трехмерное отображение платы (3D Display).....	15
3.8.7 Помощь (Help).....	16
3.10 Команды иконок правой инструментальной панели.....	18
3.11 Команды иконок левой инструментальной панели.....	20
3.12 Всплывающие окна и быстрое редактирование элементов.....	21
4. ОПЕРАЦИЯ УПАКОВКИ СХЕМЫ НА ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ.....	22
4.1 Соединение схемы с печатной платой.....	22
4.2 Переход к проектированию печатной платы.....	23
4.3 Процедура обновления проекта платы.....	23
4.4 Загрузка новых посадочных мест.....	23
5. РАБОЧИЕ СЛОИ ПРОГРАММЫ PCBNEW.....	25
5.1 Медные слои.....	25
5.1.1 Назначение слоев.....	25
5.1.2 Выбор числа слоев.....	25
5.2 Дополнительные технические слои.....	25
5.3 Выбор активного слоя.....	26
5.4 Выбор слоев для отверстий.....	28
6. СОЗДАНИЕ И ИСПРАВЛЕНИЕ ПЛАТЫ.....	29
6.1 Создание платы.....	29
6.1.1 Прорисовка контура платы.....	29
6.1.2 Чтение netlist, сгенерированного из схемы.....	30
6.2 Исправление платы.....	31
7. РАЗМЕЩЕНИЕ МОДУЛЕЙ НА ПЛАТЕ.....	34
7.1 Отображение соединений при размещении.....	34
7.2 Ручное размещение.....	35
7.3 Переориентация модулей.....	35

7.4	Автоматическое распределение модулей вне платы.....	36
7.5	Автоматическое размещение модулей на плате.....	37
7.5.1	Характеристика алгоритма авторазмещения.....	37
7.5.2	Подготовка и выполнение автоматического размещения.....	37
7.5.3	Интерактивное размещение модулей на плате.....	38
7.5.4	Замечания по процедуре размещения.....	39
8.	РАЗВОДКА СОЕДИНЕНИЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.....	40
8.1	Общие установки.....	40
8.2	Выбор параметров разводки.....	40
8.2	Глобальный параметр разводки.....	41
8.3	Параметры дорожки.....	41
8.4	Параметры переходных отверстий.....	41
8.2	Типовые параметры для различных классов ПП.....	42
8.3	Некоторые типичные комбинации параметров (стратегии) трассировки плат.....	42
8.4	Ручная разводка.....	44
8.4.1	Что помогает при ручной трассировке платы.....	44
8.4.2	Создание проводящих дорожек.....	44
8.4.3	Вставка переходных отверстий.....	45
8.4.4	Выбор ширины дорожки.....	45
8.5	Редактирование и коррекция дорожки.....	46
8.5.1	Редактирование дорожки.....	46
8.5.2	Глобальные правки.....	47
8.6	Внешние программы трассировки.....	48
9.	СОЗДАНИЕ ЗОН.....	49
9.1	Создание зон металлизации.....	49
9.2	Формирование зоны.....	49
9.2.1	Задание габаритов зоны.....	49
9.2.2	Заполнение зоны.....	51
9.3	Опции заполнения зоны.....	54
9.3.1	Способ заполнения зоны.....	54
9.3.2	Зазор и минимальная ширина зоны.....	54
9.3.3	Опции контактных площадок.....	54
9.3.4	Параметры термального барьера.....	56
9.3.5	Выбор параметров.....	56
9.4	Добавление вырезов внутрь зоны.....	56
9.5	Редактирование контура зоны.....	57
9.6	Параметры редактирования зоны.....	59
9.7	Финальное заполнение зон.....	59
9.8	Смена имени электрической цепи зоны.....	60
9.9	Создание зон на технических слоях платы.....	60
9.9.1	Создание габаритов зоны.....	60
10.	ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.....	61
10.1	Подготовка проекта к передаче в производство.....	61
10.2	Финальный DRC тест.....	62
10.3	Установка начала координат.....	62
10.4	Генерация файлов фотошаблонов печатной платы.....	63
10.4.1	Gerber RS-274X формат.....	64
10.4.2	Форматы HPGL, Postscript, DXF.....	64
10.5	Установка зазора для маски остановки пайки.....	65
10.5	Генерация файлов для сверления отверстий.....	65
10.6	Генерация кабельной документации.....	66

<u>10.7</u>	<u>ГЕНЕРАЦИЯ ФАЙЛОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАССТАНОВКИ КОМПОНЕНТ</u>	<u>66</u>
<u>10.8</u>	<u>РАСШИРЕННЫЕ ОПЦИИ ПЕЧАТИ</u>	<u>67</u>
11.	MODEDIT: УПРАВЛЕНИЕ БИБЛИОТЕКАМИ МОДУЛЕЙ	67
11.1	ОБЗОР ModEdit	67
11.2	РЕДАКТОР МОДУЛЕЙ ModEdit	68
11.3	ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ModEdit	69
11.4	ОСНОВНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ В ModEdit	69
11.5	СОЗДАНИЕ НОВОГО МОДУЛЯ	70
11.6	СОЗДАНИЕ НОВОЙ БИБЛИОТЕКИ	71
11.7	СОХРАНЕНИЕ МОДУЛЯ В АКТИВНОЙ БИБЛИОТЕКЕ	71
11.8	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МОДУЛЯ ИЗ ОДНОЙ БИБЛИОТЕКИ В ДРУГУЮ	71
11.9	СОХРАНЕНИЕ ВСЕХ МОДУЛЕЙ СХЕМЫ В АКТИВНОЙ БИБЛИОТЕКЕ	71
11.10	ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ МОДУЛЕЙ БИБЛИОТЕКИ	72
11.11	ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ БИБЛИОТЕК – РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПРАКТИКА	73
12.	MODEDIT: РЕДАКТИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ	74
12.1	ОБЗОР	74
12.2	ЭЛЕМЕНТЫ МОДУЛЯ	74
12.2.1	Контактные площадки	75
12.2.2	Контур модуля	75
12.2.3	Текстовые поля	75
12.3	Запуск ModEdit и выбор модуля для редактирования	76
12.4	Инструментальная панель редактора модуля	76
12.4.1	Правая панель – редактирование модулей	77
12.4.2	Левая панель – опции отображения модулей	77
12.5	Контекстные меню	78
12.6	Диалог свойств модуля	79
12.7	Создание нового модуля	80
12.8	Добавление и редактирование контактных площадок	81
12.8.1	Добавление контактной площадки	81
12.8.2	Установка свойств площадки	81
12.9	Полевые свойства площадок	83
12.10	Информация об авторазмещении для модуля	84
12.11	Атрибуты	85
12.12	Документирование модулей в библиотеке	85
12.13	Управление трехмерным изображением корпуса	86
12.14	Сохранение модуля в активной библиотеке	87
12.15	Сохранение модуля в проекте печатной платы	87
13.	ССЫЛКИ	87
14.	ПОСЛЕСЛОВИЕ К РУССКОЙ РЕДАКЦИИ ПЕРЕВОДА	88

1. Представление PCBNEW

1.1 Аннотация

PCBNEW - это мощная программа для создания печатных плат (printed circuit board), работающая с разными семействами операционных систем: как с LINUX, так и с WINDOWS.

PCBNEW используется совместно с программой разработки схем (schematic capture) EESCHEMA, которая на выходе, помимо рисунка электрической схемы, формирует список электрических цепей (Netlist-файл), описывающий электрические соединения для разработки печатной платы (PCB).

Программа CVPCB при этом используется для назначения каждого компонента в Netlist, полученном в EESCHEMA, модулю, который используется в PCBNEW. Это может быть сделано либо интерактивно, либо автоматически, используя эквивалентность файлов.

PCBNEW управляет библиотеками модулей. Каждый модуль это плоский образ посадочного места (ПМ) физического компонента (footprint), включающий полойную геометрию контактных площадок, обеспечивающих соединение с компонентом. Требуемые модули автоматически загружаются во время чтения Netlist, формируемого программой CVPCB.

PCBNEW интегрирует, автоматически и немедленно, любые модификации цепи, удаляя ошибочные дорожки, добавляя новые компоненты или модифицируя любые значения (и при определенных условиях любые ссылки) старых или новых модулей, согласно с электрическими соединениями, появляющимися в схеме.

PCBNEW обеспечивает отображение не реализованных соединений (rats nest display), тонкая линия соединяет контактные площадки модулей, которые соединены по схеме, но не разведены проводниками (дорожками). Эти соединения динамически перемещаются вместе с перемещениями дорожек и модуля.

PCBNEW имеет активную проверку правил проектирования Design Rules Check (DRC), которая автоматически обнаруживает любые ошибки разводки в реальном времени.

PCBNEW может автоматически генерировать рисунок дорожек с (или без) термальных барьеров (thermal breaks) на площадках.

PCBNEW имеет простую, но эффективную авто-разводку (autorouter) для помощи в проектировании плат. Экспорт и импорт в формат Specstra DSN позволяет привлекать более развитые внешние программы авто-трассировки.

PCBNEW поддерживает специфические опции для проектирования плат СВЧ (ultra high frequency): трапециевидные и сложной формы площадки, автоматическую прорисовку катушек....

PCBNEW отображает элементы топологии платы (дорожки, площадки, тексты, рисунки...) в реальных размерах, в соответствии с персональными настройками:

- заполненное или контурное отображение;
- отображение зазоров дорожка/площадка.

1.2 Особенности ведения разработки в PCBNEW

PCBNEW имеет внутреннее разрешение в 1/10000 дюйма. PCBNEW работает с 16 слоями меди (сигнальными слоями) и 12 техническими слоями (маркировочный трафарет или шелкография, маска припоя, адгезионный компонент, флюс, рисунки и комментарии) и управляет в реальном времени индикацией тонкими линиями (ratsnest) пропущенных (неразведенных) дорожек. Отображение элементов топологии платы (дорожек, площадок, текста, рисунков...) может быть определено пользователем:

- полное или контурное;
- с или без допуска дорожек;
- скрытое для некоторых элементов (медные слои, технические слои, зоны меди, модули...), что полезно для высокоплотных многослойных плат.

Для сложных цепей отображение слоев, зон, компонент может быть удалено выборочным путем для улучшения восприятия на экране. Модули могут поворачиваться на любой угол с шагом в 0,1 градуса.

Площадки могут быть круглыми, прямоугольными, овальными или трапециевидальными (последние необходимы при подготовке СВЧ-цепей). Вдобавок некоторые базовые площадки могут быть сгруппированы. И размер каждой площадки, и слои, где они появляются, могут регулироваться. Сверление отверстий может быть скорректировано значением смещения (offset).

PCBNEW может автоматически генерировать разводку дорожек с автоматической генерацией термальных барьеров (thermal breaks) вокруг близко расположенных площадок.

Редактор модулей (Module Editor) доступен с инструментальной панели PCBNEW. Редактор позволяет создать или модифицировать модуль печатной платы или библиотеки, а затем сохранить тот или другой. Модуль, сохраненный в проекте платы, одновременно может быть сохранен в библиотеке. Дополнительно все модули платы могут быть сохранены в библиотеке созданием архива образов посадочных мест корпусов (footprint archive).

PCBNEW генерирует чрезвычайно простым образом все необходимые документы:

- Файлы управляющих программ (УП) для фото-плоттера в формате **GERBER**
- Файлы УП для сверления в формате **EXCELLON** и планы сверления
- Файлы чертежей топологии и сверления платы в **HPGL** формате
- Файлы чертежей топологии и сверления в **POSTSCRIPT** формате
- Файлы чертежей топологии и сверления в **DXF** формате
- Локальная распечатка на принтере

1.3 Дополнительные требования

Работа в PCBNEW требует 3-х клавишную мышь (3-я клавиша не строго необходима, но крайне полезна для многих команд, к примеру, для быстрого масштабирования изображения или увеличения его фрагмента рамкой). И, наконец, следует учесть, что для создания необходимых списков соединений (netlists), передаваемых PCBNEW, необходимы программы создания схемы электрической EESchema и CVPCB.

2. Вызов редактора PCBNEW

Процедура установки описана в документации к системе KiCad.

2.1 Модификация заданной конфигурации KiCad

Файл конфигурации **kicad.pro** по умолчанию находится в папке **kicad/template**. Он используется в качестве начальной конфигурации для всех новых проектов. Этот файл конфигурации может быть модифицирован, в основном для изменения списка доступных библиотек.

Чтобы это сделать:

- Запустите pcbnew, используя программу-менеджер **kicad** или непосредственный вызов **c:\kicad\winexe\pcbnew.exe**.
В Linux: запустите **/usr/local/kicad/linux/kicad** или **/usr/local/kicad/linux/pcbnew**.
- Выберите **Preferences - Libs и Dir** (настройки – библиотеки и директории).
- Отредактируйте их, как требуется.
- Сохраните модифицированную конфигурацию (**Save Cfg**) в **kicad/template/kicad.pro**.

3. Основные операции в PCBNEW

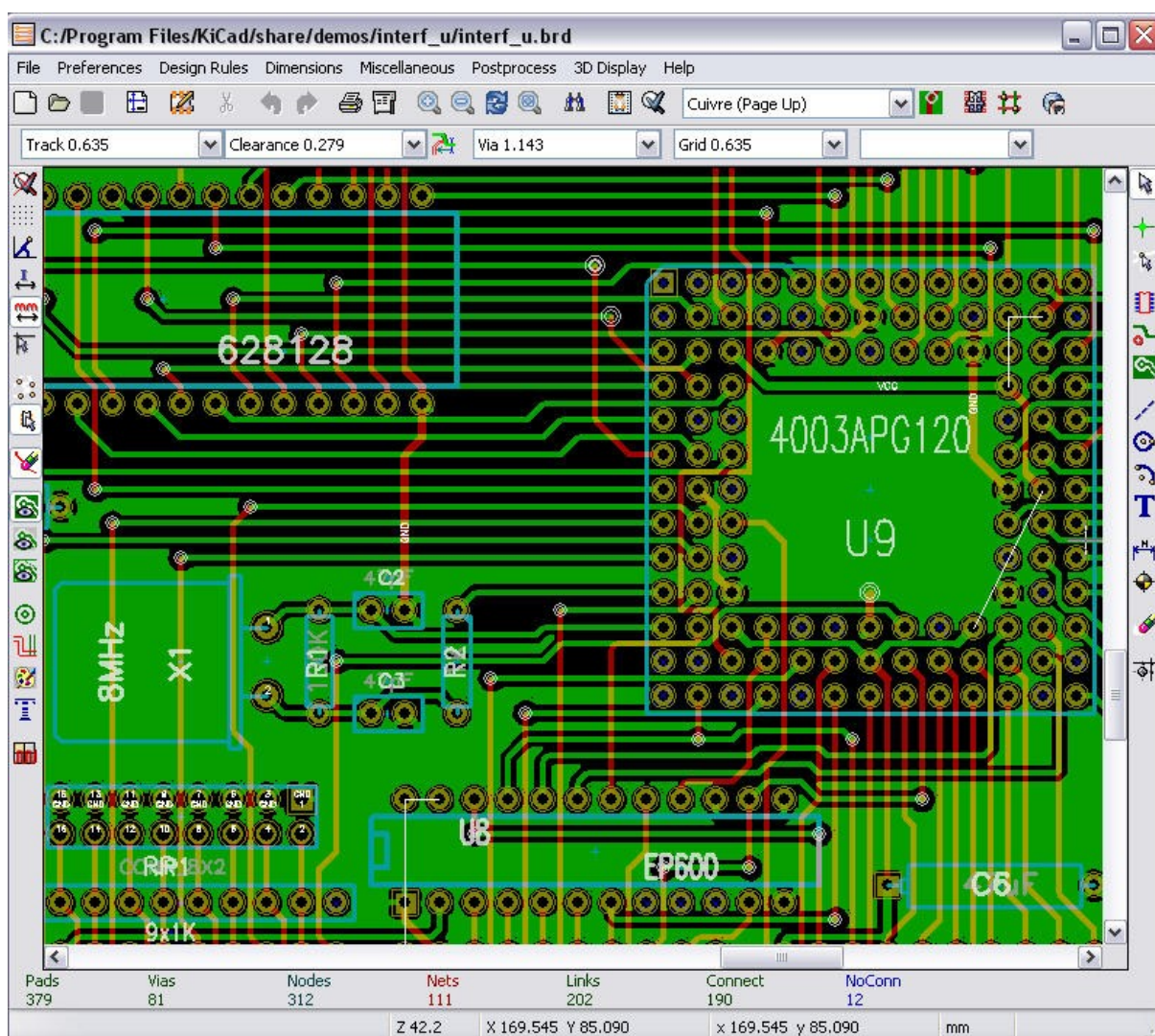
3.1 Доступ к операциям

Можно получить доступ к разным операциям, используя:

- основную панель меню (наверху экрана);
- иконки в верхней части экрана (общая линейка быстрого вызова функций) ;
- иконки в правой части экрана (специфические функции или **tools-инструменты**);
- иконки левой части экрана (функции отображения);
- клавиши мышки (они предоставляют меню опций).
Правая клавиша мышки открывает всплывающее меню, содержание которого зависит от элемента под курсором (масштабирование отображения, сетка и редактирование элемента);
- клавиатура (функциональные клавиши **F1, F2, F3, F4, Shift, Delete, +, -, Page Up, Page Down** и **Space**).

*Клавиша **Escape** обычно прерывает выполняющуюся операцию.*

Снимок экрана ниже иллюстрирует некоторые возможности доступа к операциям:



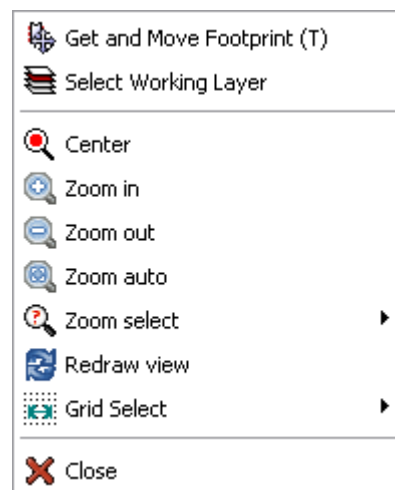
3.2. Команды с использованием мышки

- Левая клавиша:

- Одиночный щелчок отображает характеристики модуля или текста под курсором на нижней панели состояния;
- Двойной щелчок отображает редактор (если элемент редактируемый) для элемента под курсором.

- Центральная клавиша/колесико:

- Быстрое масштабирование вида. Операция быстрого масштабирования вида доступна только для 3х-клавишной мышки. Следовательно, она имеет преимущества перед клавишной. Вращение колесика мышки осуществляет увеличение и уменьшение изображения (**zoom in** и **out**). Удерживая в нажатом состоянии центральную клавишу, нарисуйте прямоугольник для масштабирования очерченного пространства.



- Правая клавиша:

- Отображает всплывающее меню функций PCBNEW (при загруженном проекте верхняя часть меню определяется контекстом).

Прямоугольный каркас блока изображения проекта печатной платы формируется при перемещении мышки, пока удерживается нажатой левая клавиша мышки. Операция прекращается при отпуске клавиши.

Операции перемещения, копирования, поворота, инвертирования (отражения) и удаления блока при помощи мышки доступны при удержании специальных клавиш клавиатуры или из всплывающего меню по правой кнопке мышки. Вдобавок вид может масштабироваться для пространства, очерченного блоком.

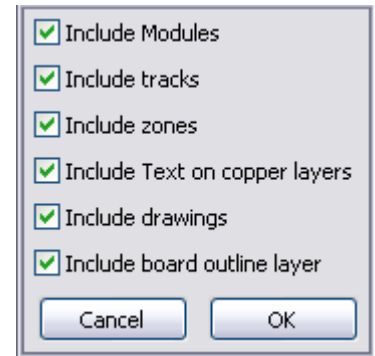
Удержание одной из клавиш **Shift** или **Ctrl**, или обеих клавиш **Shft** и **Ctrl** вместе, или **Alt** пока блок вытянут операцией копирования (Copy), поворота (Rotate) или удаления (Delete) или инвертирования на другую сторону платы (Flip) автоматически выбирает операцию, как показано в таблице ниже:

Левая клавиша мышки удержана нажатой	Формируется каркас перемещающегося блока
Shift + левая клавиша удерживаются	Формируется каркас для копируемого блока
Ctrl + левая клавиша удерживаются	Формируется каркас поворачивающегося на 90° блока
Alt + левая клавиша удерживаются	Формируется каркас для инвертируемого блока
Shft+Ctrl + левая клавиша удерживаются	Формируется каркас для удаляемого блока
Центральная клавиша мышки удерживается	Формируется каркас масштабирования блока

При перемещении блока:

- Переместите блок на новое место и используйте левую клавишу мышки для размещения элемента;
- Для прекращения операции используйте правую клавишу мышки и выберите из меню **Cancel Block** – прекратить операцию (или нажмите клавишу **Esc**).

Альтернативно, если не нажаты клавиши при про-рисовке блока, используйте правую клавишу мышки для вызова всплывающего меню и выберите требуемую операцию. Для каждой операции с блоком окно выбора показывает действия, которые могут быть ограничены только выбранными элементами топологии платы.



3.3 Выбор размера сетки (Grid)

Курсор при компоновке элементов перемещается по сетке, отображение сетки может быть включено или выключено с помощью иконки на левой стороне инструментальной панели.

Любой из предустановленных размеров сетки или определенных пользователем размеров может быть изменен с помощью окна всплывающего меню (функция **Grid Select**) или выпадающего селектора **Grid** инструментальной панели в верхней части экрана. Размер определенной пользователем сетки устанавливается в меню опцией **Dimensions - User Grid Size (Размеры – пользовательский размер сетки)**.

3.4 Регулирование размеров отображения (ZOOM)

Для изменения размера изображения:

- Откройте всплывающее окно (используя правую клавишу мышки) и выберите требуемый размер;
- Или используйте функциональные клавиши:
 - F1**: Увеличение (zoom in)
 - F2**: Уменьшение (zoom out)
 - F3**: Перерисовать изображение
 - F4**: Центрировать вид по текущей позиции курсора
- Или поверните колесико мышки;
- Или удержите нажатой центральную клавишу мышки и измените прямоугольник для масштабирования отображенного пространства.

3.5 Отображение координат курсора

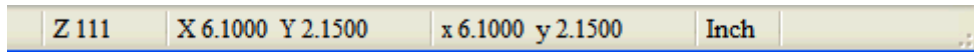
Координаты курсора отображаются в дюймах (*дюймы или* “) или в миллиметрах (*mm*), как выбрано с помощью иконок 'I' или 'mm' на левой инструментальной панели. Какие бы единицы ни были выбраны, PCBNEW всегда работает с точностью в 1/10,000 дюйма.

Панель состояния внизу экрана дает:

- Текущие установки zoom.
- Абсолютную позицию курсора.
- Относительную позицию курсора. *Заметьте, что относительные координаты (x,y) могут быть установлены в 0,0 в любом месте*

нажатием пробела. Позиция курсора затем отображается относительно этой новой точки.

- Дополнительно, относительная позиция курсора может отображаться в полярных координатах (*ray + angle – радиус + угол*). Режим можно включить или выключить, используя иконку левого инструментального меню.



3.6 Быстрые команды с клавиатуры (Hot Keys)

Некоторые команды доступны непосредственно с клавиатуры (выбор как при верхнем, так и при нажнем регистре). Опции:

- **Delete** (or Del): Удаляет модуль или дорожку (только, если инструмент Module или track активирован)
- **V**, если инструмент track активен, переключает рабочий слой (Component <> Copper) или помещает переходное отверстие, если дорожка трассируется.
- **R**: Поворачивает модуль
- **S**: Переключает модуль на противоположный слой (Component <> Copper)
- **M**: Move - Перемещает модуль (размещение с помощью щелчка левой клавиши мышки).
- **G**: Перетаскивает модуль (размещение с помощью щелчка левой клавиши мышки).
- **+** и **-**: Активный слой = следующий или предыдущий слой.
- **Page Up**: Активный слой = component (компонентный).
- **Page Down**: Активный слой = copper (медный).

3.7 Операции с блоками

Операции по перемещению (Place Block), инвертированию (Flip Block), копированию (Copy Block), вращению (Rotate Block) и удалению (Delete Block) блока доступны через всплывающее меню. Дополнительно вид может масштабироваться так, как это описано выше.

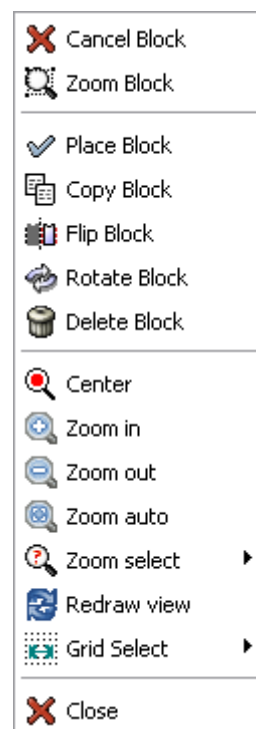
Каркас блока прочерчивается при перемещении мышки с удержанием левой клавиши. Операция завершается при отпускании клавиши.

Удерживая нажатой одну из клавиш **Shift** или **Ctrl**, или обе **Shflt** и **Ctrl** вместе, или **Alt**, в то время, как блок выполняет операцию инвертирования, вращения, удаления или копирования, вы автоматически получаете одну из возможностей, показанных в таблице ниже:

Удерживается левая клавиша мышки	перемещение блока
ALT + левая клавиша удерживаются	инвертирование (отражение) блока
CTRL + левая клавиша удерживаются	вращение блока на 90°
SHIFT+CTRL + левая клавиша удерживаются	удаление блока
SHIFT + левая клавиша удерживаются	копирование блока

При начальном выборе перемещения блока (ни одна из клавиш не удержана) может быть выбрана одна из альтернативных опций во всплывающем меню по нажатию правой клавиши мышки.

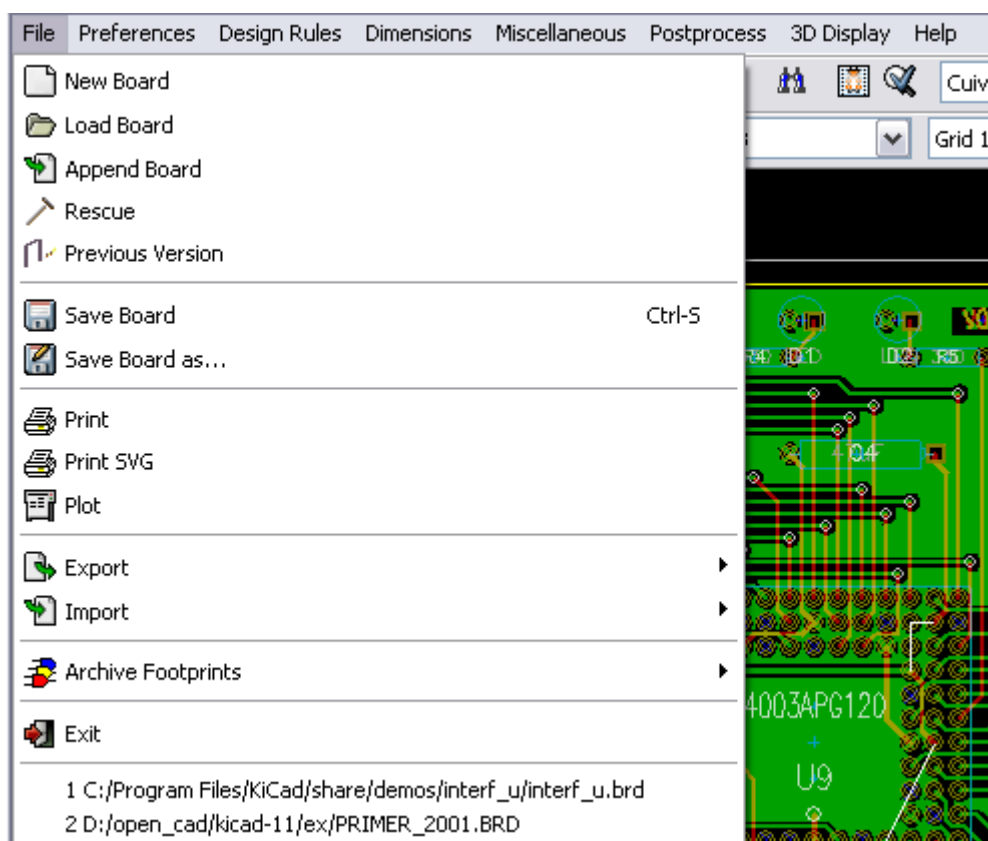
Любая из команд выше может быть прекращена через то же всплывающее меню или нажатием клавиши **Escape (Esc)**.



3.8 Главное меню PCBNEW

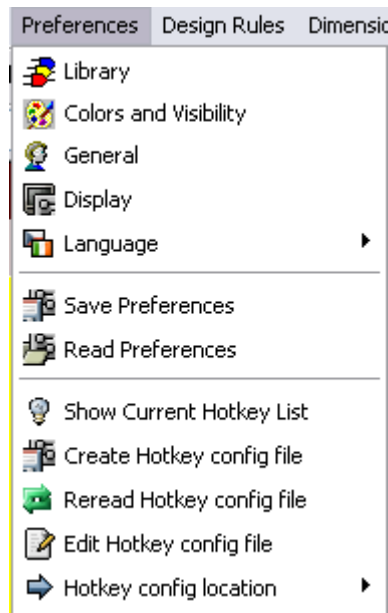
Панель головного меню предоставляет доступ к файлам печатных плат (загрузка и сохранение), опциям конфигурации редактора PCBNEW и настройки правил проектирования, к функциям вывода управляющих файлов для печати проверочных чертежей, фотошаблонов платы, вывода файлов сверления отверстий, просмотра объемного изображения платы и доступа к файлам помощи пользователю.

3.8.1 Файл (File)



Меню **File** позволяет загрузить и сохранить файлы проектов печатных плат типа .BRD, а также распечатать и начертить рисунок платы (circuit board). Также можно экспортировать описание платы на открытом языке Specstra DSN для внешней трассировки соединений, в формате GenCAD передать соединения для использования с оборудованием автоматизированного тестирования платы. Можно также сформировать отчет об использованных в плате модулях компонентов и связаться с архивом файлов посадочных мест модулей.

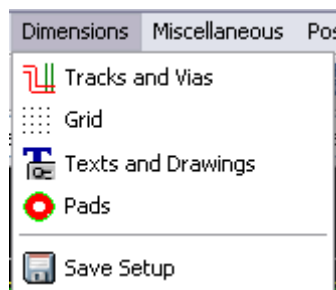
3.8.2 Настройки (Preferences)



Позволяют:

- Выбор библиотек модулей (**Library**).
- Выбор цветов для отображения слоев и настройки видимости других элементов – **Colors and Visibility** (возможно включить и выключить отображение элементов платы).
- Настроить способ отображения элементов топологии платы (**Display**).
- Управление основными опциями – **General** (единицы измерения, число слоев и т.д.).
- Управление другими опциями отображения (выбор языка интерфейса программы, создание файла “горячих клавиш” (Hot keys), сохранение параметров конфигурации PCBNEW).

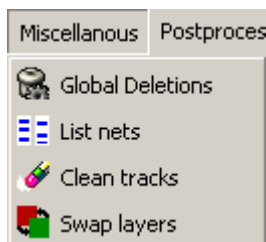
3.8.3 Размеры (Dimensions)



Позволяет регулировать:

- Ширину дорожек, тип и размер переходных отверстий (vias).
- Размер пользовательской сетки.
- Размеры текста и ширины линии для векторной прорисовки.
- Размеры и характеристики контактных площадок.

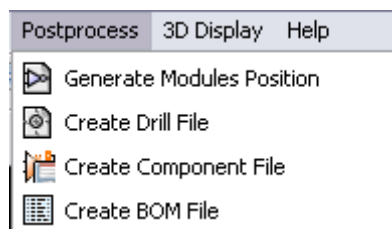
3.8.4 Операции (Miscellaneous)



Предоставляет доступ к:

- Полному удалению элементов.
- Списку сетей.
- Удалению ненужных сегментов дорожки.
- Переключению элементов между слоями.

3.8.5 Постпроцессы (Postprocess)

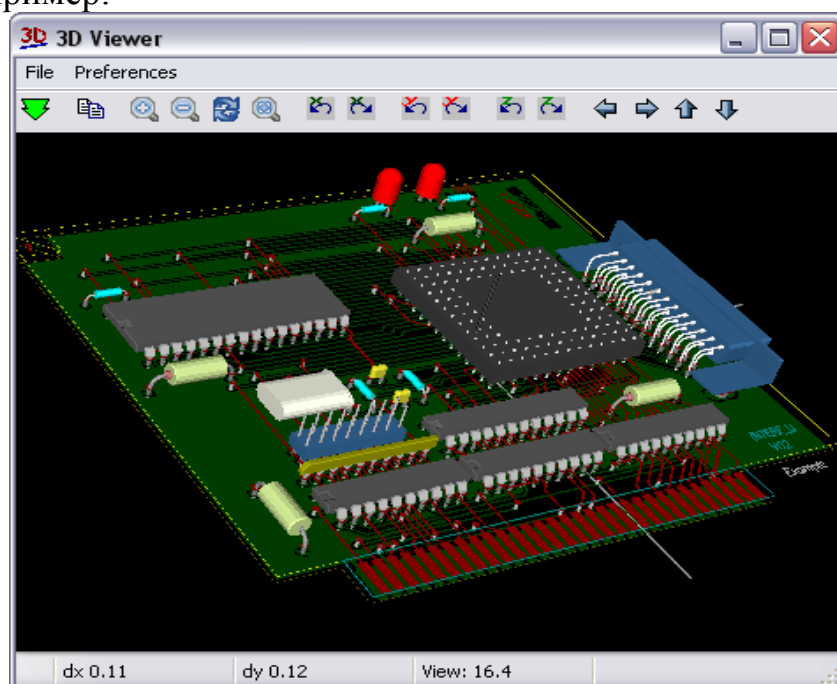


Позволяет создавать следующие файлы:

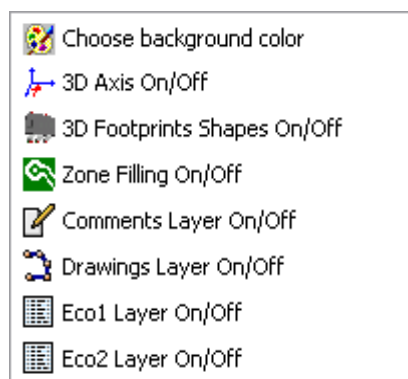
- Размещение компонент (для автоматического размещения).
- Сверления.
- Ассоциации компонент и модулей (обычно генерируется CVPCB).
- Спецификации платы в формате BOM (Bill Of Materials).

3.8.6 Трехмерное отображение платы (3D Display)

Запускает программу просмотра трехмерных изображений для объемного показа платы. Например:

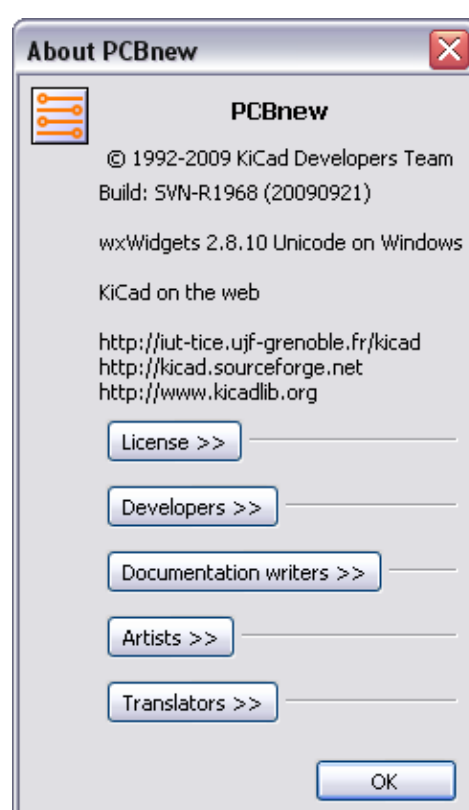
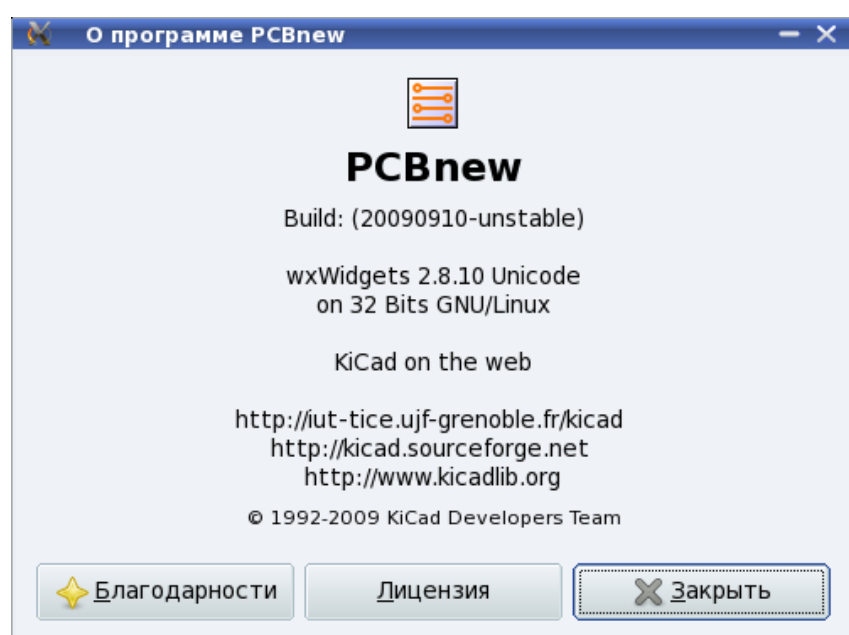


Команда **Preferences** позволяет получить приведенное меню, где можно задать такие параметры отображения как цвет фона, включить/отключить 3D-оси, включить/отключить контуры посадочных мест, включить/отключить рисование зон металлизации, включить/отключить отображение данных со вспомогательных слоев платы.



3.8.7 Помощь (Help)


















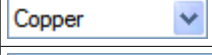
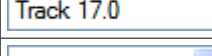
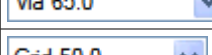
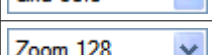

Предоставляет доступ к файлам помощи в формате Acrobat PDF и к информации о версии редактора PCBnew.





3.9 Команды иконок верхней инструментальной панели














Эта инструментальная панель дает доступ к важным функциям PCBNEW.






	Создать новую печатную плату.
	Открыть старую печатную плату.
	Сохранить печатную плату.
	Выбор размера страницы и модификация свойств файла.
	Открыть редактор модуля (ModEdit) для отображения/редакции библиотеки или pcb модулей.
	Удалить элементы, выбранные при операции перемещения блока.
	Отменить последнее удаление.
	Отобразить меню печати.
	Отобразить меню черчения (plot menu).
	Zoom in (увеличение) и Zoom out (уменьшение относительно центра экрана).
	Перерисовать экран и автоматическое масштабирование (Zoom).
	Найти модуль или текст.
	Netlist опции (выбор, чтение, тестирование и компиляция).
	DRC (Design Rule Check): автоматическая проверка дорожек.
	Режим модуля: когда активно, доступны опции модуля во всплывающем окне.
	Режим разводки: когда активно, доступны опции разводки (routing options) во всплывающем окне.
	Прямой доступ к web-трассировщику FreeRoute
	Выбор рабочего слоя.
	Выбор толщины дорожки уже используемой.
	Выбор размера отверстия уже используемого.
	Выбор размера сетки.
	Выбор масштаба отображения (zoom).


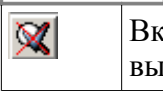
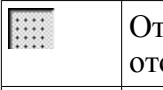






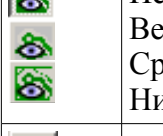


В последних версиях PCBNEW реализованы важные функции отката при редактировании платы: **Undo** (отмена последней операции редактирования, кнопка ) и **Redo** (отмена отката, кнопка )



3.10 Команды иконок правой инструментальной панели

	<p>Эта панель дает доступ к инструментам для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Размещения модулей, дорожек (проводников), зон меди, текстов... - Подсветки цепей. - Создание примечаний, графических элементов.... - Удаление элементов.
	Прекращение работы инструмента.
	Подсвечивание цепи, выбранной щелчком по дорожке или площадке.
	Отображает локальные не разведенные соединения (ratsnest) (площадка или модуль).
	Добавить модуль из библиотеки.
	Размещение дорожек и переходных отверстий.
	Размещение зон металлизации (плоскость меди).
	Нарисовать линию на технических слоях (то есть, не на слое меди).
	Нарисовать окружность на технических слоях (то есть, не на слое меди).
	Нарисовать дуги на технических слоях (то есть, не на слое меди).
	Размещение текста.
	Нарисовать размер на технических слоях (то есть, не на слое меди).
	Нарисовать выравнивающие метки (появляются на всех слоях).

	<p>Эта панель дает доступ к инструментам для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Размещения модулей, дорожек (проводников), зон меди, текстов... - Подсветки цепей. - Создание примечаний, графических элементов.... - Удаление элементов.
	<p>Удалить элемент, на который указывает курсор (смотрите примечание ниже) <i>Примечание:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • при удалении, если несколько перекрывающихся элементов под курсором, приоритет отдается наименьшему (по убыванию приоритета – дорожка, текст, модуль). • функция Undelete верхней инструментальной панели позволяет отменить последнее удаление.
	<p>Настройка коррекции (Offset adjust) для файлов сверления и размещения.</p>

3.11 Команды иконок левой инструментальной панели

	<p>Эта инструментальная панель дает опции отображения и управления проектом</p>
	<p>Включает/выключает DRC (Design Rule Checking). Предостережение: когда DRC выключено, могут быть сделаны неправильные соединения.</p>
	<p>Отображение сетки включить/выключить (Заметьте: мелкая сетка может не отображаться).</p>
	<p>Отображение относительных полярных координат на панели состояния включить/выключить.</p>
	<p>Отображение/ввод координат в дюймах или миллиметрах.</p>
	<p>Изменить отображение курсора.</p>
	<p>Отобразить основные ratsnest – не реализованные соединения между модулями.</p>
	<p>Отобразить ratsnest модуля динамически, как они перемещаются.</p>
	<p>Возможно/невозможно автоматическое удаление дорожек при их перерисовке.</p>
	<p>Переключение режимов отображения медных зон: Верхней кнопкой показываються все (контуры и заполненные зоны) Средней кнопкой показываються только контуры зон (без контуров залитых зон) Нижней кнопкой показываються все контуры (и контуры заливки). Без заливки</p>
	<p>Отображение площадок в эскизном (контурном) режиме включить/выключить.</p>
	<p>Отображение дорожек и отверстий в эскизном режиме включить/выключить.</p>

	Высококонтрастный режим отображения включить/выключить. В этом режиме активный слой отображается нормально, все другие слои отображаются серыми. Полезно для работы с многослойными цепями.
	Удалить/включить вертикальную линейку функций для микроволновых приложений (microwave applications). Разрабатывается

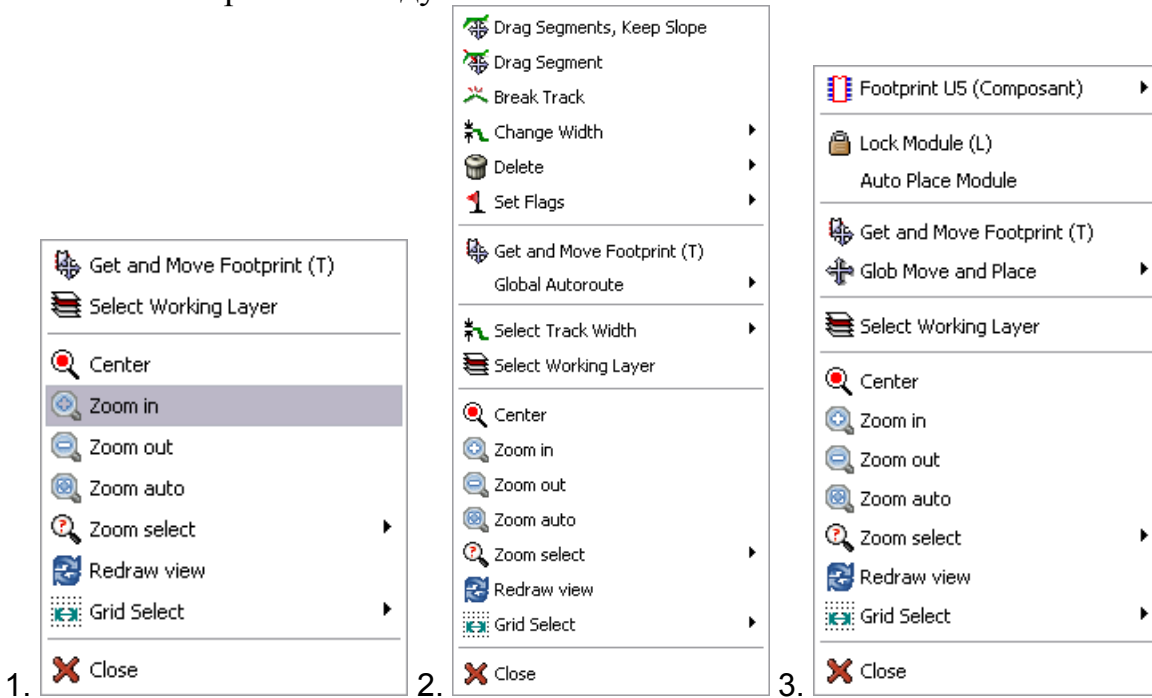
3.12 Всплывающие окна и быстрое редактирование элементов

Щелчок правой клавиши мышки открывает всплывающее окно, содержание которого зависит от элемента, на который указывает курсор. Это дает немедленный доступ:

- к изменениям отображения (центр отображения на курсоре, **zoom in** или **out** или выбор масштаба отображения – **zoom**).
- к установке размера сетки.
- дополнительно, щелчок правой клавиши по элементу дает возможность редактировать наиболее часто модифицируемые параметры элементов.

Ниже показаны всплывающие окна:

1. без выбранного элемента.
2. с выбранной дорожкой.
3. с выбранным модулем.



Стрелки вправо указывают на подменю операции с элементами платы. К примеру, для посадочного места модуля имеем картинку справа.

Выпадающие меню операций редактирования возможны также для контактных площадок, переходных отверстий, текста.

Подобные меню позволяют перейти к диалоговому окну для редактирования параметров того или иного элемента платы.



4. Операция упаковки схемы на печатную плату

4.1 Соединение схемы с печатной платой

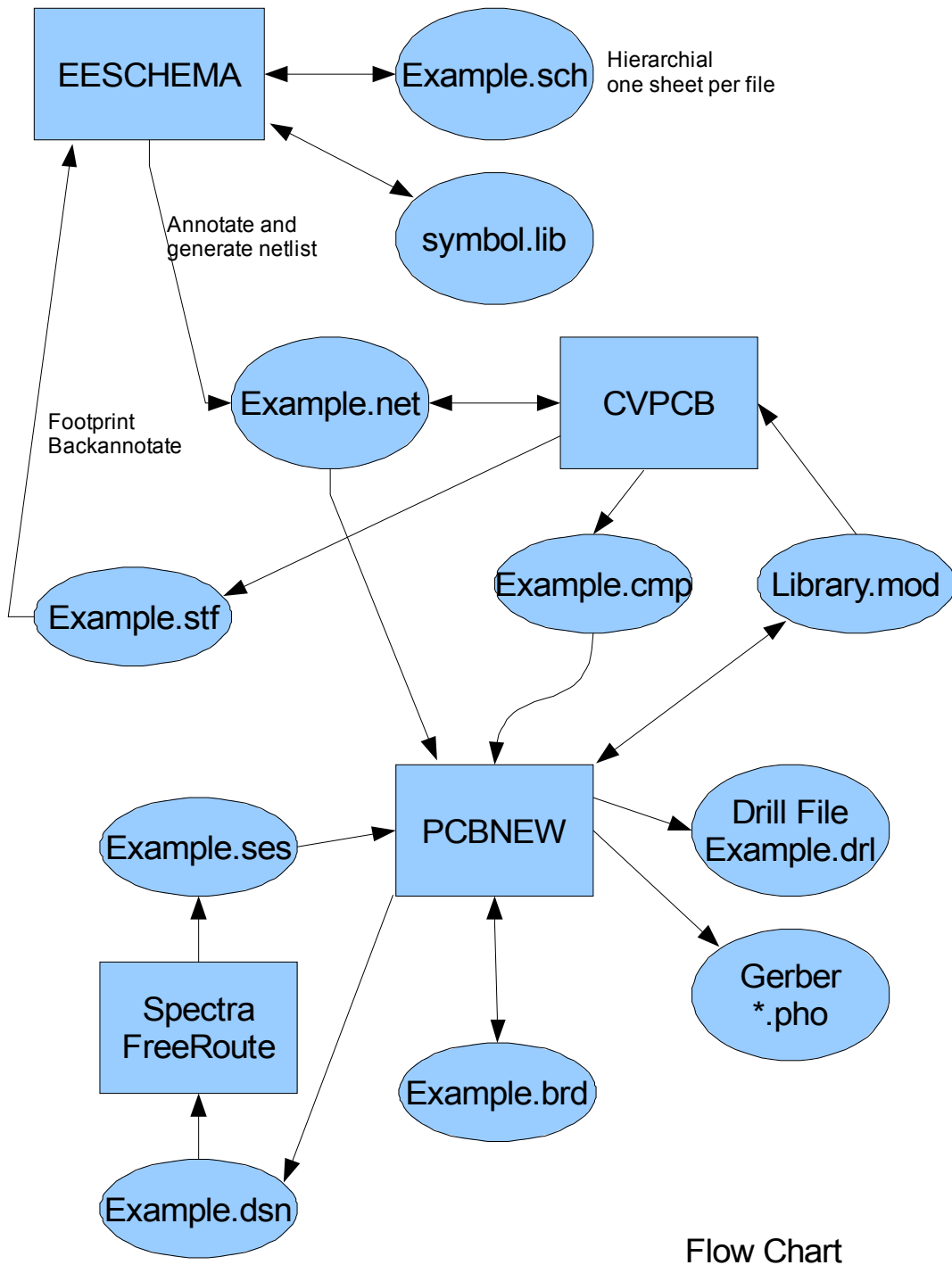


Схема соединяется с редактором PCBNEW посредством передачи файла Netlist списка электрических цепей, который формируется используемой программой построения схемы EESchema.

Замечание: PCBNEW принимает файлы Netlist с форматом EESchema или ORCAD PCB 2.

Изначально сгенерированный файл Netlist, как правило, некомплектен, поскольку в нем отсутствует привязка к модулям, которые соответствуют различным компонентам, используемым при создании схемы. Следовательно, необходима промежуточная операция по генерации файла для связывания компонент схемы и модулей платы.

Для создания такого файла типа .CMP используется программа CVPCB. Используя эту информацию, CVPCB также формирует обновленный файл Netlist.

PCBNEW читает модифицированный файл Netlist * .NET и, если есть, файл * .CMP. В случае, если модуль изменялся непосредственно в PCBNEW, файл * .CMP автоматически обновляется, так что необходимость в перезапуске CVPCB отпадает.

4.2 Переход к проектированию печатной платы

После создания требуемой схемы:

- сгенерируйте netlist, используя Eeschema;
- сопоставьте каждому компоненту в Netlist, произведенном Eeschema, соответствующий модуль, используемый на плате с помощью CVPCB;
- запустите PCBNEW и прочитайте модифицированный Netlist (при этом также прочитывается файл с выбором модулей).

PCBNEW затем автоматически загрузит все модули. Теперь можно приступить к размещению модулей на плате вручную или автоматически и к трассировке (разводке) соединений платы дорожками (проводниками).

4.3 Процедура обновления проекта платы

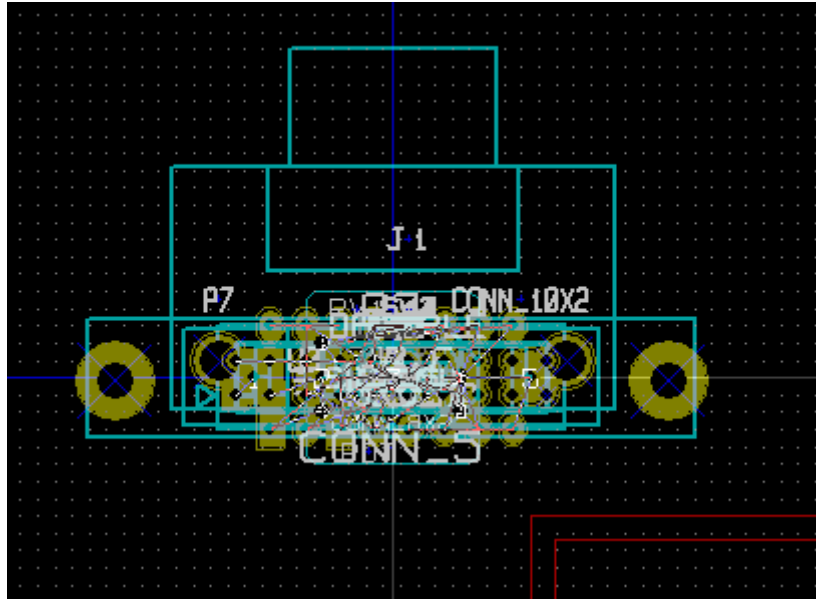
Если схема модифицировалась, должны быть повторены следующие шаги:


- сгенерируйте новый файл netlist, используя Eeschema;
- если изменения в схеме предполагают появление новых компонент, соответствующие модули должны быть назначены с помощью CVPCB;
- запустите PCBNEW и перечитайте модифицированный Netlist (при этом также перечитывается файл с выбором модулей).

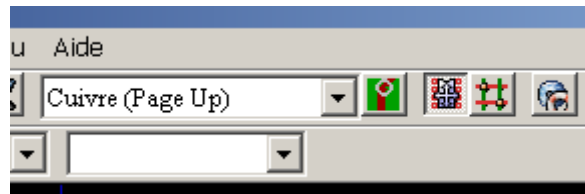
PCBNEW затем автоматически загрузит любые новые модули, добавит новые соединения и удалит лишние.

4.4 Загрузка новых посадочных мест

Когда новые посадочные места (ПМ) для модулей обнаруживаются в netlist, они автоматически подгружаются для размещения:



Они складываются с привязкой к точке с координатами 0,0. Можно размещать образы ПМ один за другим. Но лучшим способом является их автоматическое перемещение. Для этого инструментом  из главного меню необходимо активировать режим авто-размещения ПМ (footprint mode). Переместите курсор мышки на свободное место и нажмите правую кнопку.



5. Рабочие слои программы PCBNEW

PCBNEW работает на 28 различных слоях:

- 16 слоев медных (для разводки дорожек)
- 12 дополнительных технических слоев.

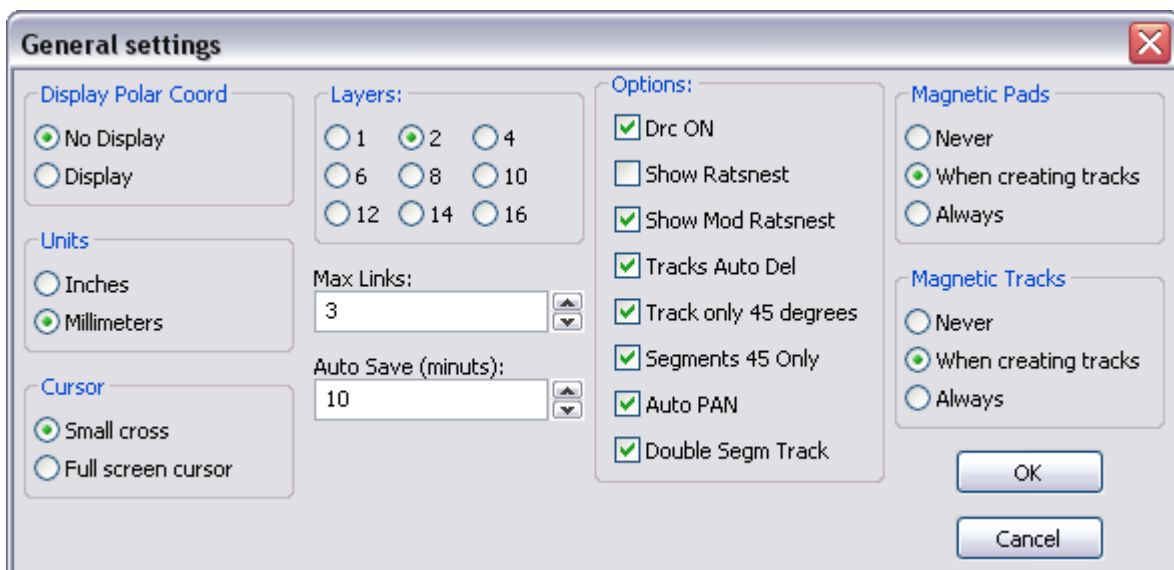
5.1 Медные слои

5.1.1 Назначение слоев

Медные слои – это рабочие технологические слои, используемые при автоматической разводке печатной платы (ПП). На них формируется проводящий рисунок печатной платы – размещаются проводящие дорожки. Слой 1 - **Cooper** или **Cuivre** – это медный слой (слой под пайку). Слой 16 – это слой установки компонент ПП **Component** или **Composant** (компонентный слой). Другие слои являются внутренними (от *Inner_L2* до *Inner_L15*).

5.1.2 Выбор числа слоев

При задании параметров навигации между слоями необходимо выбрать число рабочих слоев. Это можно сделать на панели основного меню выбором **Preferences – General (Свойства – Основные опции)**. Затем ввести требуемое количество слоев платы (от 1 до 16).



5.2 Дополнительные технические слои

Некоторые слои ПП ассоциированы в пары, а другие нет. Когда слои группируются парами, это сказывается на поведении модулей. Элементы, формирующие модуль (контактные площадки, контур посадочного места, текст), появляющиеся на рабочих слоях (пайки или компонентном), появляются и на ассоциированном (комплиментарном) слое, когда модуль инвертируется (зеркально отражается) на этот слой.

Технические слои это:

- **Адгезивные слои: Adhes_Cop, Adhes_Cmp (медный и компонентный):**

Они используются в адгезивных накладках для установки компонент поверхностного монтажа (SMD) на плате. В основном, перед пайкой волной.

- **Слои паяльной пасты, крепящей SMD: SoldP_Cop, SoldP_Cmp (медный и компонентный):**
Используются для выполнения масок, чтобы позволить паяльной пасте разместиться на площадках компонент поверхностного монтажа, обычно, перед заливкой припоем. Теоретически только площадки поверхностного монтажа (планарные площадки) занимают эти слои.
- **Слои трафарета – Silk Screen: SilkS_Cop, SilkS_Cmp (медный и компонентный):**
Это слои, где появляются образы посадочных мест (чертежи) компонент.
- **Слои маски припоя: Mask_Cop, Mask_Cmp (медный и компонентный):**
Это предопределенные маски припоя. Обычно все площадки появляются на одном или другом из этих слоев (или на обоих - для сквозных площадок) для предотвращения покрывания площадок лаком.
- **Слои для общего использования:**
 - **Comments** (комментарии)
 - **Е.с.о. 1** (1 слой для передачи изменений с платы на схему)
 - **Е.с.о. 2** (2 слой для передачи изменений с платы на схему)
 - **Drawings** (чертежи)

Это пользовательские слои для любого применения. Они могут быть использованы для текста, такого как инструкции по сборке или монтажу ПП, или для формирования конструкторских чертежей платы (топологических, сборочных или сверловочных).

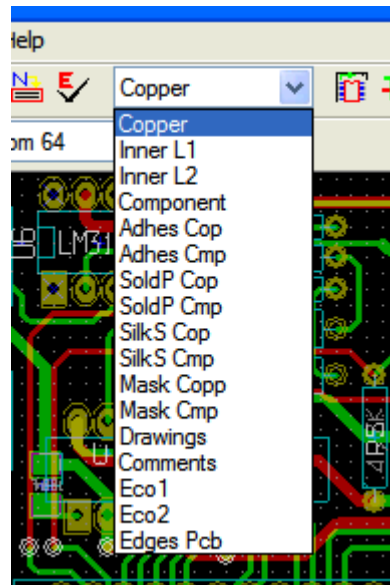
- **Слой кромки (конструктива) ПП – Edges_PCB:** этот слой зарезервирован для прорисовки контура платы (circuit board outline). Любые элементы (графика, тексты...), размещенные на этом слое, появляются на всех других слоях.

5.3 Выбор активного слоя:

Выбор активного рабочего слоя может быть сделан несколькими путями:

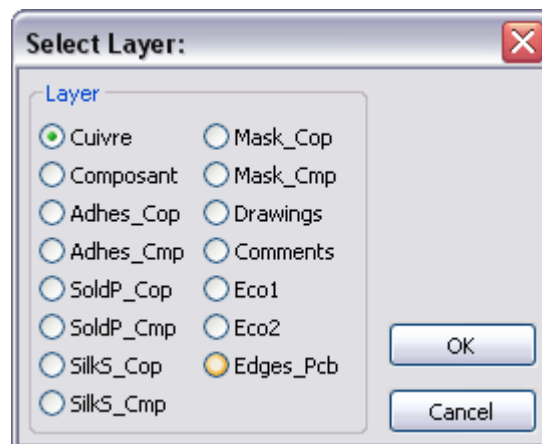
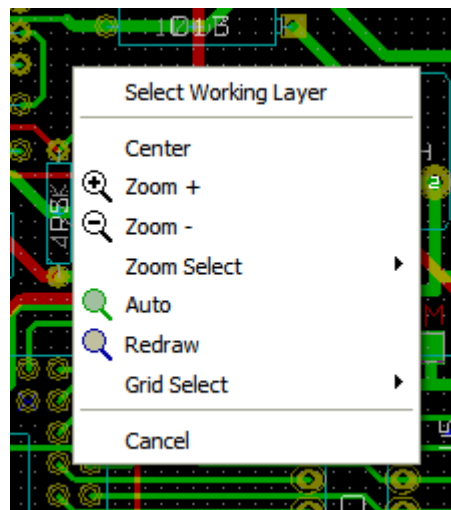
1. Используя верхнюю инструментальную панель.
2. Во всплывающем окне (активизированном правой клавишей мышки).
3. Используя клавиши + и – keys (работают только на медных слоях).

- **Выбор с верхней инструментальной панелью:**



Этим напрямую выбирается рабочий слой.

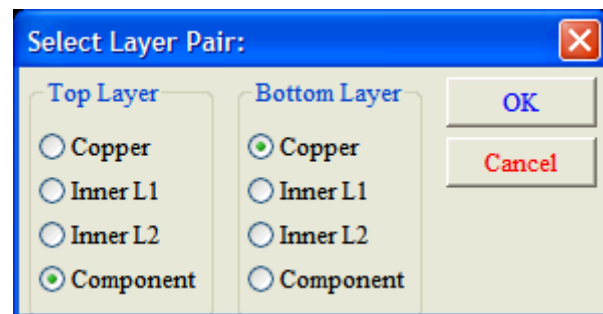
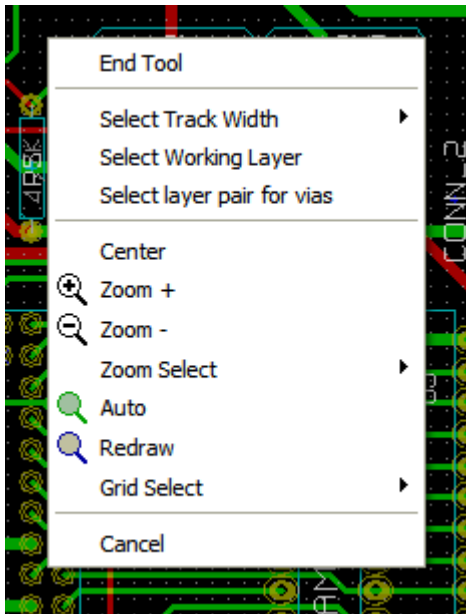
- **Выбор через всплывающее окно:**



Всплывающее окно открывает окно меню, которое предоставляет выбор рабочего слоя.

5.4 Выбор слоев для отверстий

Если иконка **Add Tracks and Vias** (Добавить дорожки и переходные отверстия) выбрана на правой инструментальной панели, всплывающее окно предоставляет возможность назначить пары слоев, используемых для отверстий (**Select layer pair for vias**):



Этот выбор открывает окно меню, которое предоставляет выбор слоев, используемых для отверстий.

При разводке ПП и создании переходных отверстий в проводящих дорожках платы рабочий (активный) слой автоматически переключается на альтернативный слой пары слоев, используемых для отверстий.

6. Создание и исправление платы

6.1 Создание платы

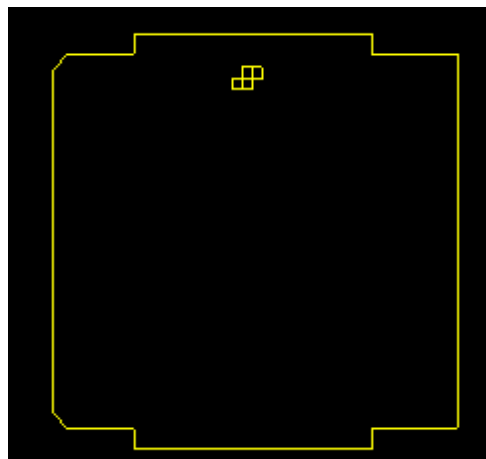
6.1.1 Прорисовка контура платы

Проектирование ПП начинается с задания контура платы. Контур рисуется, как последовательность отрезков линий. Выберите **Edges_pcb** в качестве активного слоя и используйте команду **Add graphic line or polygon** (*Добавить графическую линию или многоугольник*) для отрисовки контура: однократный щелчок в месте расположения каждого угла и двойной - для завершения контура. Платы, как правило, имеют очень точные размеры, так что может потребоваться использование отображения координат курсора при прорисовке контура. Вспомните, что относительные координаты могут быть обнулены в любой момент – используйте пробел – и что единицы отображения также переключаются с помощью **Alt-U**. Относительные координаты позволяют рисовать с очень большой точностью. При этом возможно рисовать круглые (или дугообразные) контуры:

- Выберите инструмент **Add graphic circle** или **Add graphic arc** (*«Добавить графическую окружность»* или *«Добавить графическую дугу»*);
- Щелкните, чтобы зафиксировать центр окружности;
- Отрегулируйте радиус, перемещением мышки;
- Завершите рисунок повторным щелчком.

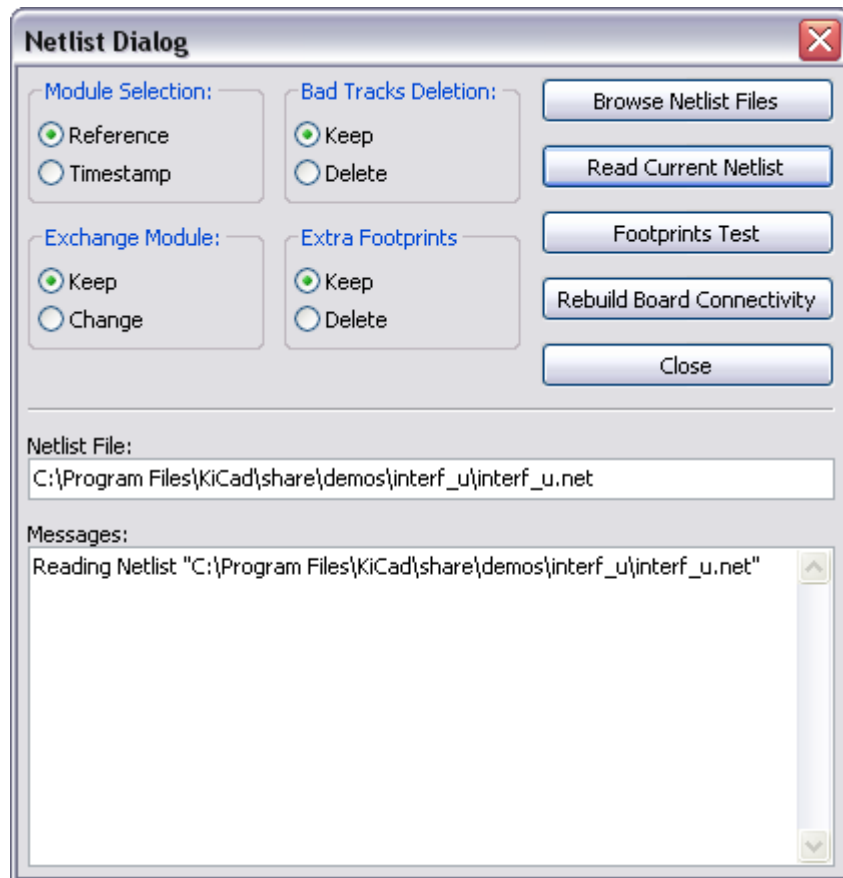
Заметьте, что ширина линии контура может быть установлена в меню **Parameters** (Параметры, рекомендованная ширина width = 150 в 1/10 mils, тысячной дюйма) или через **Options**, но это не будет видно, пока рисунок не отобразится в другом, чем прорисовка контура, режиме.

Результирующий контур может выглядеть похожим на этот:

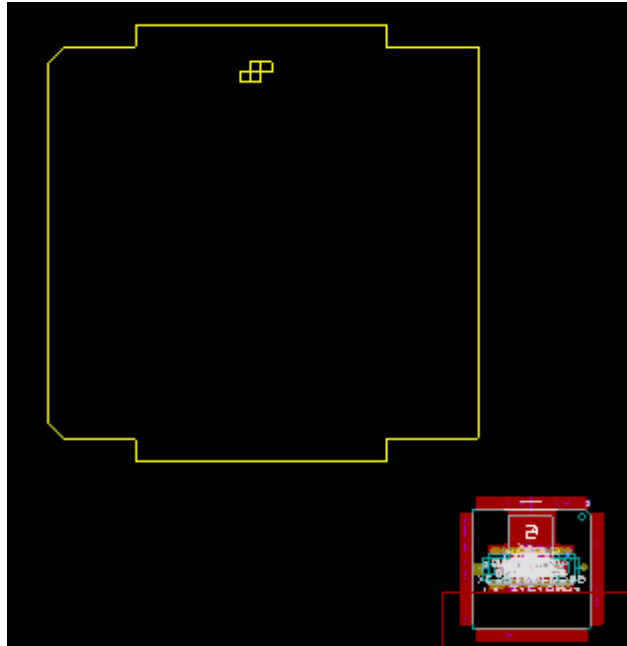


6.1.2 Чтение netlist, сгенерированного из схемы

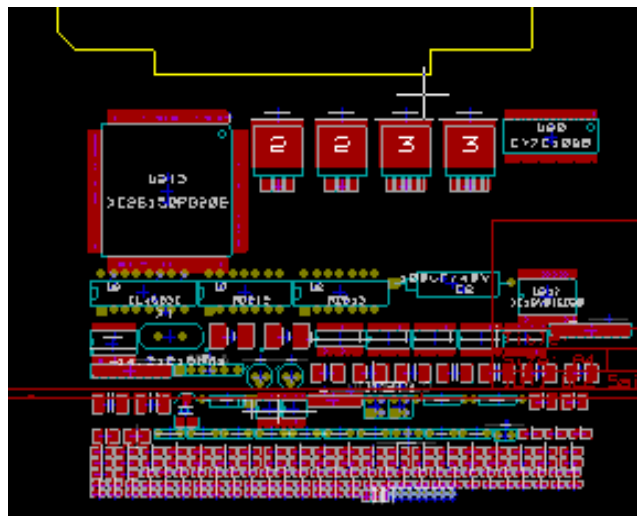
Активизируйте иконку  для отображения окна диалога netlist:



Если имя (путь) netlist в верхней части окна отображено неправильно, используйте клавишу **Browse Netlist Files** для поиска нужного netlist. Затем **Read Current Netlist**. Задействованные в плате модули, пока не загруженные, появятся в куче, накладываясь один на другой (ниже мы увидим, как разместить их по плате автоматически).



Если модули не были размещены, все модули появятся рядом с кромкой платы в одном месте, что затрудняет их распознавание и выбор. Есть возможность упорядочить их автоматически (используя команду **Glob Move and Place – Общее перемещение/ размещение модуля**, доступную через правую клавишу мышки). Вот результат такого автоматического упорядочения:



Важное примечание:

Если плата модифицируется замещением существующего модуля новым (например, заменой 1/8W резистора на 1/2W) в CVPCB, необходимо удалить существующий компонент до того, как PCBNEW загрузит замещающий модуль. Однако, если модуль должен заместиться существующим модулем, легче это выполнить, используя диалог, доступный щелчком правой клавиши мышки по запрашиваемому модулю.

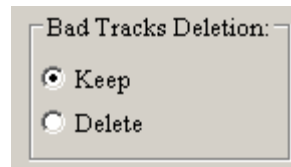
6.2 Исправление платы

Очень часто появляется необходимость исправить плату вслед за соответствующими изменениями, внесенными в схему.

Для этого выполните шаги:

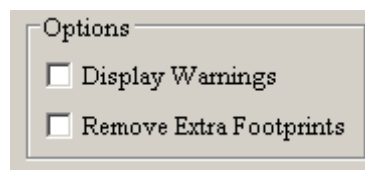
- Создайте новый netlist для модифицированной схемы.
- Если добавлены новые компоненты, свяжите их с соответствующими модулями в *svpcb*.
- Прочитайте новый netlist в *pcbnew*.

Pcbnew способна автоматически удалить дорожки, которые стали неправильными после модификации. Для этого установите опцию **Delete** в разделе **Bad tracks deletion (Удаление плохих дорожек)** диалога Netlist Dialog:

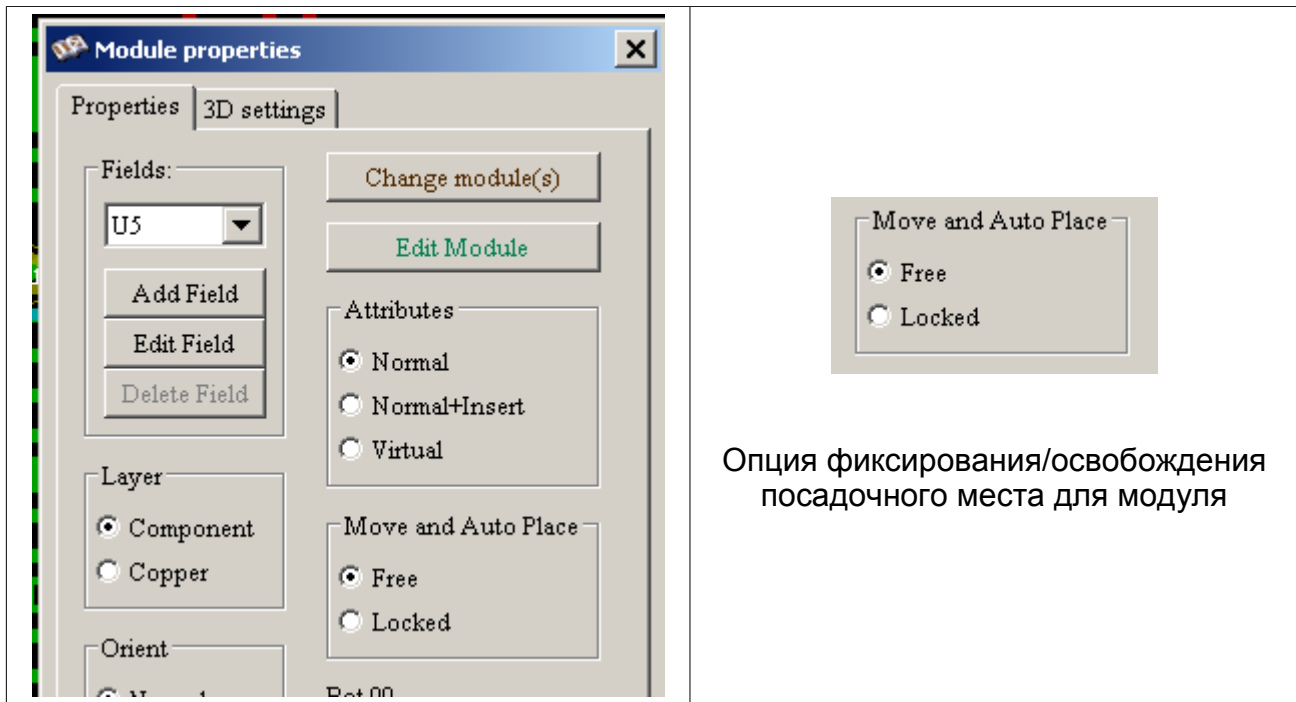


Однако зачастую быстрее модифицировать эти дорожки вручную (функция **DRC** позволяет их идентифицировать).

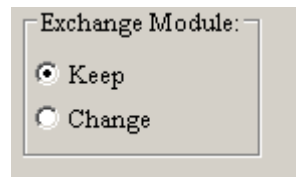
Pcbnew не удаляет автоматически модули, соответствующие компонентам, которые были удалены из схемы – это должно быть сделано вручную. Необходимость в этом соглашении возникает по причине существования модулей (как, например, отверстий для крепления), которые добавляются в РСВ, но никогда не появляются в схеме.



Если опция **Remove Extra Footprints** включена, то посадочные места модулей, соответствующие компонентам не найденным в netlist, будут удалены, если для модулей не активна опция **Locked**. Хорошая идея активировать эту опцию для защиты “механических” посадочных мест.

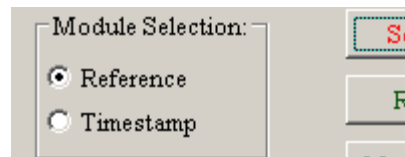


Если модуль изменен в netlist (используя Cvrpcb и уже был размещен, он не будет заменен в Pcbnew, пока не будет установлена соответствующая опция раздела **Exchange module (замена модуля)** диалога netlist:



Изменение модуля (замещение резистора таким же, но другого размера, например) может быть выполнено прямым редактированием модуля.

Иногда нотация схемы меняется, но без изменения элементов цепи (это касается позиционных обозначений (ссылок), подобных R5, U4...). Плата, в сущности, остается неизменной (исключая, возможно, шелкографию (silkscreen)). Тем не менее, внутренне компоненты и модули представлены их ссылками. В подобной ситуации перед перечитыванием списка цепей может быть установлена опция **Timestamp** диалога netlist:

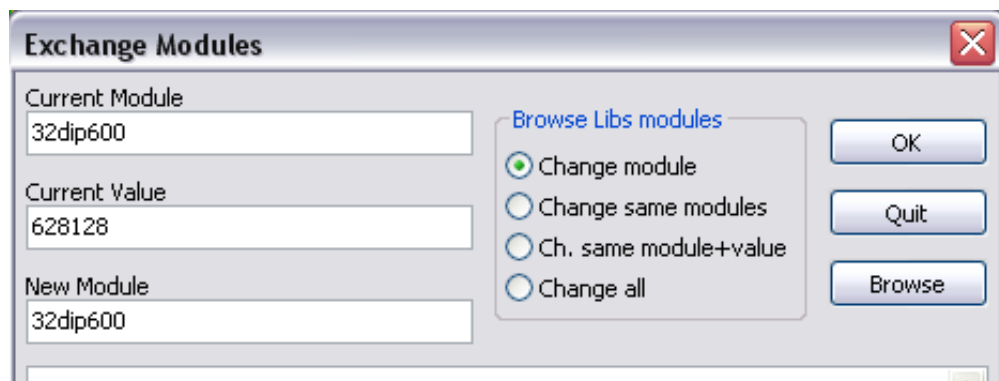
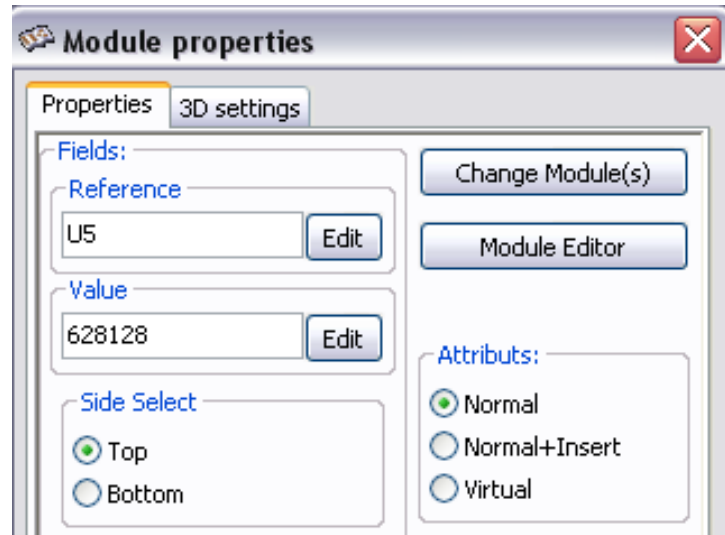


С этой опцией pcbnew больше не идентифицирует модули по их ссылкам, а вместо этого делает это по их временным штампам. Последние автоматически генерируются Eeschema (это время и дата, когда компонент был размещен в схеме).

Проявляйте большую осторожность при использовании этой опции (сохраните вначале файл!). Причина этого в том, что метод сильно усложняется в случаях многоэлементных компонент (так, 7400 имеет 4 элемента в одной упаковке). В

подобной ситуации временной штамп теряет уникальность определений (для 7400 необходимо их увеличить до четырех – по одному для каждого элемента). Несмотря на это, опция временного штампа обычно разрешает проблемы переобозначений.

Возможно прямая замена посадочных мест уже размещенных на плате. Клик мышкой на посадочном месте открывает диалоговое окно редактирования модуля. Активируйте команду **Change Modules** для замены посадочного места.



Вводится новое имя модуля и тип замены:


- **Change Module** – замена текущего модуля
- **Change same modules** – замена всех модулей подобных текущему
- **Change same module+value** - замена всех модулей подобных текущему, ограниченная компонентами с тем же значением (типом)

Заметим, что:

- **Change all** перезагружает все модули платы.

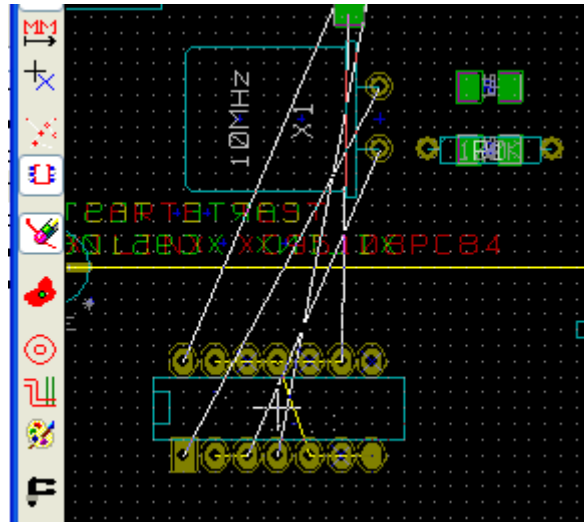
7. Размещение модулей на плате

7.1 Отображение соединений при размещении

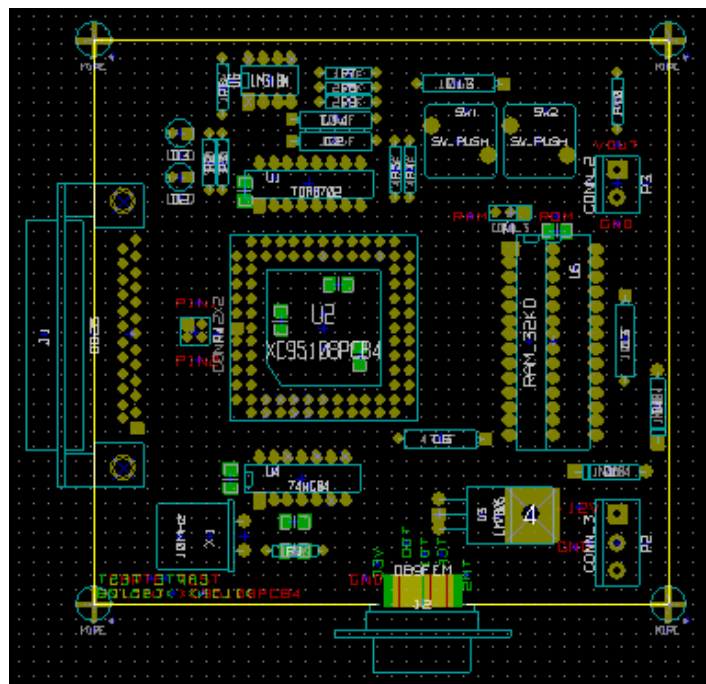
При размещении модулей на плате полезно включить отображение их взаимных соединений (ratsnest), показываемых белыми линиями между контактами модулей. Для этого активируйте иконку  на левой инструментальной панели.

7.2 Ручное размещение

Выберите модуль правой клавишей мышки, затем выберите команду **Move** из меню. Переместите модуль в нужное положение и разместите его щелчком левой клавиши мышки. Если требуется, выбранный модуль может также быть повернут, отражен или отредактирован. Выберите **Cancel** из меню (или нажмите клавишу **Esc**), чтобы прервать операцию.



Здесь можно видеть отображение связей модуля в процессе перемещения. Проект платы с размещенными модулями может выглядеть, как показано:

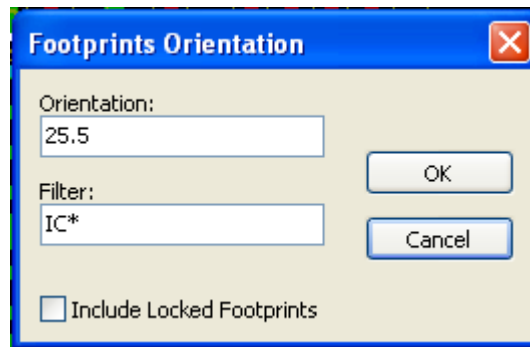


7.3 Переориентация модулей

Изначально все модули наследуют ту же ориентацию, которую имеют в библиотеке (обычно угол 0).

Если требуется альтернативная ориентация для индивидуального модуля, или для всех модулей (допустим, все располагаются вертикально), используйте опцию


меню AutoPlace / Orient All Modules (Авторазмещение / ориентация всех модулей). Эта ориентация может быть выборочной (например, относится только к модулям, чьи ссылки начинаются с “IC”).



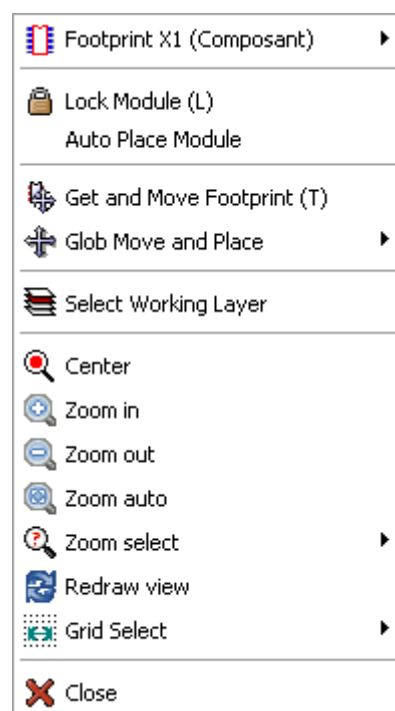
7.4 Автоматическое распределение модулей вне платы

Модули платы могут перемещаться, если не были зафиксированы (**Locked**). Этот атрибут может включаться и выключаться во всплывающем окне (щелчком правой клавиши мышки по модулю) в режиме Module, или через меню редактирования модуля (**Edit Module**).

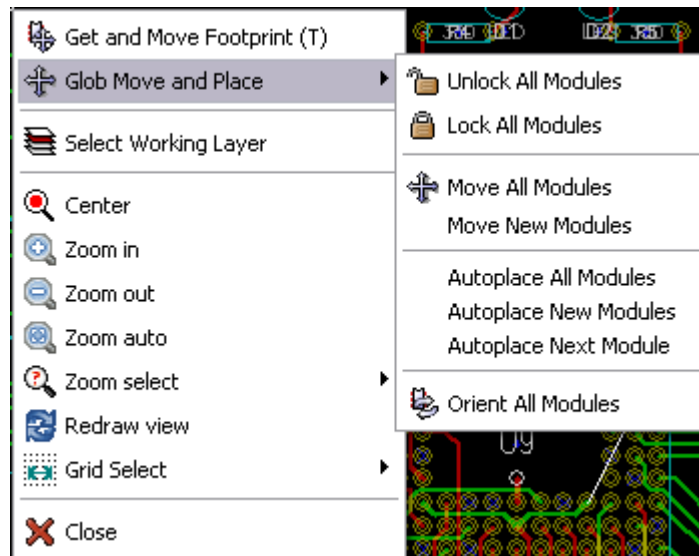
Как описано ранее, новые модули, загруженные в процессе чтения списка соединений схемы (netlist), появляются кучно, наложенными друг на друга в точке 0,0 вне контура платы. Модули можно размещать поочередно вручную. Но PCBNEW позволяет автоматически распределить эти модули вне платы, чтобы облегчить ручной выбор и последующее размещение их в поле платы.

Выберите опцию **Module Mode** (Иконка  на верхней инструментальной панели). Всплывающее окно, активированное правой клавишей мышки, показывает следующие команды:

Если под курсором модуль:



Если под курсором ничего нет:



В обоих случаях возможны следующие команды:

- **Move all Modules** позволяет автоматически распределить все модули, кроме **Locked**. Это обычно используется после первого прочтения netlist.
- **Move new Modules** позволяет автоматически распределить модули, которые ранее не были размещены внутри контура РСВ. Эта команда требует, чтобы контур платы был отрисован для определения, какие модули могут быть автоматически распределены.

7.5 Автоматическое размещение модулей на плате

7.5.1 Характеристика алгоритма авторазмещения

Автоматическое размещение модулей **AutoPlace Module/ AutoPlace All Modules** допускает размещение модулей на двух поверхностях платы (однако переключение модуля на медный слой не автоматическое). Оно также отыскивает лучшую ориентацию (0, 90, - 90, 180 градусов) для модуля.



Размещение выполняется согласно алгоритму оптимизации, который отыскивает минимальную длину соединений (ratsnest) и лучший вариант промежутков между модулями с большим количеством контактных площадок. Порядок размещения предполагает первоначальное размещение наибольших модулей со множеством площадок.

7.5.2 Подготовка и выполнение автоматического размещения

PCBNEW может, таким образом, размещать модули автоматически, однако необходимо направлять это размещение, поскольку ни одна программа не может предугадать того, что, в конечном счете, добивается пользователь.

Прежде, чем автоматическое размещение будет выполнено, нужно:

- Создать контур платы (он может быть сложным, но он должен быть закрытым, если форма не прямоугольна).

- Вручную разместите компоненты, чья позиция predetermined (разъемы, отверстия зажимов...).
- Подобным же образом, некоторые модули SMD и критические компоненты (большие модули, например) должны быть на специфической стороне или в позиции на плате, и это должно быть сделано вручную.
- После завершения всего ручного размещения эти модули должны быть зафиксированы (**Locked**), чтобы избежать их перемещения. С иконкой режима модуля (**Module Mode**) , щелкните правой клавишей мышки по модулю и выделите **Lock Module** во всплывающем меню. Это может быть также сделано через всплывающее меню **Edit/Module (редактировать/модуль)**.
- Затем может быть выполнено автоматическое размещение. С выбранной иконкой режима модуля (**Module Mode**) , щелкните правой клавишей мышки и выберите **Glob(al) Move and Place** – затем **Autoplace All Modules**.

В процессе автоматического размещения, если требуется, PCBNEW может оптимизировать ориентацию модулей. Однако поворот будет применен только, если была сделана авторизация для модуля (смотрите **Edit Module Options – опции редактирования модуля**).

Обычно резисторы и неполярные конденсаторы авторизованы для поворотов на 180 градусов. Некоторые модули (маленькие транзисторы, например) могут авторизоваться для поворотов на +/- 90 и 180 градусов.

Для каждого модуля одного ползунка авторизация 90 градусов Rot(ation), а для второго ползунка авторизация 180 градусов Rot(ation). Установка в 0 предотвратит вращение, установка в 10 авторизует его, а промежуточное значение потребует уточнения о предпочтительности (for/against) вращения.

Авторизация вращения может быть сделана редактированием модуля тогда, когда он размещается на плате. Однако предпочтительней установить все опции для модуля в библиотеке, поскольку эти установки будут наследоваться при каждом использовании модуля.

7.5.3 Интерактивное размещение модулей на плате

Может возникнуть необходимость остановить автоматическое размещение (нажмите клавишу **Esc**) и вручную перепозиционировать модуль. Использование команды **Autoplace Next Module (авторазмещение следующего модуля)** возобновит авторазмещение с места, где оно было остановлено.

Команда **Autoplace New Modules (авторазмещение новых модулей)** позволяет автоматически разместить модули, которые не были уже размещены внутри контура PCB. Они не будут перемещены внутрь контура PCB, даже если они не зафиксированы (**Lock**).

Команда **Autoplace Module (авторазмещение модуля)** делает возможным переразместить модуль, отмеченный мышкой, даже если его атрибут **Lock** активизирован.

7.5.4 Замечания по процедуре размещения

Программа PCBNEW автоматически определяет зону размещения модулей, учитывая очертания контура (конструктива) платы, который не обязательно является прямоугольным (он может быть круглым, или иметь вырезы...).

Если плата не прямоугольная, контур должен быть замкнут, чтобы PCBNEW могла определить, что находится внутри, а что снаружи контура. Если в плате имеются внутренние вырезы, их контур должен тоже быть замкнут. Далее PCBNEW вычисляет возможную зону размещения модулей, используя контур платы, и привязывает каждый модуль, заполняя это пространство, в порядке определения оптимального его расположения на поле платы.

8. Разводка соединений печатной платы

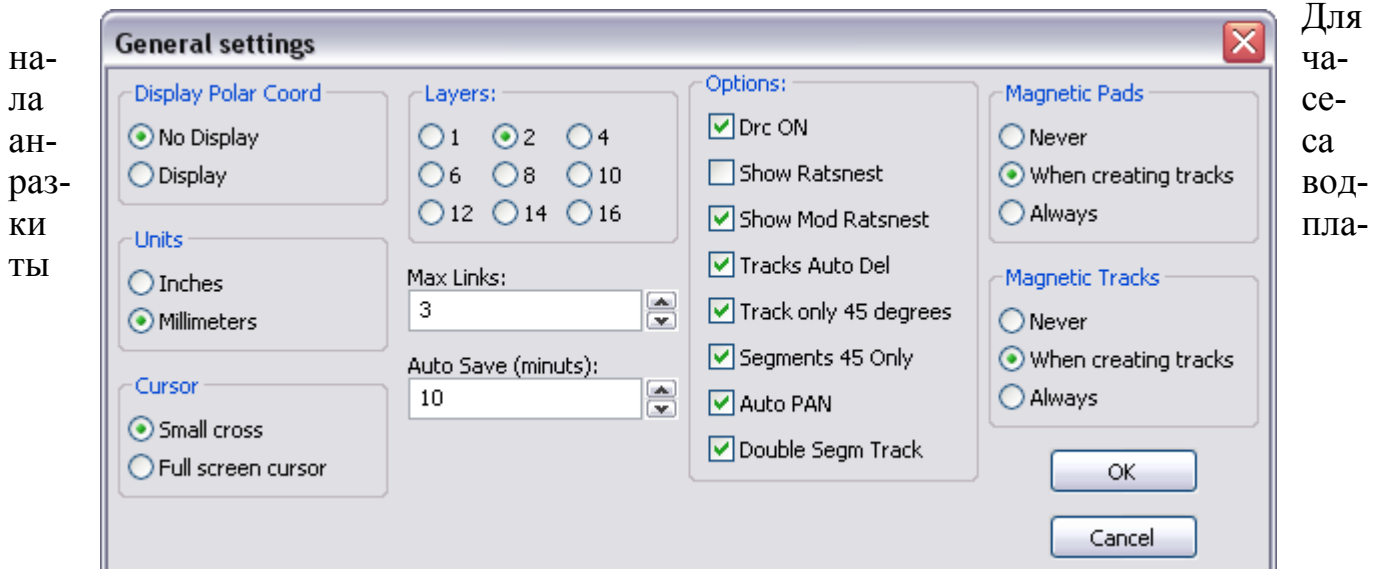
Разводка соединений на печатной плате (PCB) выполняется нанесением на рабочих слоях платы между заданными контактами модулей проводящих дорожек с заданными параметрами ширины и зазоров от других элементов платы (контура платы, соседних проводников, контактных площадок, переходных отверстий, возможных текстовых надписей).

Показанная инструментальная линейка позволяет увидеть текущие размеры дорожек, переходных отверстий и сетки (либо уже использованные значения этих параметров).



8.1 Общие установки

Перечень общих установок приведен в показанном ниже окне.



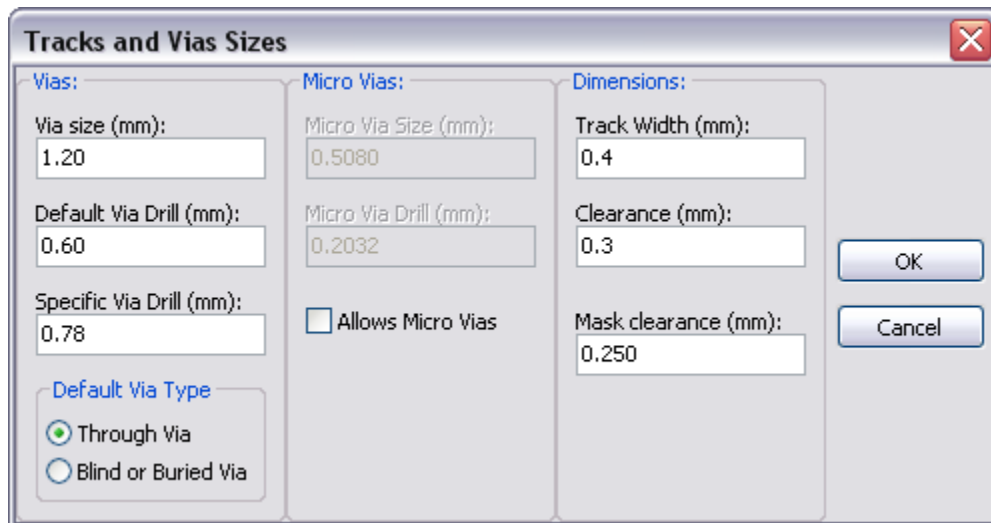
нужно выставить следующие параметры:

- **Tracks 45 Only:** для сегментов дорожек проводников допустимы направления в 0, 45 и 90 градусов;
- **Double Segm Track:** при создании дорожек будут выводиться два сегмента;
- **Tracks Auto Del:** при изменении дорожек старые будут автоматически стираться, если они являются лишними;
- **Magnetic Pads:** графический курсор притягивается к центру контактной площадки, когда он находится в площади площадки;
- **Magnetic Tracks:** графический курсор притягивается к оси дорожки.

8.2 Выбор параметров разводки

Выбор осуществляется в меню: **Dimensions / Tracks and Vias (Размеры / Дорожки и перех. отверстия)**. Размеры задаются в дюймах или мм, в зависимости от активных единиц.

Напоминание: 25.4 mm = 1 inch (1 дюйм или 1") = 1000 mils (mil=0.001 дюйма) = 10000 десятых mil.



Когда вводятся новые значения для размера переходного отверстия и ширины дорожки, старые запоминаются и легко выбираются при помощи приведенной выше линейки инструментов или выпадающего меню.

8.2 Глобальный параметр разводки

Таким параметром является:

- **Зазор (Clearance)** – минимальное расстояние между дорожками, отверстиями и контактными площадками.
- **Масочный зазор (Mask clearance)** – граница между площадками и маской, для масочных слоев платы.

8.3 Параметры дорожки

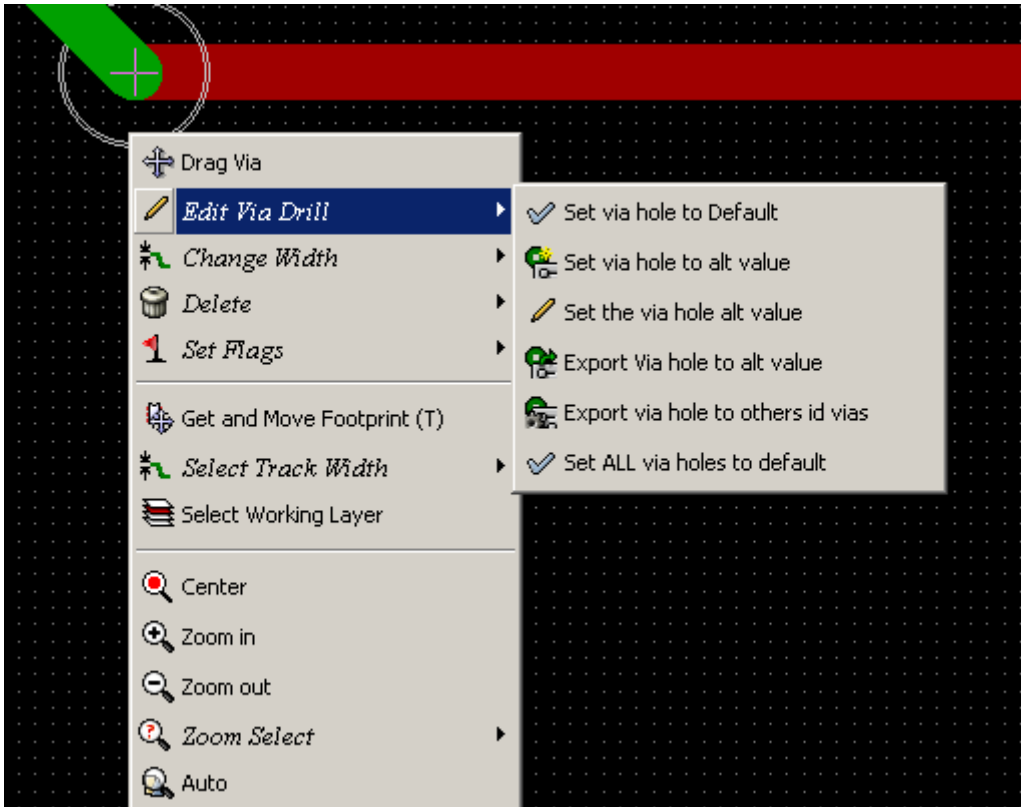
Выбор текущих ширины дорожки и размера переходного отверстия (Via).

8.4 Параметры переходных отверстий

Существует три типа переходных отверстий:

- Сквозные переходные отверстия (Through vias – обычные ПО).
- Глухие или слепые переходные отверстия (Blind or buried vias).
- Микроотверстия (Microvias) подобны глухим ПО, но ограничены внешним слоем в своей ближайшей окрестности. Они применяются для присоединения BGA к ближайшему внутреннему слою. Диаметр таких ПО обычно очень мал и они сверлятся лазером.

По умолчанию, все такие отверстия имеют некоторую величину сверления. Она может устанавливаться для некоторых ПО как специфическое значение диаметра сверления отверстия (Alternate Via Drill). Выпадающее меню позволяет установить это значение сверления для одного (или многих) переходных отверстий.



Если много переходных отверстий (ПО) должны иметь специфическую величину сверления, то можно:

- Использовать специфический диаметр для этих ПО по умолчанию;
- Установить величину сверления, как альтернативную;
- Использовать установку Set via hole alt value для отверстия одного из этих ПО;
- Использовать команду Export via hole для других ПО.

8.2 Типовые параметры для различных классов ПП

Ширина дорожки (Track width)

Используйте целевое значение и согласуйте с данными минимальными размерами:

Units	CLASS 1	CLASS 2	CLASS 3	CLASS 4	CLASS 5
Mm	0,8	0,5	0,4	0,25	0,15
1/10mils	310	200	160	100	60

Изоляция или зазоры (Clearances)

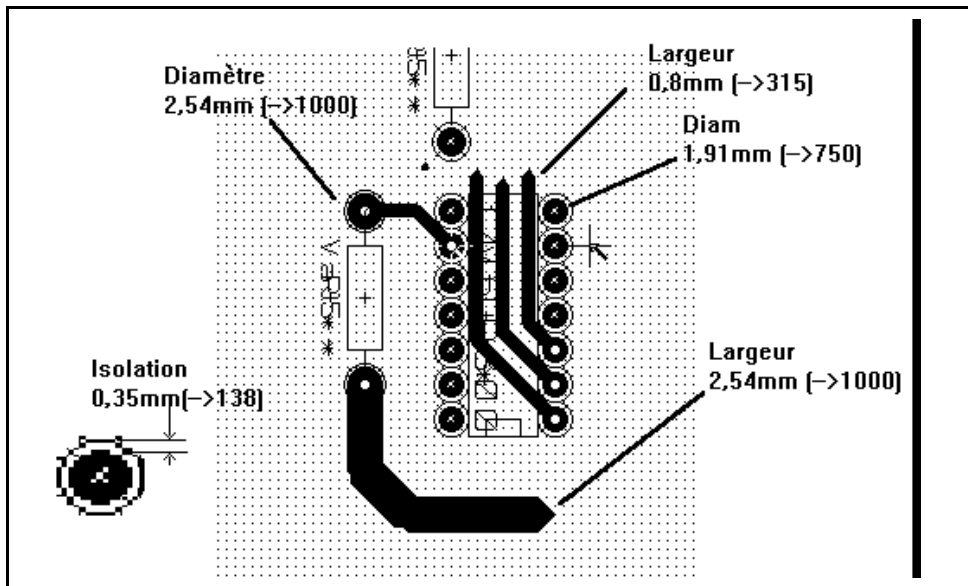
Units	CLASS 1	CLASS 2	CLASSE3	CLASS 4	CLASS 5
mm	0,70	0,5	0,35	0,23	0,20
1/10mils	270	200	140	90	80

8.3 Некоторые типичные комбинации параметров (стратегии) трассировки плат

Rustic

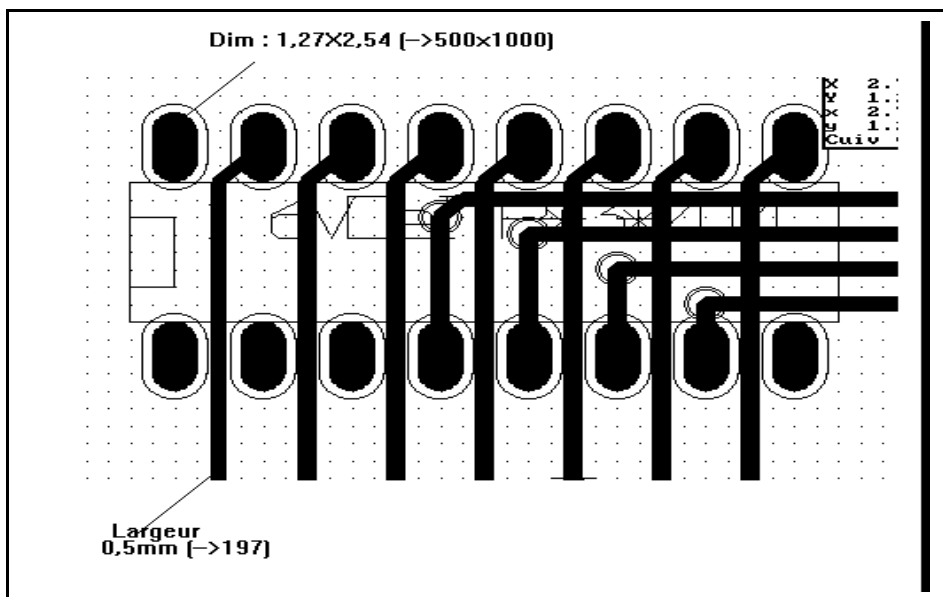
- Зазоры: 0.35mm (0.0138 inches).
- Ширина дорожек: 0.8mm (0.0315 inches).

- Диаметр площадок для микросхем и отверстий: 1.91mm (0.0750 inches).
- Диаметр площадок для дискретных компонент: 2.54mm (0.1 inches).
- Ширина шины (Ground): 2.54mm (0.1 inches).



Standard




- Зазоры: 0.35mm (0.0138 inches).
- Ширина дорожек: 0.5mm (0.0127 inches).
- Диаметр площадок для микросхем: сделайте их вытянутыми, чтобы позволить дорожкам пройти между площадками IC и все еще оставить площадки с достаточной адгезивной поверхностью (1.27 x 2.54 mm -> 0.05x 0.1 inches).
- Отверстия : 1.27mm (0.0500 inches).




8.4 Ручная разводка

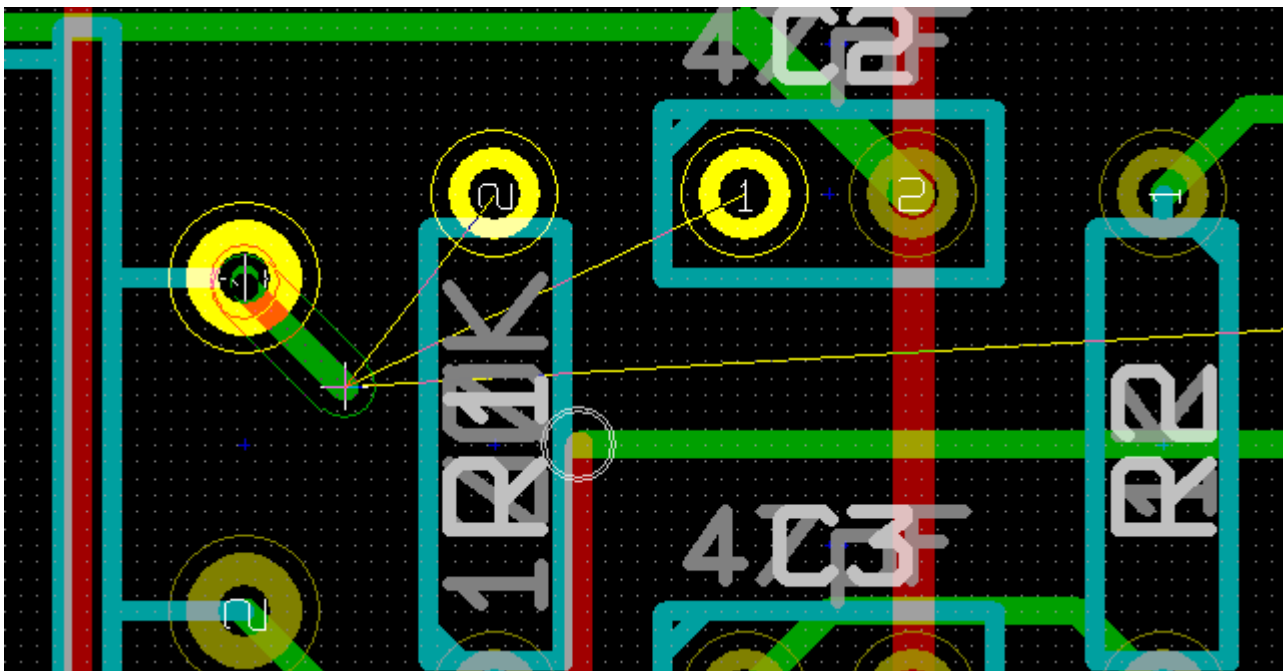
Часто рекомендуется ручная разводка соединений платы, поскольку она остается единственным методом, сохраняющим контроль за приоритетами разводки. Например, предпочтительно начинать с разводки дорожек питания, сделав их широкими и короткими, и поддерживая аналоговые и цифровые входы хорошо разделенными. Затем разводятся дорожки чувствительных сигналов. Среди других проблем, автоматическая разводка подчас требует больше отверстий. Однако автоматическая разводка может предложить полезное предвидение в позиционировании модулей. По мере накопления опыта, вы, возможно, найдете, что автоматический разводчик полезен для быстрой разводки «очевидных» дорожек, но оставшиеся лучше развести вручную.

8.4.1 Что помогает при ручной трассировке платы

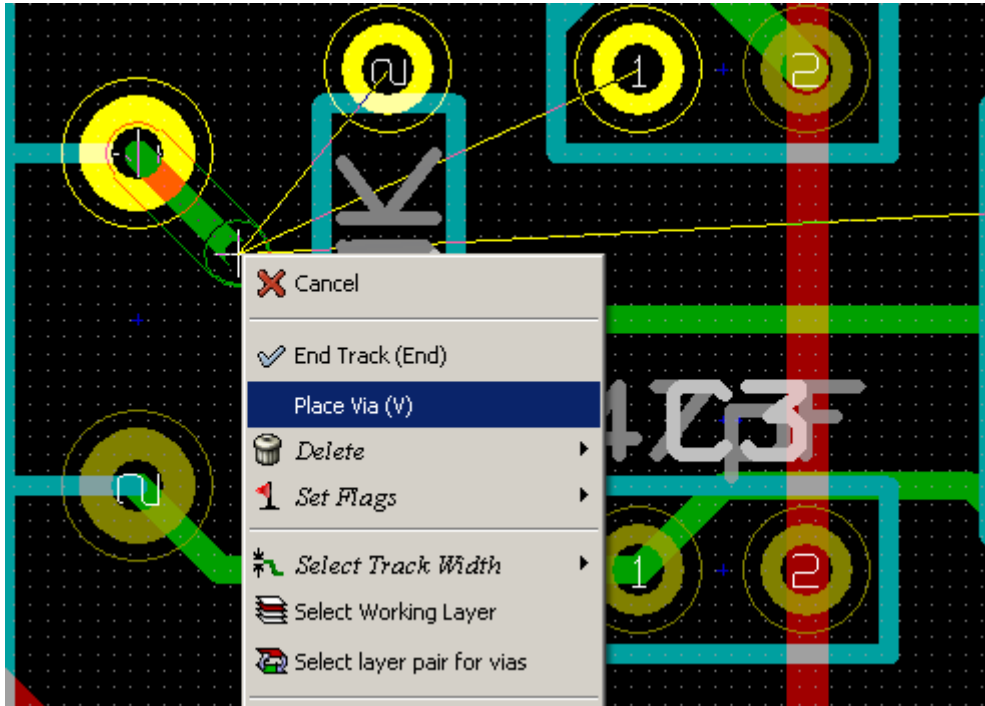
Pcbnew выводит на экран все неразведенные соединения платы (ratsnest), если инструмент  активен. Другой инструмент  обеспечивает подсветку цепи (клик на площадке или на дорожке подсвечивает соответствующую цепь). Функция DRC проводит контроль в реальном времени создаваемой трассы. Последняя не может быть проведена, если не соответствует правилам DRC. Можно запретить проверку DRC активацией кнопки , но это опасно и надо использовать только в оправданных случаях.

8.4.2 Создание проводящих дорожек

Данная функция выполняется при активации инструмента . Новая дорожка должна начинаться на контактной площадке или на другой дорожке, поэтому Pcbnew должна знать используемую для новой дорожки цепь (для сравнения с правилами DRC).



Когда вводится новая дорожка, Pcbnew показывает связи до ближайших не подсоединенных площадок (количество связей устанавливается в опции **Max.Link** диалогового окна **General Options**). Заканчивается дорожка с помощью двойного клика, выпадающего меню или “горячей” клавиши (**hot key**).




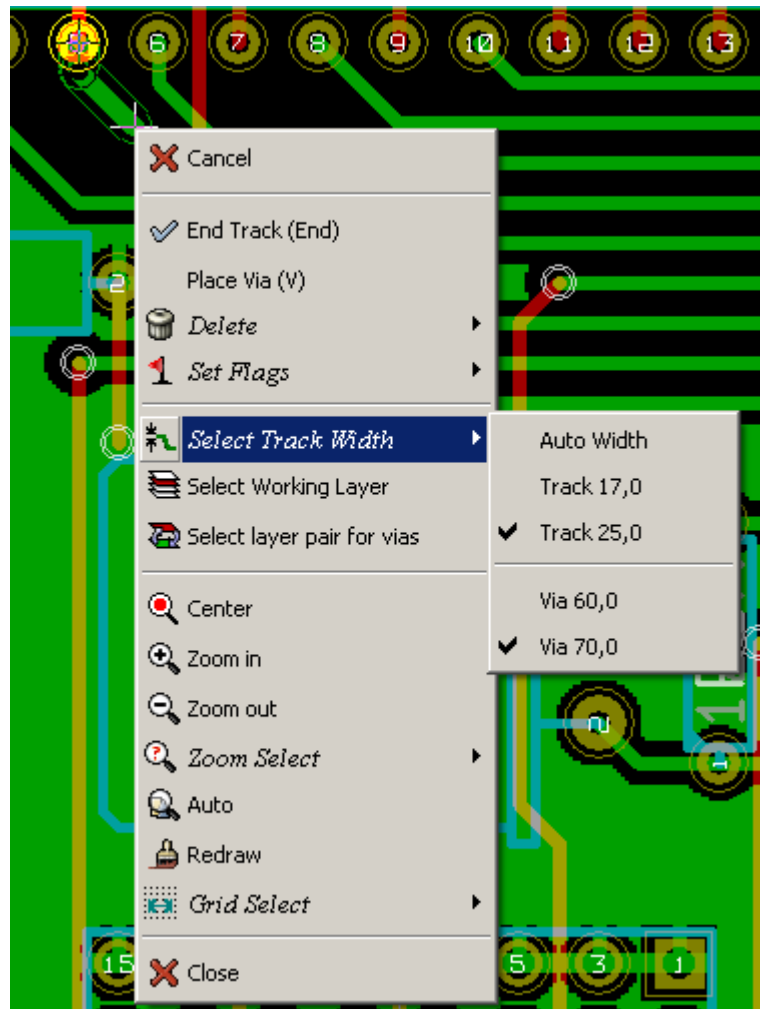
8.4.3 Вставка переходных отверстий

Переходное отверстие может быть вставлено только в процессе разводки дорожки:

- через выпадающее меню;
- с помощью “горячей” клавиши **V**;
- при переключении трассы на другой проводящий слой, используя “горячую” клавишу.

8.4.4 Выбор ширины дорожки

При активном инструменте  текущая ширина дорожки может быть изменена через команду **Select Track Width** выпадающего меню (доступна при создании дорожки).



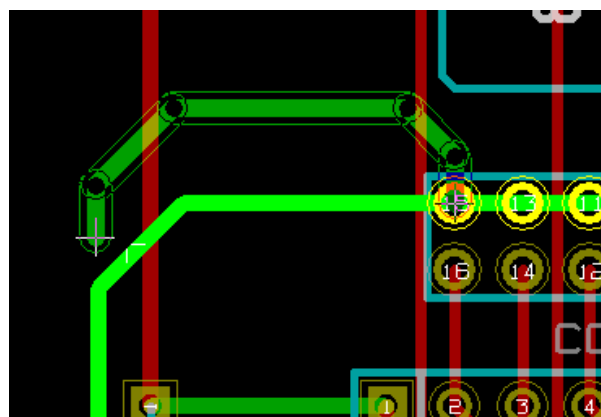
Pcbnew запоминает последние четыре использованных размера. Это позволяет легко выбирать ширину дорожки или диаметр перехода при разводке трассы.

Если выбрана опция **Auto Width**, то при ответвлении новой дорожки от уже проведенной она будет иметь ту же ширину, что и проведенная.

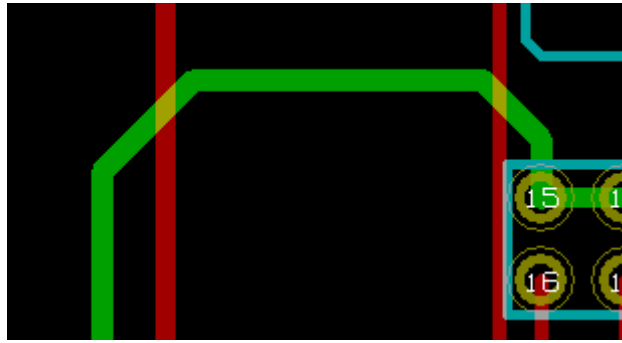
8.5. Редактирование и коррекция дорожки

8.5.1 Редактирование дорожки

Во многих случаях необходима перерисовка дорожки. Ниже показан процесс создания новой дорожки:



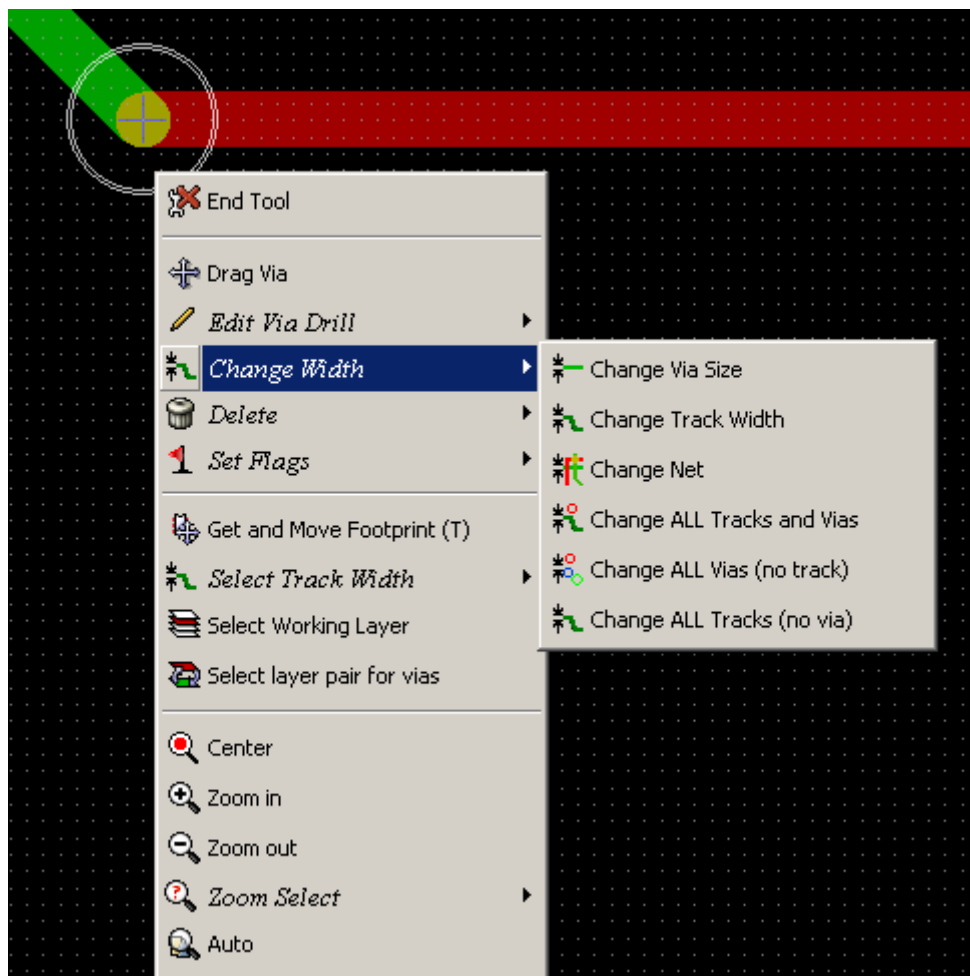
После завершения:



Pcbnew **автоматически** удаляет старую дорожку, если она становится лишней.

8.5.2 Глобальные правки

При правом клике на дорожке появляется выпадающее меню, позволяющее поменять размеры многих или всех дорожек и переходных отверстий (смотрите ниже).



Новые значения ширины дорожки и размера перехода становятся текущими установками.

8.6 Внешние программы трассировки

Автоматизированную трассировку соединений печатных плат можно выполнить специализированными внешними программами. Ниже приведена форма для обращения с помощью инструментальной кнопки к свободному on-line трассировщику FreeRouter. Для его вызова необходимо транслировать (экспортировать) описание печатной платы на язык Specetra Design (в DSN-файл).



По завершению трассировки результат с топологией сформированных проводящих дорожек (проводников) записывается в файл сессии на языке Specetra (в SES-файл), который накладывается на исходный проект печатной платы в редакторе PCBNEW системы KiCAD по команде **Back Import the Specetra Session**.

Описанная процедура взаимодействия характерна и для других программ авто-трассировки, использующих Specetra-интерфейс взаимодействия с головной САПР: программ Cadence Specetra, Electra, TopoR и др. Для этого предусмотрены соответствующие команды **File/Export/Specetra** и **File/Import/Specetra**.

9. Создание зон

Зона задается своим контуром в виде замкнутого многоугольника (полигона) и может содержать отверстия (замкнутые полигоны внутри контура зоны).

Зона может быть нарисована как на медном слое, так и на техническом слое.

9.1 Создание зон металлизации

Контактные площадки (и дорожки), подсоединенные к заполненным областям металлизации контролируются процедурой DRC. Так что для подсоединения площадок зона должны быть не только создана, но и заполнена.

Для заполнения (заливки) медной площади Pcbnew использует сегменты дорожек заданной ширины или полигоны. Каждая из опций имеет возможность расширения и отката, которые выполняются при перерисовке экрана.

Для сокращения времени вычислений заполнение зоны **не выполняется после каждого ее изменения, а только:**

- если выполняется команда заполнения зоны;
- когда выполняется проверка типа DRC.

Медные зоны (зоны металлизации) должны заливаться или перезаливаться после изменений в топологии дорожек или площадок.


Медные зоны (как правило, это экранные планы земли и питания) обычно привязаны к цепи. В порядке создания медной зоны нужно:

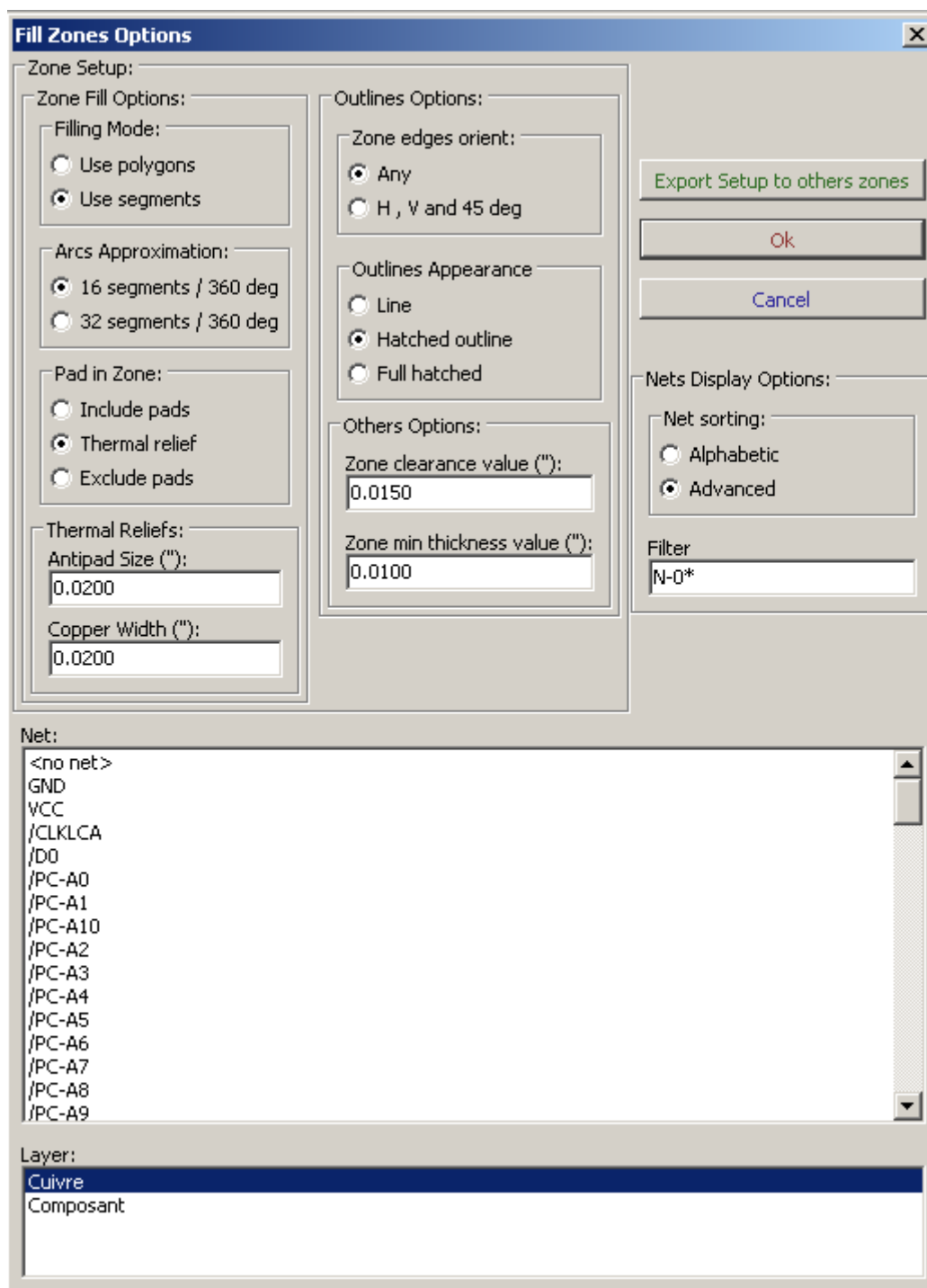
- Выбрать параметры (имя цепи, слой...). Переключиться на слой или подсветить эту цепь – это хорошая практика;
- Создать ограничивающий контур зоны (если его нет, то будет заполнена вся плата).
- Заполнить зону от стартовой точки.

Pcbnew пытается заполнить все зоны платы, чтобы избежать не подсоединенных медных блоков. Зоны, не имеющие цепей, не чистятся и могут стать изолированными островками.

9.2 Формирование зоны

9.2.1 Задание габаритов зоны

С этой целью применяется инструмент с правой панели . Слой *copper* должен быть активным. С началом ввода контура зоны открывается следующее диалоговое окно:

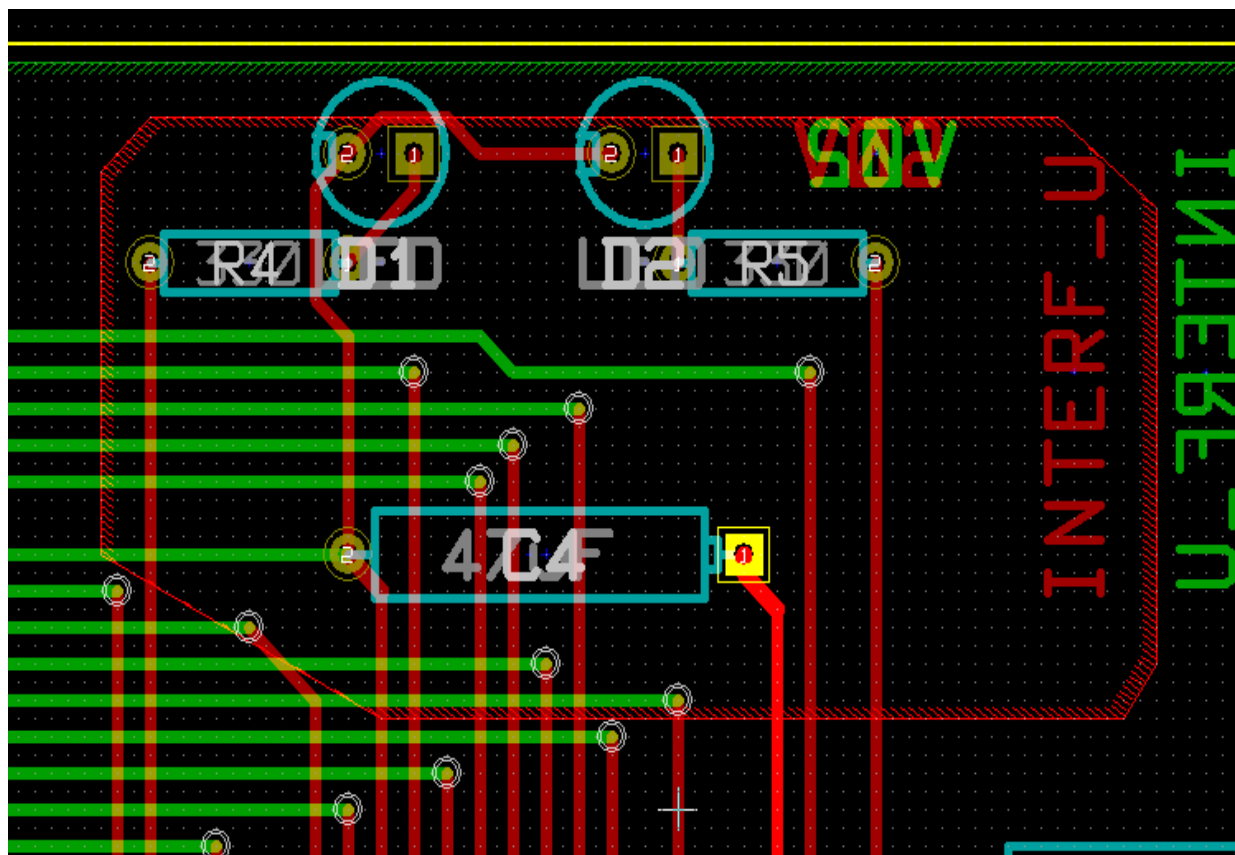


Здесь задаются параметры зоны (цепь, слой, способ заполнения, опции площадок ...). На слое рисуются габариты зоны. Контуром зоны является многоугольник (полигон), создаваемый левым кликом мышки на каждой его вершине (угле). Двойной клик закрывает полигон. Если начальная и конечная точки полигона не совпадают, то Pcbnew добавит последний отрезок автоматически.

Замечание:

- Контроль DRC активен при создании контуров зоны металлизации.
- Угол зоны, вызывающий DRC-ошибку, отвергается Pcbnew.

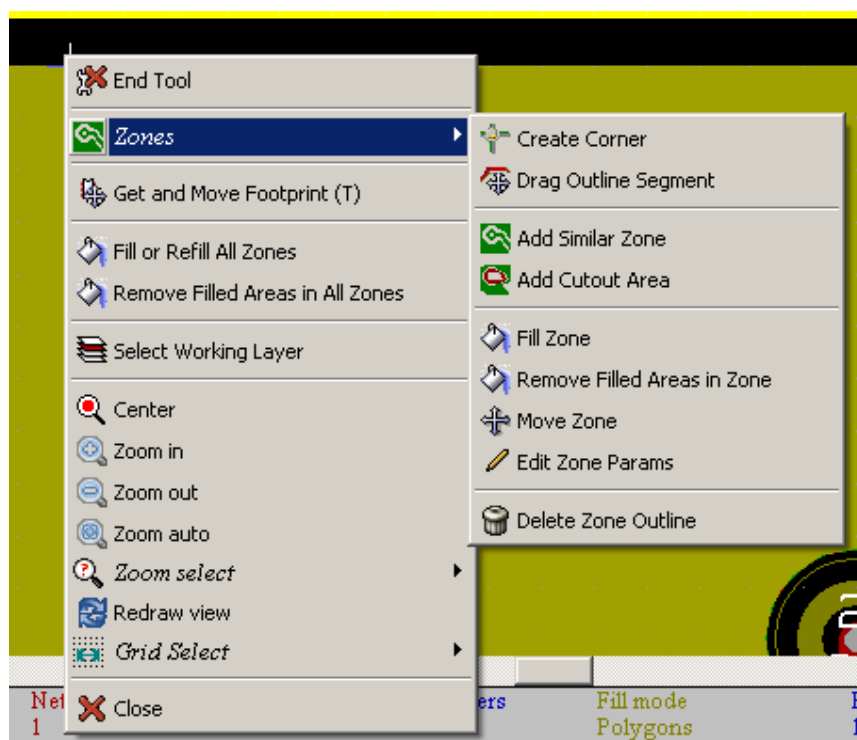
На рисунке ниже показан созданный ограничивающий контур зоны (многоугольная штрихованная линия):



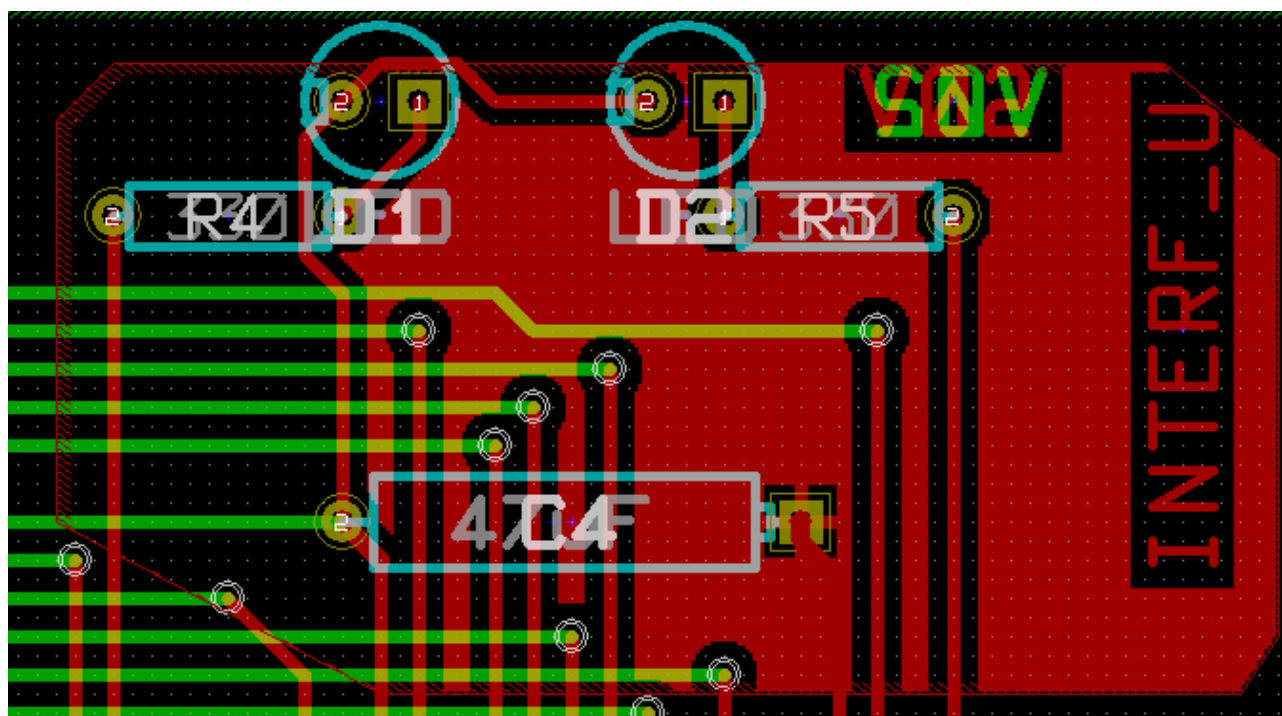
9.2.2 Заполнение зоны

Замечание. Когда выполняется заполнение зоны, Pcbnew удаляет все не подсоединенные островки меди.

Для доступа к командам заливки зоны выполните правый клик мышкой на угле зоны:



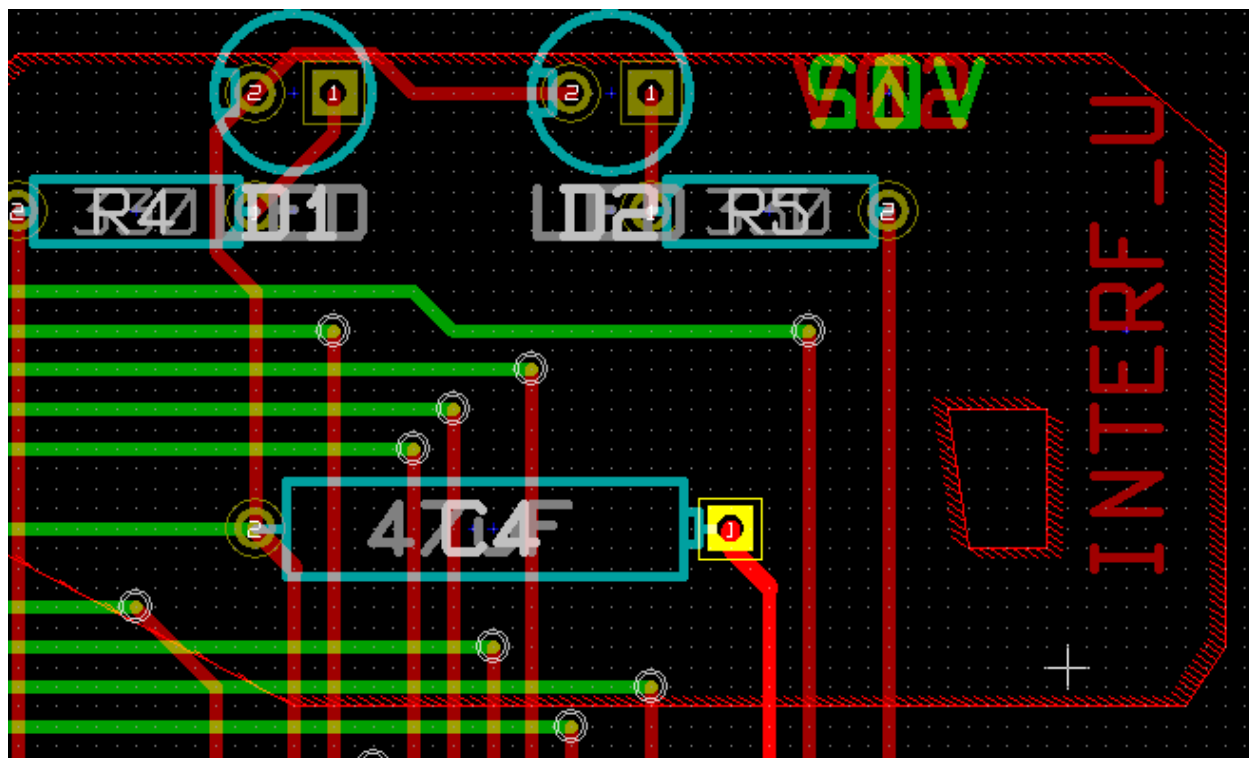
Активируйте команду **Fill Zone**. Ниже показан результат заливки, если стартовая точка внутри полигона:



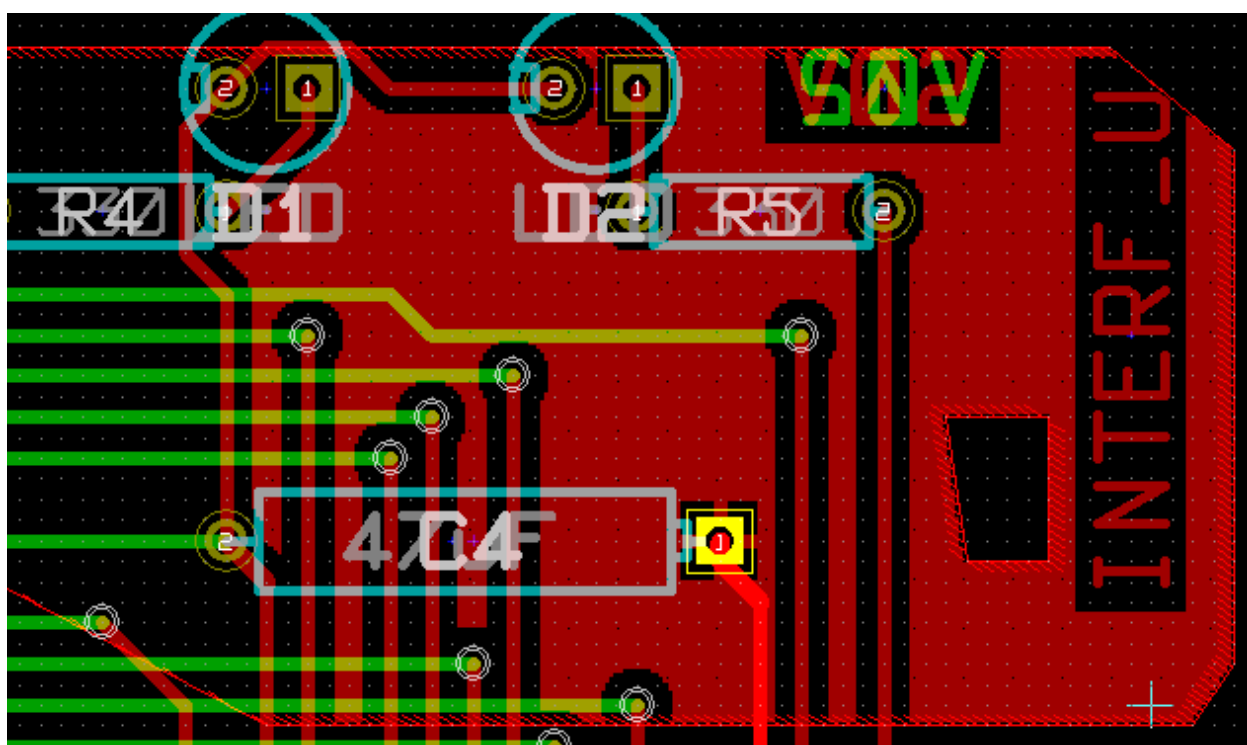
Полигон является фронтом для процедуры заполнения. Можно видеть незаполненные площади внутри зоны, потому что они не доступны, так как:

- Есть дорожки, перекрывающие фронт, и
- Нет стартовой точки для заливки этой площади.

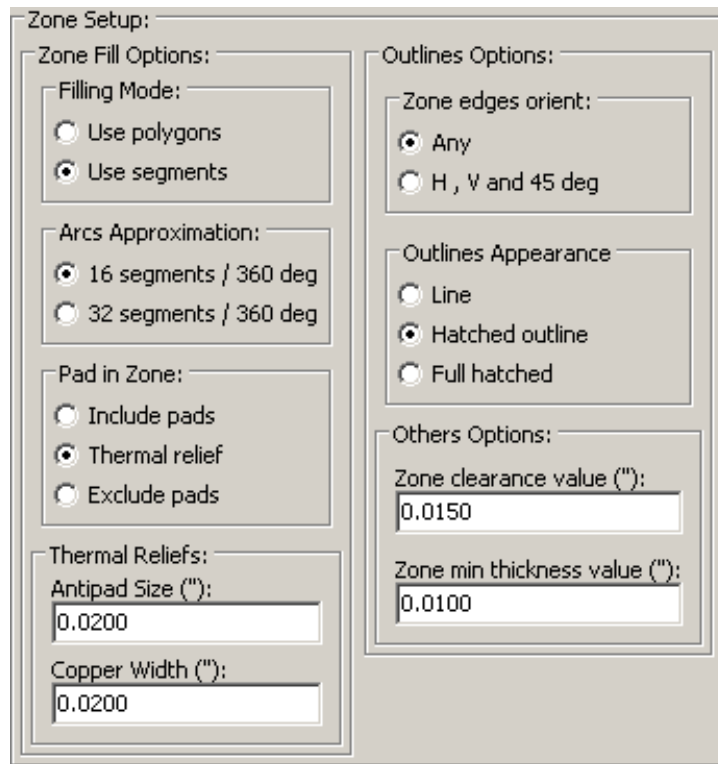
Замечание: Можно сделать вырезы в зоне металлизации, используя другие полигоны. Например:



В результате получим:



9.3 Опции заполнения зоны



Нужно выбрать:

- Способ заливки.
- Зазор и минимальную толщину меди.
- Способ прорисовки площадок внутри зоны (или соединения с этой зоной).
- Параметры термальных рельефов (барьеров).
- ...

9.3.1 Способ заполнения зоны

Зона может заполняться с использованием заливки полигонами или отрезками (сегментами) проводников. Результат такой же. Если у вас есть проблемы в полигонном режиме (медленная перерисовка экрана), то используйте отрезки.

9.3.2 Зазор и минимальная ширина зоны

Хороший выбор для зазора – это сетка чуть большая, чем сетка разводки. Минимальное значение ширины меди показывает, что площадь металлизации зоны не слишком мала, чтобы начать заполнение. Если же это значение слишком велико, то небольшие формы, подобные соединениям термальных барьеров, не могут быть прорисованы.

9.3.3 Опции контактных площадок

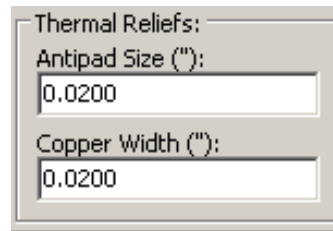
Контактные площадки цепи могут быть либо включены, либо исключены из зоны, либо могут соединяться с зоной термальным рельефом.

- Если включены, пайка и выпаивание могут быть затруднены.
- Если исключены, соединение с зоной не слишком хорошее.
- Термальный рельеф – это хороший компромисс.

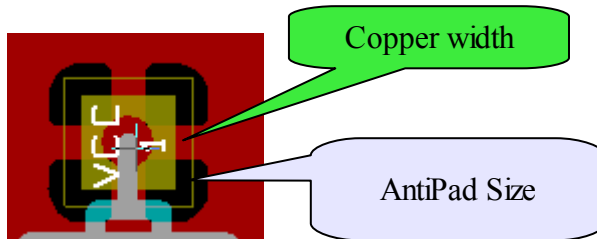
Вот результат для 3х опций:

	<p>Включая площадки</p>
	<p>Исключая площадки</p>
	<p>Термальный рельеф. Площадка соединяется четырьмя сегментами дорожки. Ширина сегмента – это текущее значение, используемое для ширины дорожки.</p>

9.3.4 Параметры термального барьера



Здесь возможно установить два параметра для термального барьера:



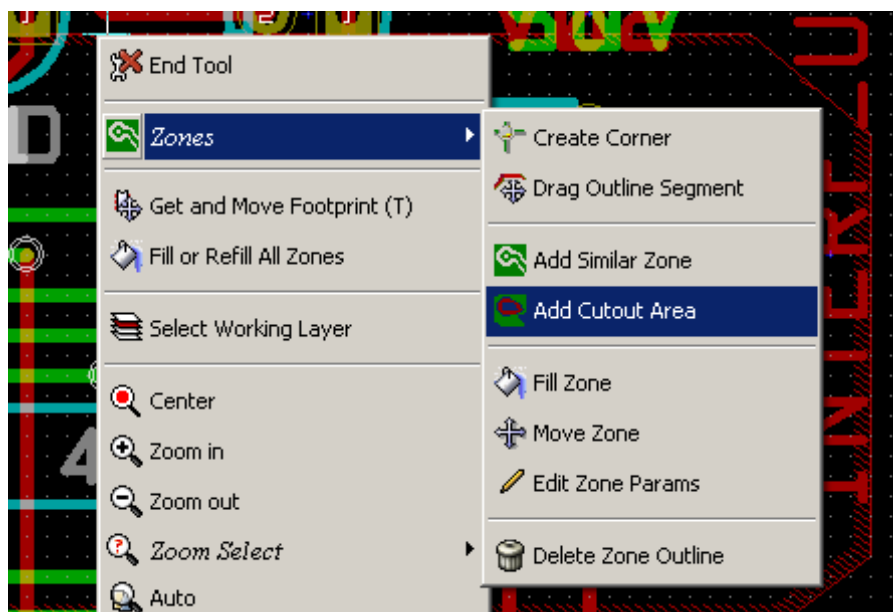
9.3.5 Выбор параметров

Значение **copper width** для термального барьера должно быть больше значения минимальной толщины медной зоны. В противном случае, он не может быть нарисован. С другой стороны, слишком большое значение этого параметра не позволит создать термальный барьер для маленьких площадок (подобных используемым в SMD-компонентах).

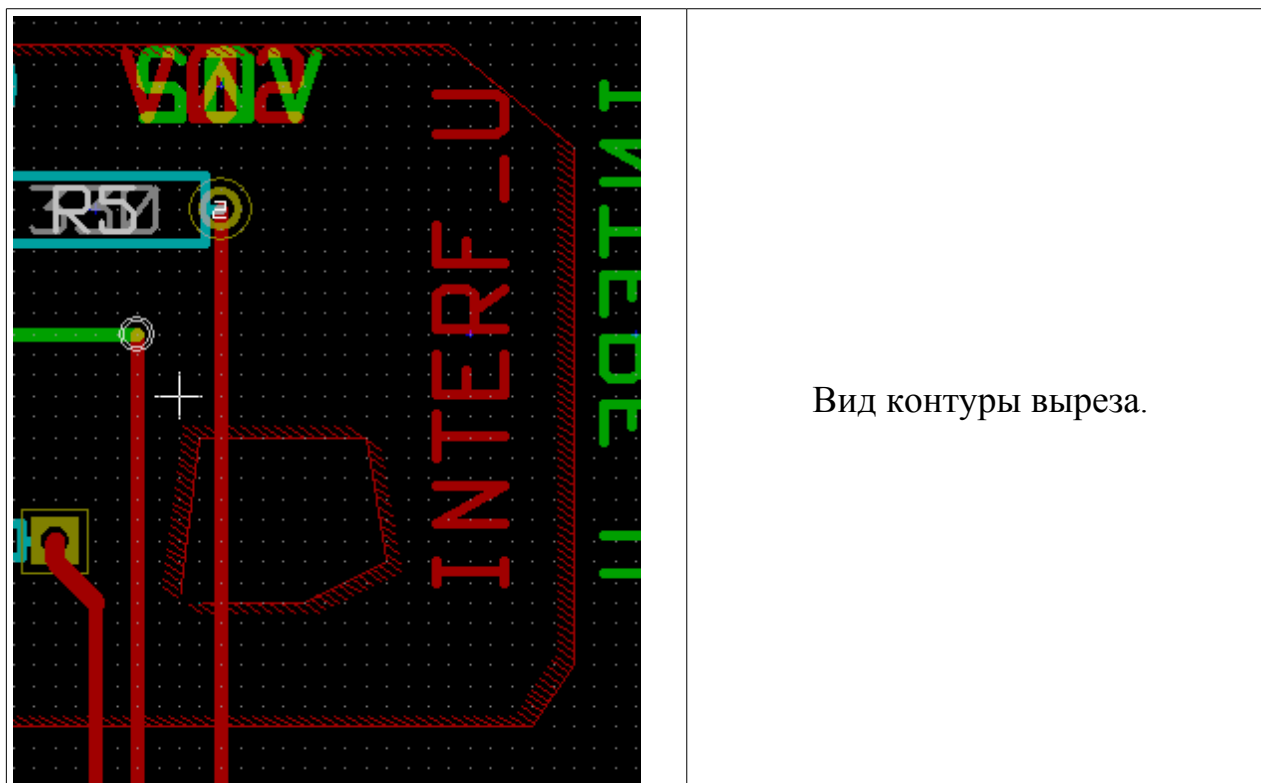
9.4 Добавление вырезов внутрь зоны

Предполагается, что зона уже существует. Для добавления выреза (незаполненной площади внутри зоны) в зону нужно:

- Выполнить правый клик на существующем ребре контура зоны;
- Выбрать команду **Select Add Cutout Area**;
- Создать новый контур.



После ввода контура выреза:



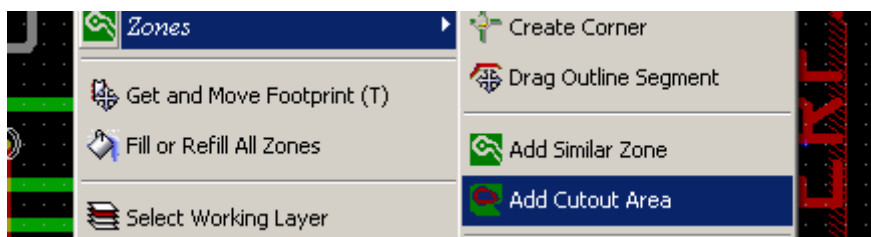
Вид контура выреза.

9.5 Редактирование контура зоны

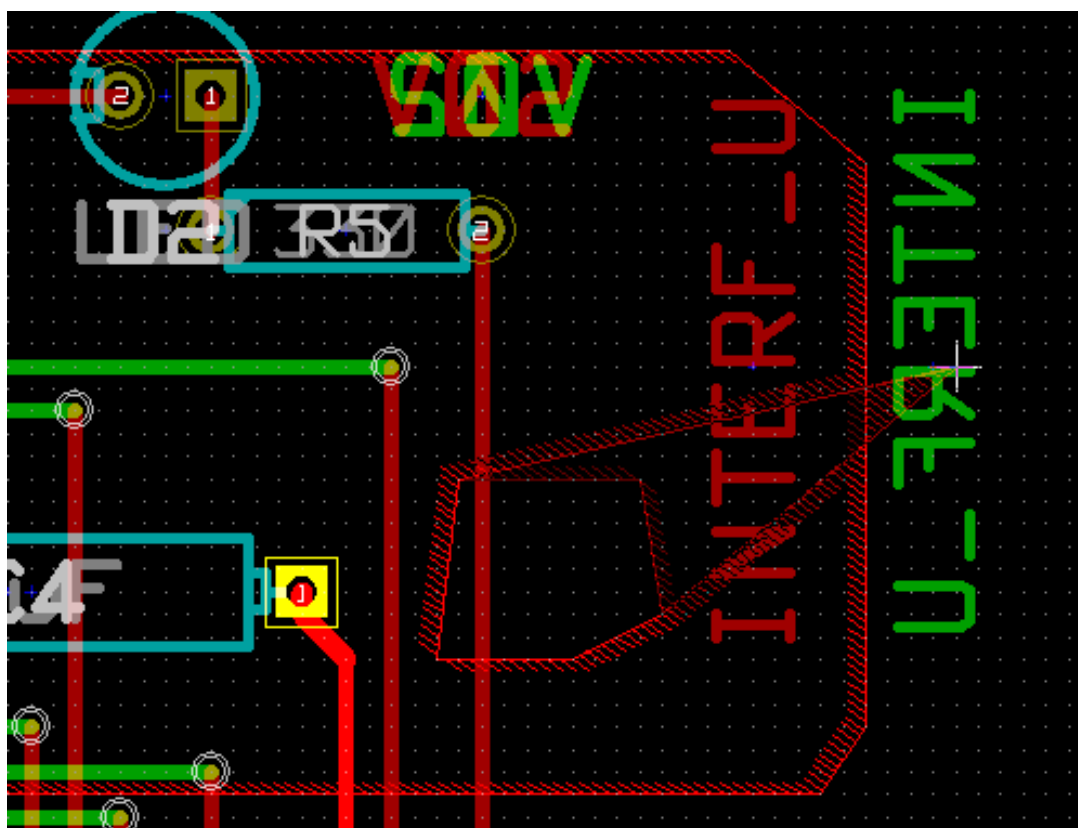
Контур зоны можно изменить следующими действиями:

- Переместить угол или ребро
- Стереть или добавить угол
- Добавить подобную зону или вырез

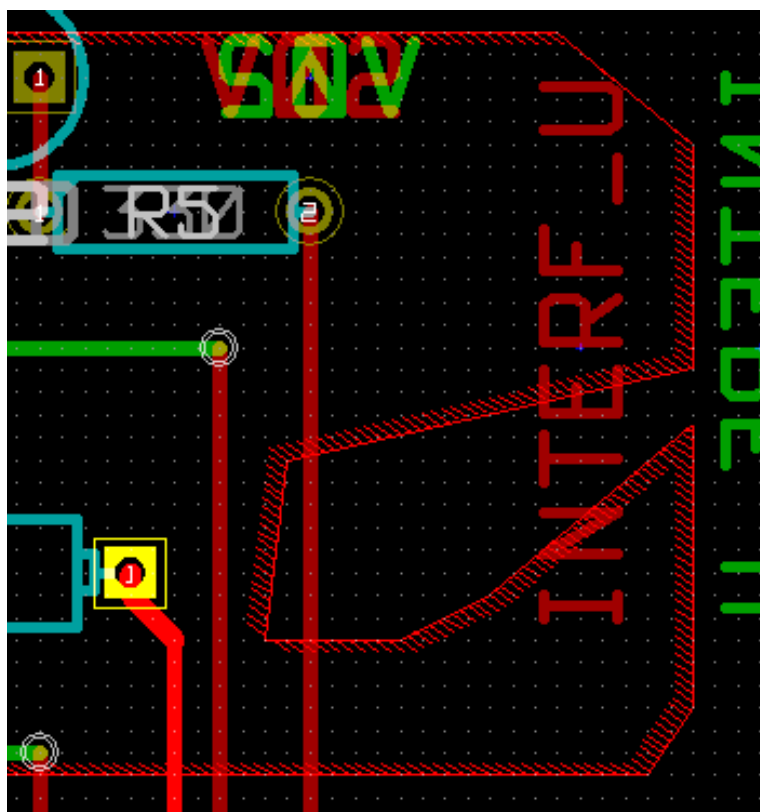
И если полигоны перекрываются, они будут комбинироваться.



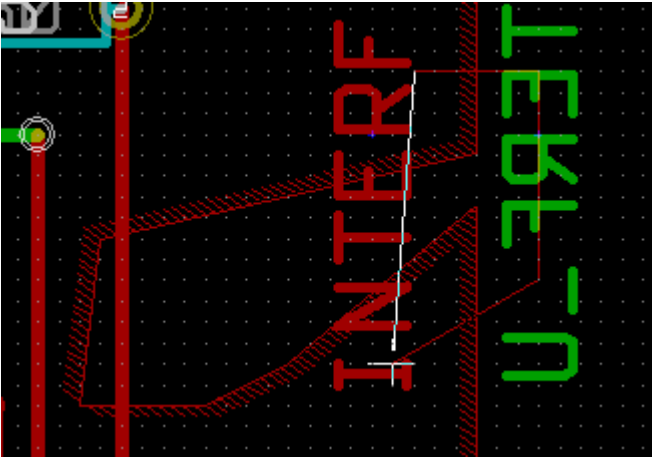
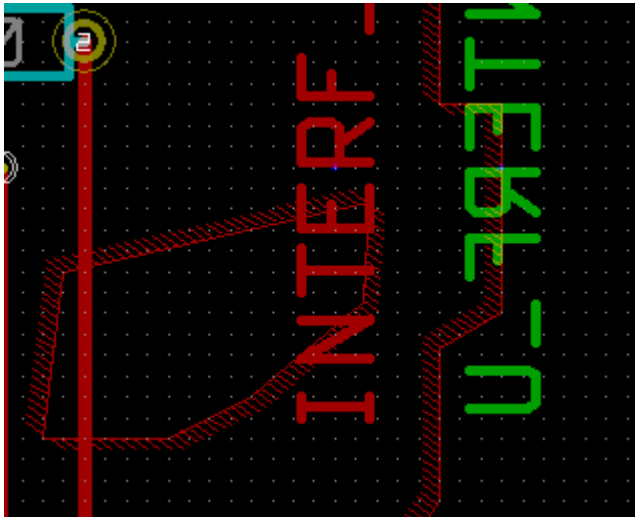
Чтобы сделать это, выполните правый клик на угле или ребре и выберите команду. На рисунке ниже перемещается угол выреза:



Ниже приведен результат (полигоны объединились):




Добавление подобной зоны:

	<p>Добавление зоны</p>
	<p>Результат</p>

9.6 Параметры редактирования зоны


Для этого сделайте правый клик на контуре зоны и выберите команду

 Edit Zone Params

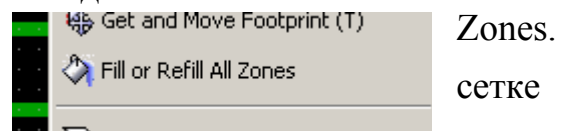
В диалоговом окне начальные параметры редактируются. Если зона уже заполнена, нужно выполнить это заново.

9.7 Финальное заполнение зон

Когда проектирование печатной платы завершается необходимо заполнить или перезалить все зоны металлизации. Для этого выполните следующее:

- Активируйте инструмент работы с зонами (.
- Правый клик высветит выпадающее меню команд.
- Используйте команду Fill or Refill All

Предупреждение. Вычисления при малой заполнении зоны займут некоторое время.




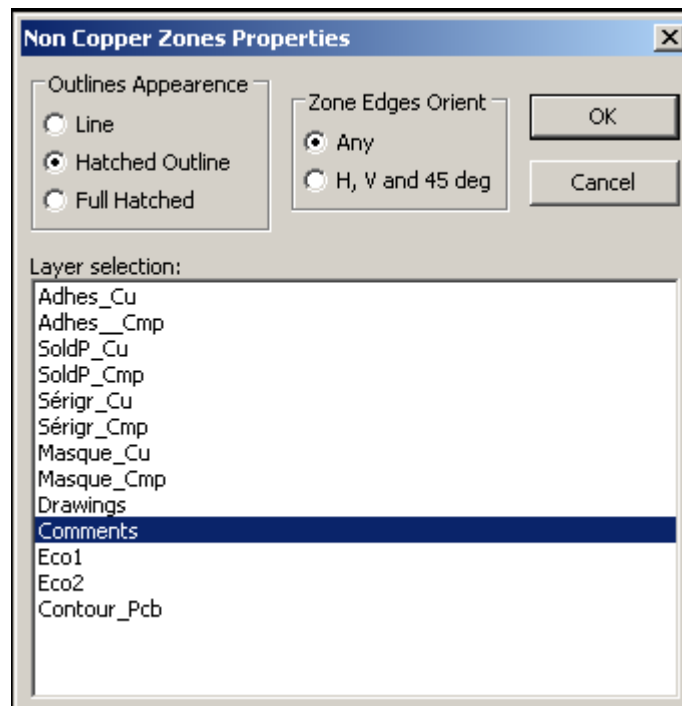
9.8 Смена имени электрической цепи зоны

После редактирования схемы могут измениться имена цепей. Например, имя VCC может быть изменено на +5V. При глобальном DRC-контроле Pcbnew выполняет проверку имен наличных цепей зон и выдает ошибку, если такой цепи нет. Вручную необходимо изменить в параметрах зоны старое имя цепи на новое.

9.9 Создание зон на технических слоях платы

9.9.1 Создание габаритов зоны

Выберите инструмент . **Активным должен быть технический слой.** При клике на начальной точке контура открывается диалоговое окно:



В перечне слоев выберите технический слой для размещения зоны. Процедура рисования зоны аналогична сказанному ранее относительно ввода зон на медных слоях.

10. Подготовка производства печатной платы

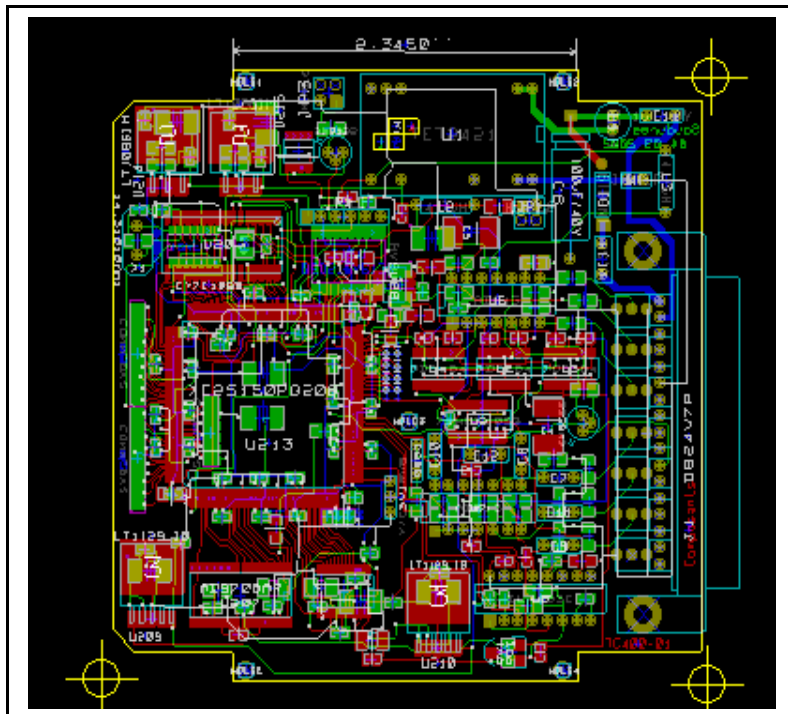
Важным звеном при подготовке проекта печатной платы к производству является выпуск файлов управляющих программ (УП) для технологического оборудования с ЧПУ (фото-плоттеров для печати фотошаблонов, сверлильных станков для сверления переходных, монтажных и крепежных отверстий, плоттеров для вывода топологических чертежей и планов сверления). Все сгенерированные файлы размещаются в рабочей директории, то есть, в той же директории, что и файл xxxxxx.BRD разведенной платы (printed circuit board).

10.1 Подготовка проекта к передаче в производство

Необходимо:

- Нанести обозначение слоя (например, '*component*' и '*copper*') и имя проекта для размещения подходящего текста поверх каждого из слоев.
- Весь текст на стороне '*copper*' – слое, иногда называемом '*solder*' или '*bottom*' (медный, пайки, нижний) - должен быть зеркально отражен.
- Создать любые планы металлизации (общего провода), модифицировав дорожки как требуется, чтобы гарантировать их от соприкосновения.
- Разместить визирные крестики и, возможно, размеры контура платы (это обычно делается на слоях общего назначения).


Вот пример, показывающий все эти элементы, исключая план общего провода, который опущен для лучшей визуализации:

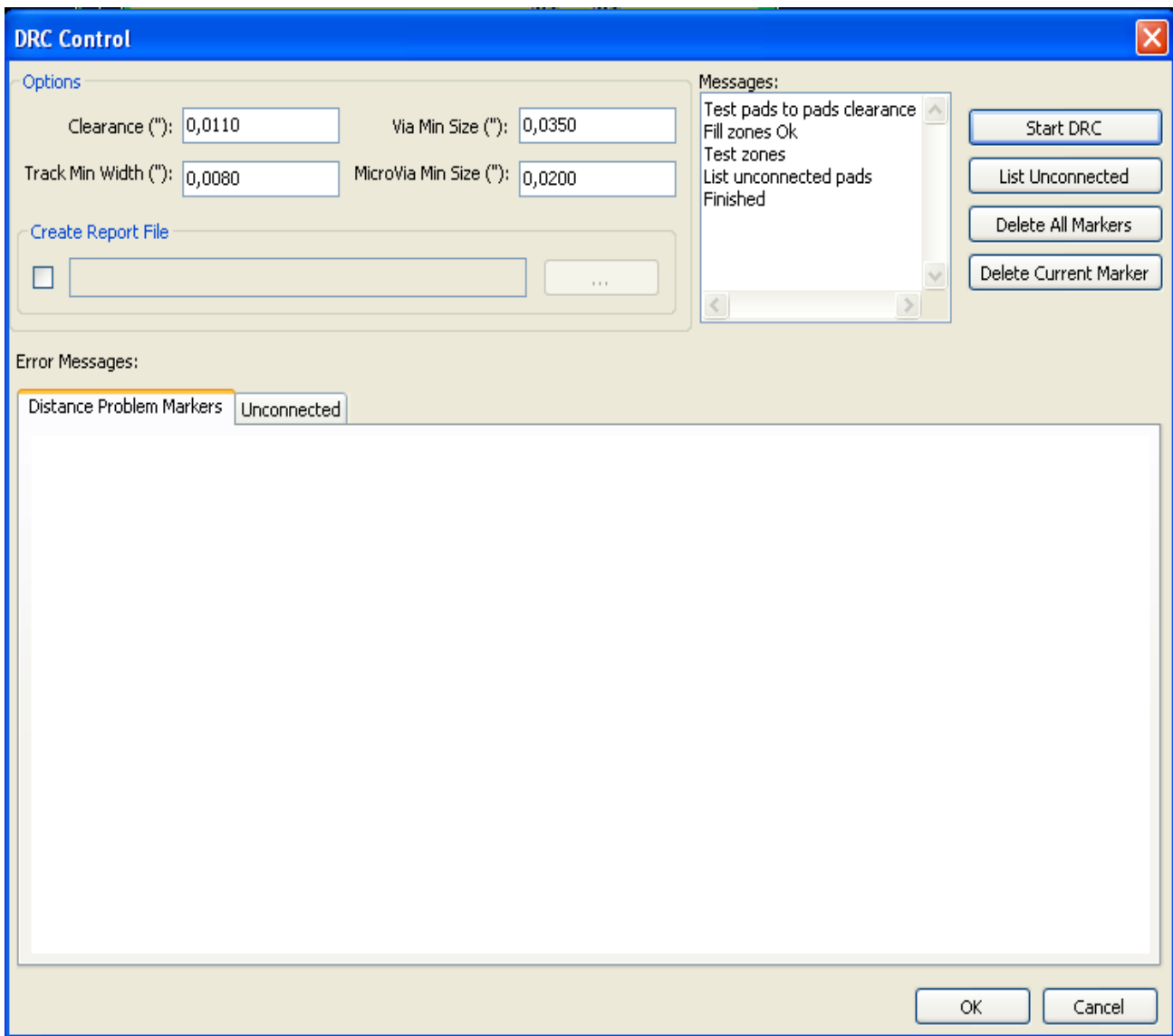


Клавиша цвета для 4х медных слоев также была включена:




10.2 Финальный DRC тест

Перед генерацией выходных файлов строго рекомендуется выполнить полную проверку проекта **DRC**. Нажмите клавишу  для открывания диалога DRC:

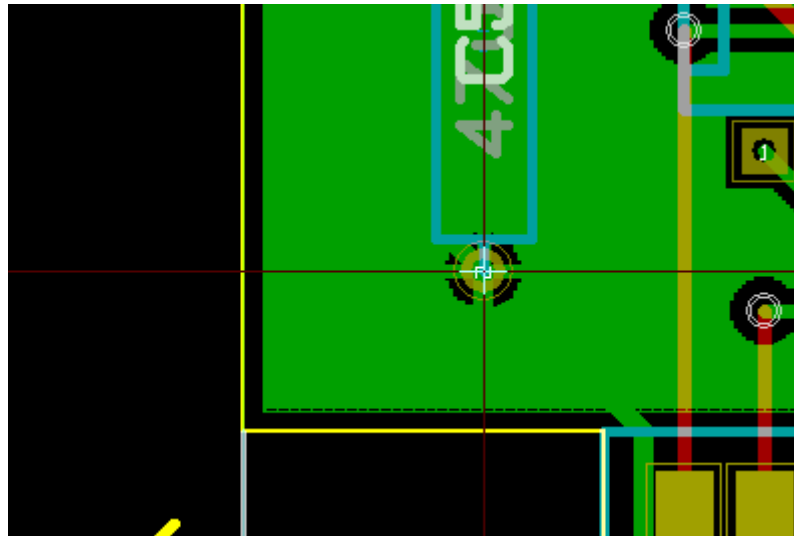


Здесь вводятся значения контролируемых зазоров, минимальной ширины проводников и размера переходных отверстий. Выбирается режим проверки: **Distance Problem Markers** (маркировка проблемных мест) или **List Unconnected** (список неразведенных соединений). Нажмите кнопку **Start DRC** для запуска процедуры проверки. В окно выводится протокол хода проверки в отношении элементов топологии платы (проверка зазоров между контактами и с зонами металлизации, выявление неразведенных связей, и другие). Этот протокол может быть записан в файл, указанный по команде **Create Report File**.

10.3 Установка начала координат

Для установки начала координат для файлов фотопечати и сверления платы нужно разместить вспомогательные оси в это начало, активировав кнопку . Пере-

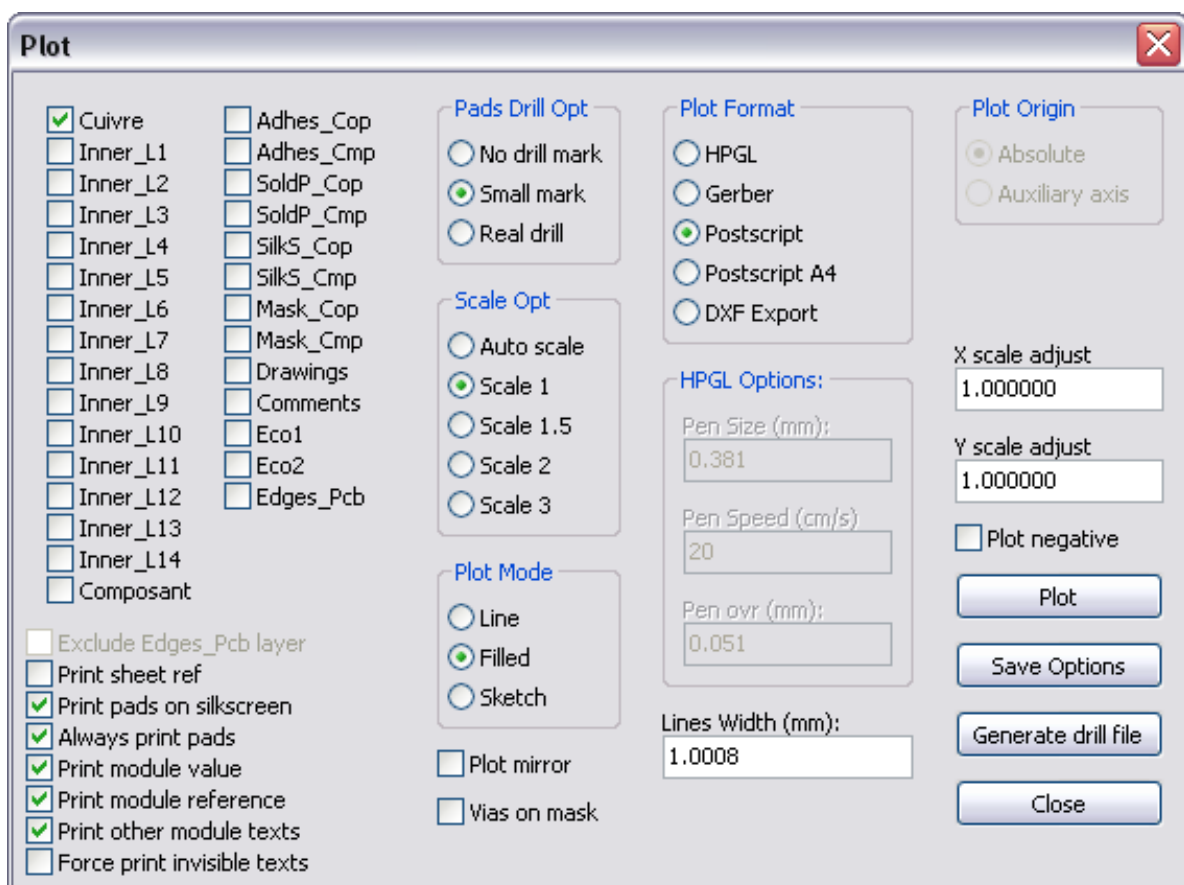
местите оси в выбранное положение, кликнув мышкой в этом положении (рис. ниже).



10.4 Генерация файлов фотошаблонов печатной платы

Это делается через команды из меню **Files/Plot**.

Обычно файлы для фотопечати формируются в формате GERBER. Тем не менее, возможно произвести также вывод проводящего рисунка платы в форматах HPGL, POSTSCRIPT и DXF.



10.4.1 Gerber RS-274X формат

Для каждого слоя ПП Pcbnew генерирует отдельный файл, следующий стандарту GERBER RS-274X, по умолчанию с точностью в 3.4 формате (каждая координата в файле представлена 7 цифрами, из которых 3 перед десятичной точкой, а 4 следуют за ней), размеры в дюймах, в абсолютных координатах, лидирующие нули опускаются.

Топология (проводящий рисунок) платы для фотоблона всегда рисуется в масштабе 1:1 (scale = 1).

Обычно необходимо создать файлы для всех медслоев и, в зависимости от типа топологии платы, для новки пайки (solder stop), маски пайки (solder mask), и фарета, или шелкографии, (silkscreen – маркировки компонент) слоев. Все эти файлы могут быть произведены в один проход выбором подходящих опций.

ша-

ных

оста-

тра-

Например, для двухсторонней топологии с solder stop, silkscreen и solder mask (для CMS компонент), будет сгенерировано 8 файлов ('xxxx' представляет имя файла с проектом платы .BRD):

- **xxxx.copper.pho** для медной стороны.
- **xxxx.cmp.pho** для компонентной стороны.
- **xxxx.silkscmp.pho** для компонентной стороны трафаретной маркировки.
- **xxxx.silkscu.pho** для медной стороны трафаретной маркировки
- **xxxx.soldpcmp.pho** для компонентной стороны, маска пайки.
- **xxxx.soldpcu.pho** для медной стороны, маска пайки.
- **xxxx.maskcmp.pho** для компонентной стороны, маска solder stop.
- **xxxx.maskcu.pho** для медной стороны, маска solder stop.

10.4.2 Форматы HPGL, Postscript, DXF

При HPGL-выводе стандартное расширение для выходных файлов – .PLT. Выводимый рисунок может быть выполнен в пользовательских масштабах и может быть зеркально отражен.

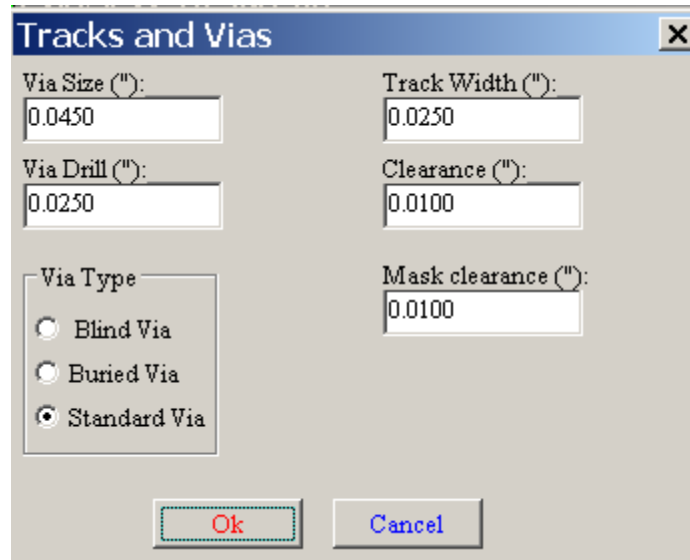
Список **Print Drill Opt** предлагает опции площадок, которые заполнены, просверлены до корректного диаметра, или просверлены с маленькими отверстиями (как направляющие для ручного сверления). Опция **Plot Mode** позволяет задать метод вывода дорожек (как осевые линии, контурно или заполненными). Если опция **Print Sheet Ref** активна, то выводится форматная рамка чертежа платы.

Стандартное расширение для выходных файлов для случая postscript-вывода – .PS. Как и для HPGL выхода, рисунок платы может быть в пользовательском масштабе и может быть отраженным. Если опция **Org=Centre** активна, точка отсчета для координат рисунка платы предполагается установленной в центр чертежа. Если опция **Print Sheet Ref** активна, то выводится форматная рамка чертежа платы.

Стандартное расширение для выходных файлов для случая AutoCAD DXF-вывода – .DXF. Чертеж платы может быть сформирован в формате DXF с рамкой формата или без нее.

10.5 Установка зазора для маски остановки пайки

Опции для задания зазора маски Solder Stop доступны через меню **Dimensions/Tracks and Vias**:



и вводом выбранных установок в правой нижней опции (**Mask clearance**); значение по умолчанию - 0.01 дюйма.

10.5 Генерация файлов для сверления отверстий

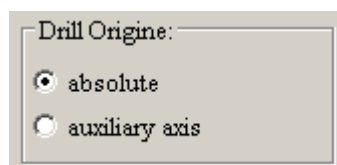
Создание файла сверления xxxxxx.DRL в формате EXCELLON - необходимая операция, выполняемая по команде **Postprocess/Generate Drill file** или **Plot/Generate Drill file**.


Можно также сделать опционный план сверления, который будет выведен в файл в HPGL (xxxxxx.PLT), POSTSCRIPT (xxxxxx.PS) или DXF (xxxxxx.DXF) формате. Это может быть полезно в качестве дополнительной проверки рисунка отверстий.

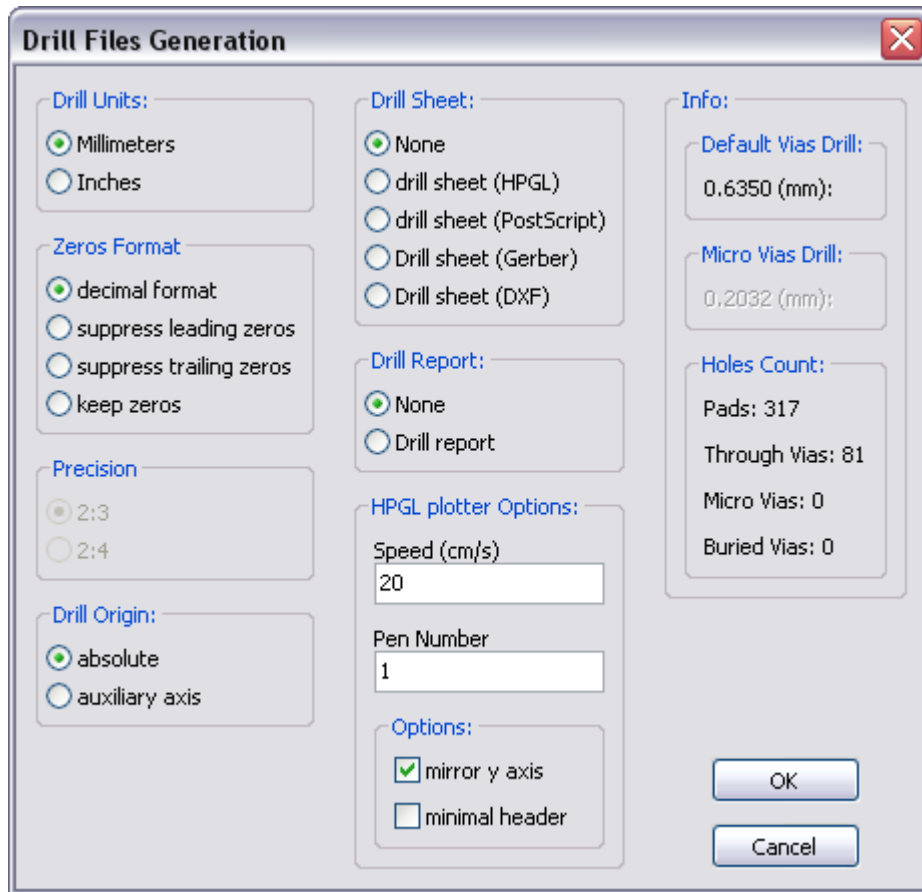
Основные режимы операции сверления отверстий задаются в форме **Drill Files Generation** (рисунок ниже).

Предустановленный диаметр для отверстий (по умолчанию) должен быть определен здесь. Для HPGL-чертежа плана сверления возможно определить номер и скорость (**no.** и **speed**) используемых при черчении перьев (на перьевом плоттере).

Исходные координаты выбираются в окне:



- **Absolute**: используются абсолютные координаты
- **Auxiliary axis**: координаты относительно вспомогательных осей. Используйте кнопку  на правой панели для размещения их в подходящем месте.



Здесь же задаются система измерения координат отверстий (метрическая или дюймовая), выводится статистика по отверстиям, выбираются формат (десятичный или целочисленный) выводимых координат, точность (количество знаков после запятой) и режим подавления нулей (слева, справа, не подавлять) при целочисленном формате координат.

10.6 Генерация кабельной документации

Для формирования файлов каблирования (подключения) ПП компонентный и медный трафаретные слои могут быть уже оттрассированы. Обычно, трафаретной маркировки (шелкографии) компонентной стороны достаточно для подключения платы. Если используется трафарет медной стороны, текст, содержащийся на ней, должен быть зеркально отражен, чтобы его можно было прочесть.

10.7 Генерация файлов для автоматической расстановки компонент

Эта опция доступна через опцию меню **Postprocess/Create Cmp file**. Однако файл не будет сгенерирован до тех пор, пока хотя бы один модуль не получил активацию атрибута **Normal+Insert** (смотрите редактирование модулей). Один или два файла будут сформированы, в зависимости от того, будут ли расставляемые компоненты присутствовать на одной или на обеих сторонах платы. Диалог отобразит имя созданного файла(ов).

10.8 Расширенные опции печати

Опции, описанные ниже (часть диалога **Plot**), позволяют детализировать управление процесс-подготовки документации заданием дополнительных выводов. Они весьма полезны, когда печатаются фареты для документации.

<input type="checkbox"/>	Print Sheet Ref
<input checked="" type="checkbox"/>	Print Pads on Silkscreen
<input type="checkbox"/>	Always Print Pads
<input checked="" type="checkbox"/>	Print Module Value
<input checked="" type="checkbox"/>	Print Module Reference
<input checked="" type="checkbox"/>	Print other module texts
<input type="checkbox"/>	Force Print Invisible Texts

Files/
сом
режи-
тра-

<i>Print Sheet Ref</i>	Возможность чертить форматную рамку листа
<i>Print Pads on Silkscreen</i>	Возможна/нет печать контура площадок на слоях трафарета (шелкографии), если площадки уже были декларированы присутствующими на этих слоях. Фактически полезно для предотвращения печати любых площадок в режиме « невозможна ».
<i>Always Print Pads</i>	Форсированная печать всех площадок на ВСЕХ слоях.
<i>Print Module Value</i>	Возможна печать текста VALUE на трафарете.
<i>Print Module Reference</i>	Возможна печать текста REFERENCE на трафарете.
<i>Print other module texts</i>	Возможна печать других текстовых полей на трафарете.
<i>Force Print Invisible Texts</i>	Форсировать печать полей (ссылка, значение) декларированных, как невидимые. В комбинации с <i>Print Module Reference</i> и <i>Print Module Value</i> эта опция позволяет производить документацию для каблирования и исправления. Эти опции необходимы для цепей, использующих компоненты, которые очень малы (CMS), чтобы сделать разборчивыми два отдельных текстовых поля.

11. ModEdit: управление библиотеками модулей

11.1 Обзор ModEdit

Редактор проектов печатных плат PCBNEW одновременно поддерживает несколько библиотек. Поэтому, когда модуль загружается, просматриваются все библиотеки, представленные в списке библиотек, пока первый образец модуля не будет обнаружен. Выбранная библиотека становится активной.

ModEdit делает возможным создание и редактирование модулей:

- Добавление и удаление контактных площадок;
- Изменение свойств площадки (вид, слой), как для отдельных площадок, так и для всех площадок модуля;
- Редактирование графических элементов (линии, текст);
- Редактирование информационных полей (значение, ссылка, ...);
- Редактирование ассоциированной документации (описание модуля, ключевые слова);

ModEdit позволяет поддерживать активную библиотеку:

- Список модулей в активной библиотеке;
- Удаление модуля из активной библиотеки;
- Сохранение модуля в активной библиотеке;
- Сохранение модулей, содержащихся в разработке платы.


Также возможно создание новых библиотек. Библиотека фактически создается из двух файлов:

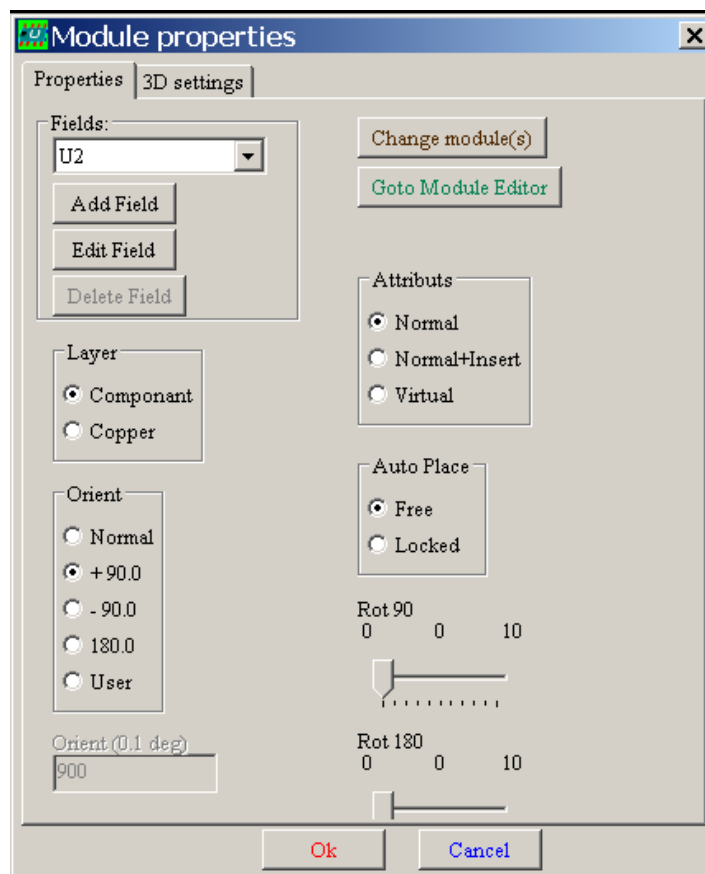
- Собственно библиотеки (расширение файла **.mod**)
- Ассоциированной документации (расширение файла **.dcm**)

Файл документации систематически регенерируется после каждой модификации соответствующего файла **.mod**. Таким путем он может быть легко восстановлен, если потеряется. Файл документации служит для ускорения доступа к документации модуля.

11.2 Редактор модулей ModEdit

Запуск редактора модуля Modedit может осуществляться двумя путями:

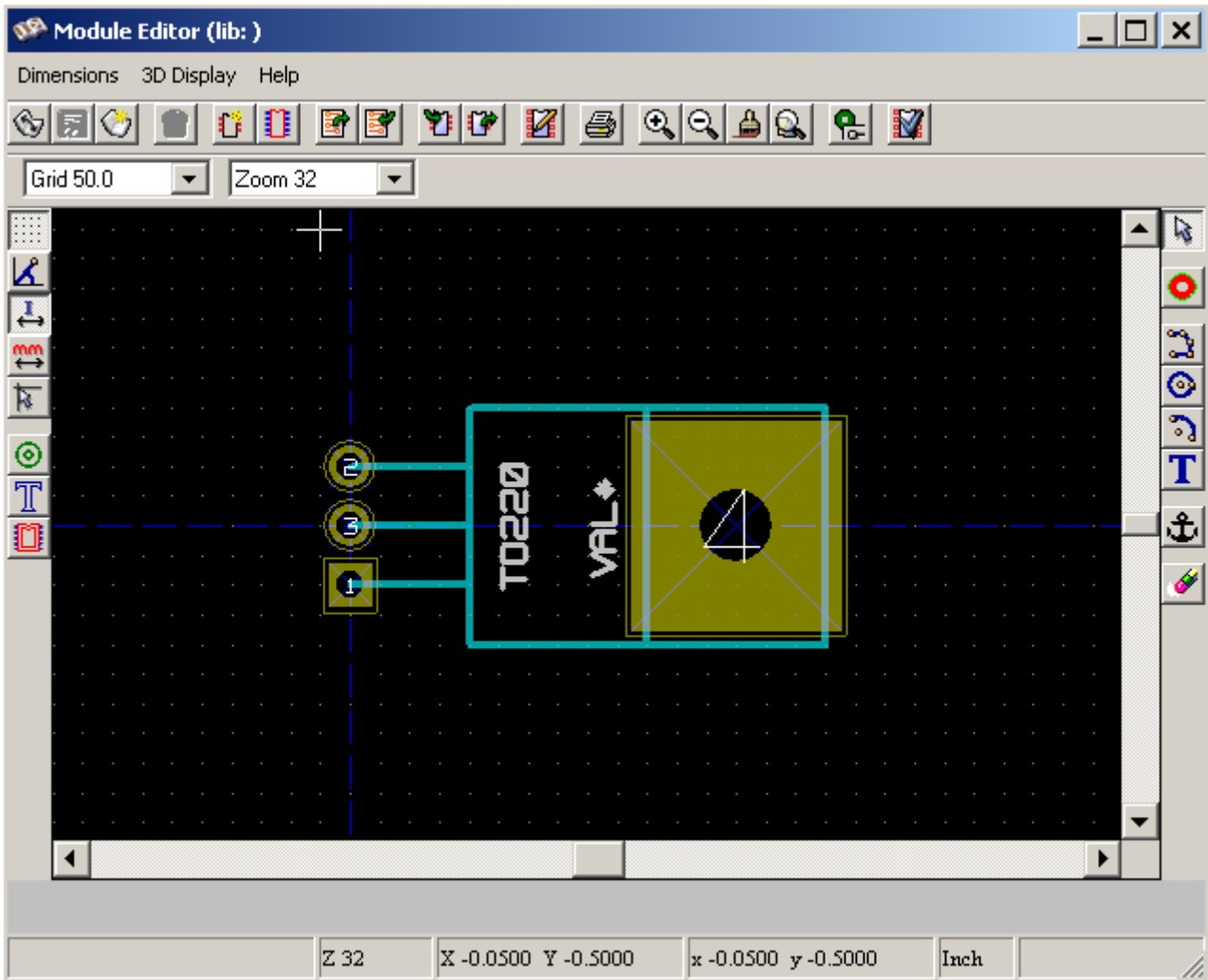
- Непосредственно, через иконку  основной инструментальной панели Pcbnew;
- В диалоге редактирования для активного модуля (открывается через контекстное меню), где есть функция **Goto Module Editor** (смотрите рисунок ниже).



В этом случае активный модуль платы будет загружен автоматически в ModEdit для немедленного редактирования (или архивирования).

11.3 Пользовательский интерфейс ModEdit:



















Вызов ModEdit приводит к появлению следующего окна:




11.4 Основная инструментальная панель в ModEdit:



Доступны следующие функции:

	Выбор активной библиотеки.
	Сохранение текущего модуля в активной библиотеке.
	Создание новой библиотеки и сохранение текущего модуля в ней.
	Доступ к диалогу удаления модуля из активной библиотеки.
	Создание нового модуля.
	Загрузка модуля из активной библиотеки.
	Загрузка (импорт) модуля из PCB (printed circuit board).
	Экспорт текущего модуля в PCB (printed circuit board). Если модуль был до этого импортирован, он заменит соответствующий модуль на плате (printed circuit board, то есть, относительную позицию и ориентацию). Если модуль был загружен из библиотеки, он будет скопирован на плату в позиции 0 и ориентации 0. <i>(Примечание переводчика на английский язык: Я не нашел этого явным образом: прежде импортированным из pcb? или из библиотеки (смотрите ниже)? А тогда, какая разница при загрузке его из библиотеки?)</i>
	Импорт модуля из файла созданного командой Export ()
	Экспорт модуля. Эта команда по существу идентична команде создания библиотеки, единственная разница в том, что  создает библиотеку в директории пользователя, тогда как  создает библиотеку в стандартной директории для библиотек (обычно <i>kicad/modules</i>).
	Не используется.
	Вызов диалога печати.
	Стандартные команды zoom.
	Вызывает редактор контактной площадки.
	Не используется.




11.5 Создание нового модуля:

Инструмент  позволяет создать новый модуль. Вам будет задан вопрос об имени для идентификации модуля в библиотеке. Этот текст также обслуживается, как ссылка модуля, которая будет замещена окончательной ссылкой на плате (U1, IC3...).

Для нового модуля необходимо добавить следующее:

- Очертания посадочного места модуля (и, возможно, текст);
- Контактные площадки;
- Значение (текст-заглушка, который впоследствии будет замещен действительным значением).

Когда новый модуль похож на существующий в библиотеке или на плате, можно использовать альтернативный, и зачастую более быстрый метод создания модуля:

- Загрузите похожий модуль (, , или )
- **Модифицируйте поле ссылки** для имени нового модуля.
- Отредактируйте и сохраните новый модуль.


11.6 Создание новой библиотеки

Создание новой библиотеки выполняется используя:



- в этом случае файл создается по умолчанию в директории библиотек;




Или  - в этом случае файл создается по умолчанию в рабочей директории.

Диалог выбора файла позволяет определить имя библиотеки и изменить директорию. В обоих случаях библиотека будет содержать отредактированный модуль.





Предупреждение: Если существует старая библиотека с тем же именем, она будет переписана без предупреждения.



11.7 Сохранение модуля в активной библиотеке

Сохранение модуля (это приведет к модификации файла активной библиотеки) выполняется через иконку . Если модуль с таким же именем существует, он будет замещен. До тех пор, пока вы зависите от правильности библиотечных модулей, дважды проверьте модуль перед сохранением.

Также рекомендуется редактировать текстовое поле либо ссылки, либо значения имени модуля, как идентификатора в библиотеке.

11.8 Перемещение модуля из одной библиотеки в другую

- Выберите исходную библиотеку ().
- Загрузите модуль ().
- Выберите целевую библиотеку ().
- Сохраните модуль ().

Вам может понадобиться удалить исходный модуль: вновь выберите исходную библиотеку, затем удалите старый модуль ( затем .

11.9 Сохранение всех модулей схемы в активной библиотеке

Есть возможность скопировать все модули текущего проекта платы в активную библиотеку. Эти модули будут сохранять их текущие библиотечные имена.

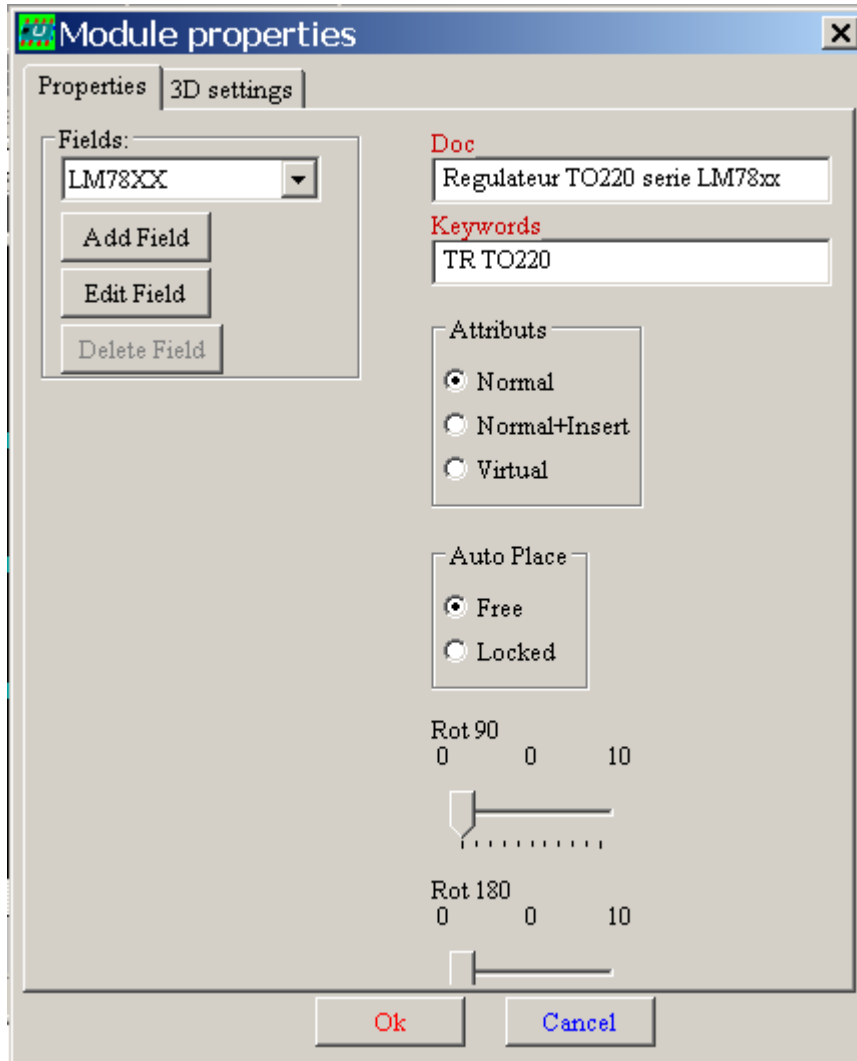
Эта команда имеет два применения :

1. Чтобы создать архив или полную библиотеку из модулей схемы, в случае потери библиотеки;
2. Более важно то, что это содействует поддержке библиотеки, делая возможным подготовку документации для библиотеки, как это объясняется ниже.

11.10 Документация для модулей библиотеки:

Очень рекомендуется документировать модули, которые вы создаете. Это дает возможность безошибочно отыскать и восстановить их.


Например, кто способен запомнить все многочисленные варианты цоколевки корпуса TO92? Диалог **Module Properties** часто самое простое решение этой проблемы.



Этот диалог допускает указание следующих атрибутов модуля:

- Однострочный комментарий/описание;
- Множество ключевых слов для его поиска.

Описание отображается со списком компонент, получаемом в программах CVPCB и в PCBNEW. Список используется в диалоге выбора модуля. Ключевые слова делают возможным ограничить поиск модулями, соответствующими специфическим ключевым словам.

Когда модуль загружается напрямую (иконка  правой инструментальной панели Pcbnew), ключевые слова могут вводиться в диалоге. Таким образом, ввод текста "=CONN" отобразит список модулей, чьи ключевые слова содержат слово CONN.

11.11 Документирование библиотек – рекомендуемая практика

Рекомендуется создавать библиотеки по ходу проектирования одной и более печатных плат, компоненты которых и будут составлять части исходных библиотек:

- Откройте в PCBNEW проект платы на формате A4 для легкого масштабирования при печати (в реальном масштабе scale = 1).
- Создайте модули, которые будут содержаться в библиотеке для этой платы.
- Собственно библиотека будет создана командой

File/Archivefootprints/Create footprint archive:



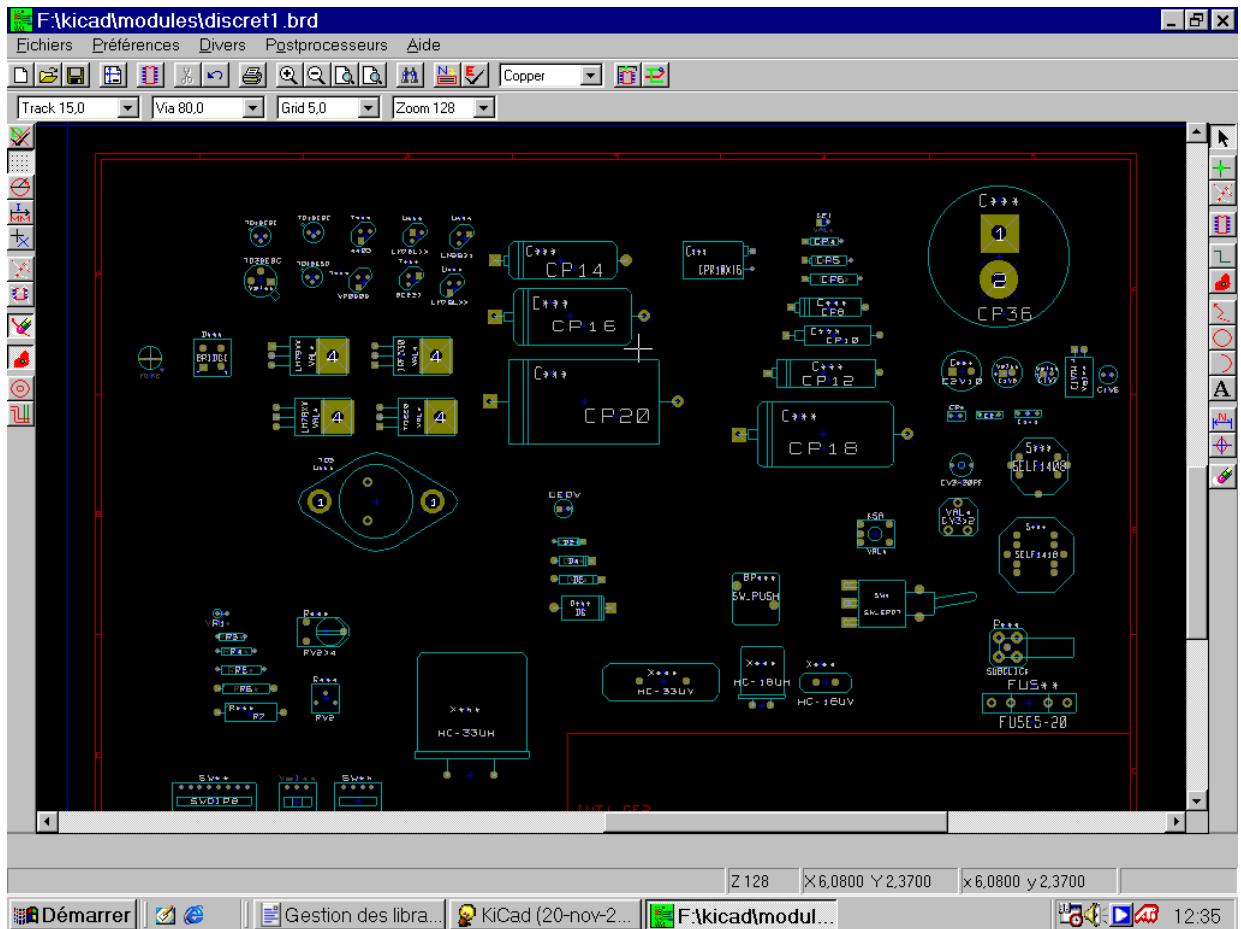
Выверенный (**true source**) источник библиотеки будет, таким образом, дополнительным проектом, и вместе с изменением схемы, позволит последовательно осуществлять и запоминать любые изменения модулей. Естественно, модули нескольких проектов плат могут быть сохранены в одной и той же библиотеке.

Неплохая идея создать разные библиотеки для разного рода компонент проектирования (разъемов, дискретных,...), поскольку Pcbnew имеет возможность при загрузке модулей просматривать множество библиотек.

Эта техника имеет несколько преимуществ:

- Проект с модулями плат может быть смасштабирован для печати и обслуживаться как документация на библиотеку без дополнительных усилий.
- Будущее развитие программы Pcbnew может потребовать регенерации библиотек. Это может быть сделано очень быстро, если использовались исходные проекты плат такого типа. Это важно, так как не касается формата файлов библиотек, а форматы файлов печатных плат останутся гарантировано совместимыми при дальнейшем развитии программы.

Вот пример исходной библиотеки:



12. ModEdit: редактирование модулей

12.1 Обзор

ModEdit используется для редактирования и создания модулей, что включает:

- Добавление и удаление контактных площадок.
- Изменение свойств площадки (вид, слой), для индивидуальных площадок или для всех площадок модуля.
- Добавление и редактирование графических элементов (очертания, текст).
- Редактирование полей (значение, ссылка,...).
- Редактирование ассоциированной документации (описание модуля, ключевые слова поиска).

12.2 Элементы модуля

Модуль – это физическое представление посадочного места корпуса компонента печатной платы, связанное со схемой. Каждый модуль включает три различных вида элементов:

- Контактные площадки.
- Графические контуры и текст.
- Поля.

Вдобавок, некоторые другие параметры должны быть корректно определены, если используется функция авторазмещения. То же касается генерации файлов автоустановки компонент на плату.

12.2.1 Контактные площадки

Два наиболее важные свойства площадки:

- Геометрия (форма, слои, наличие отверстий для сверления).
- Номер площадки, который задается применением **до четырех буквенно-цифровых символов**. Правильные номера площадок: 1, 45 и 9999, а также AA56 и ANOD. Номер площадки должен быть идентичен соответствующему номеру вывода символа схемы, поскольку по совпадению номеров вывода и площадки Pcbnew связывает выводы и площадки модуля.

12.2.2 Контуры модуля


Графические контуры используются для прорисовки физического вида модуля (плоского контура посадочного места модуля). Возможно несколько разных типов элементов контуров: линии, окружности, дуги и текст. Контуры не имеют электрического назначения, они имеют просто графическое назначение.

12.2.3 Текстовые поля

Это текстовые элементы, ассоциированные с модулем. Два из них обязательны и всегда присутствуют: поля **ссылки** (на позиционные обозначения) и **значения** (типы модулей). Они автоматически считываются и обновляются Pcbnew, когда считывается netlist в процессе загрузки файлов модулей для платы. Ссылки замещаются подходящими обозначениями элементов схемы (U1, IC3,...). Значения используются при упаковке элементов схемы в модули печатной платы (47K, 74LS02,...). Могут быть добавлены другие поля; они ведут себя подобно графическому тексту.

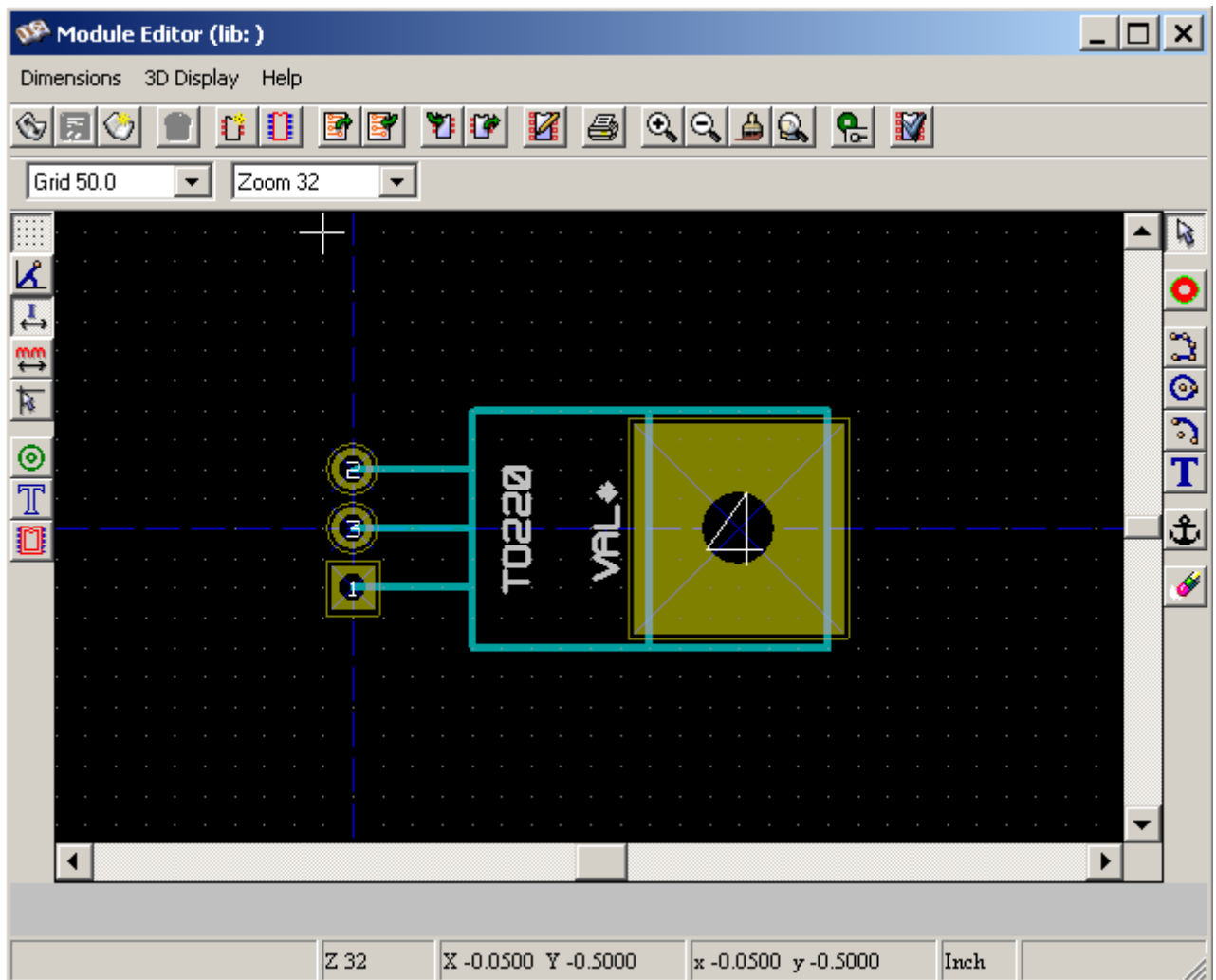
12.3 Запуск ModEdit и выбор модуля для редактирования

ModEdit можно запустить двумя путями:


- Непосредственно иконкой  основной инструментальной панели Pcbnew. Это позволит создать или модифицировать модуль в библиотеке.
- Двойной щелчок по модулю вызовет меню **Module Properties** (свойства модуля), которое имеет клавишу **Goto Module Editor** (перейти в редактор модуля). Если эта опция используется, модуль с платы будет загружен в редактор для модификации или сохранения.

12.4 Инструментальная панель редактора модуля








Вызов ModEdit откроет окно подобное следующему:




12.4.1 Правая панель – редактирование модулей

	<p>Эта инструментальная панель содержит инструменты для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Размещения площадок. - Добавления графических элементов (контуры, текст). - Позиционирования якоря. - Удаления элементов.
---	---








Специфические функции следующие:

	Добавить площадку.
	Нарисовать сегменты и многоугольники.
	Нарисовать окружности.
	Нарисовать дуги.
	Добавить графический текст (поля не обслуживаются этим инструментом).
	Позиционировать якорь модуля.
	Удалить элементы.

12.4.2 Левая панель – опции отображения модулей

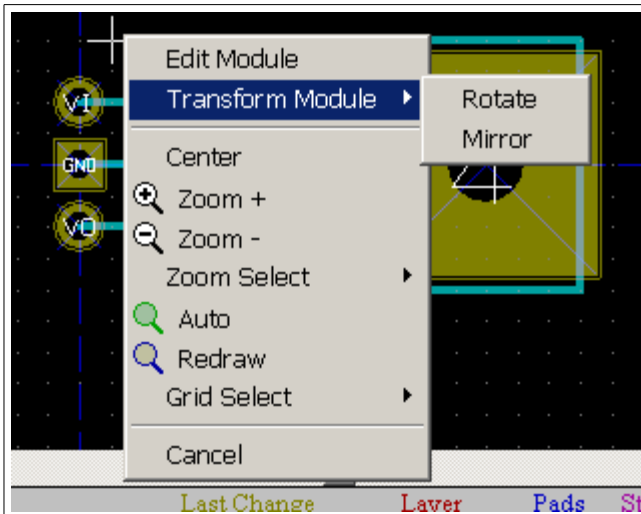
	<p>Эти инструменты управляют опциями отображения в ModEdit</p>
---	--

Эти опции активизируются, когда клавиша нажата:

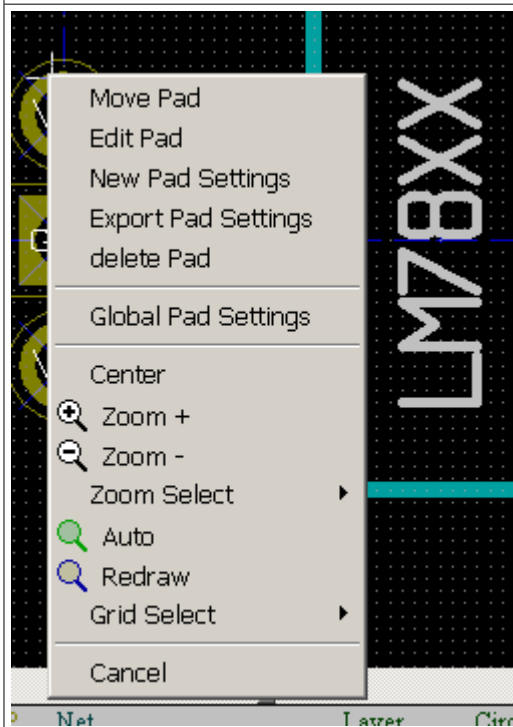
	Отобразить сетку.
	Показывать полярные координаты.
	Использовать в качестве единиц модуля миллиметры или дюймы - mm/inches (обновление: теперь mm/inches переключаются с помощью двух клавиш).
	Визирный (Crosshair) курсор.
	Отобразить площадку в режиме очертания.
	Отобразит текст в режиме очертания.
	Отобразить контуры модуля в режиме очертания.

12.5 Контекстные меню

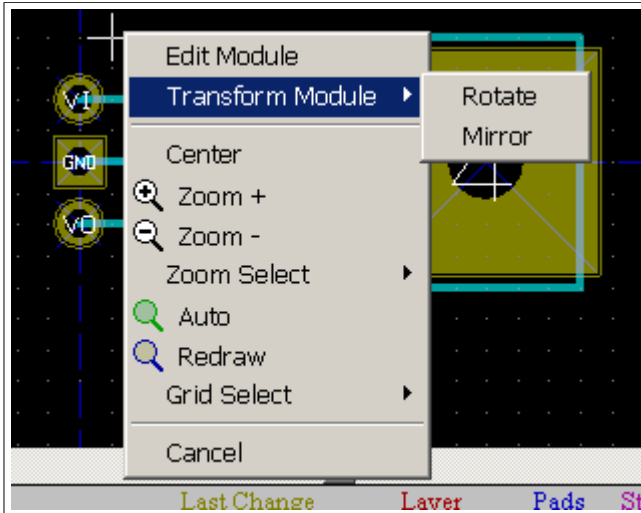
Правой клавишей мышки вызываются меню, которые зависят от того, какой элемент находится под курсором:



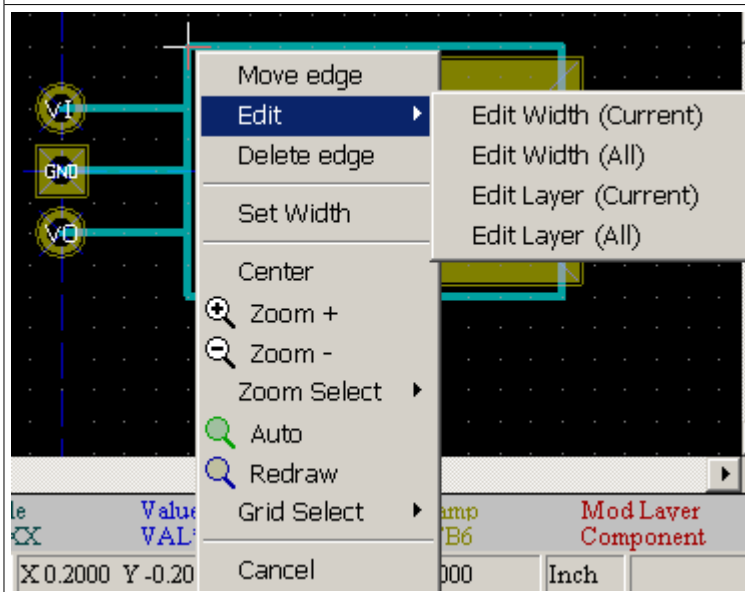
Контекстное меню для редактирования параметров модуля.



Контекстное меню для редактирования площадок.



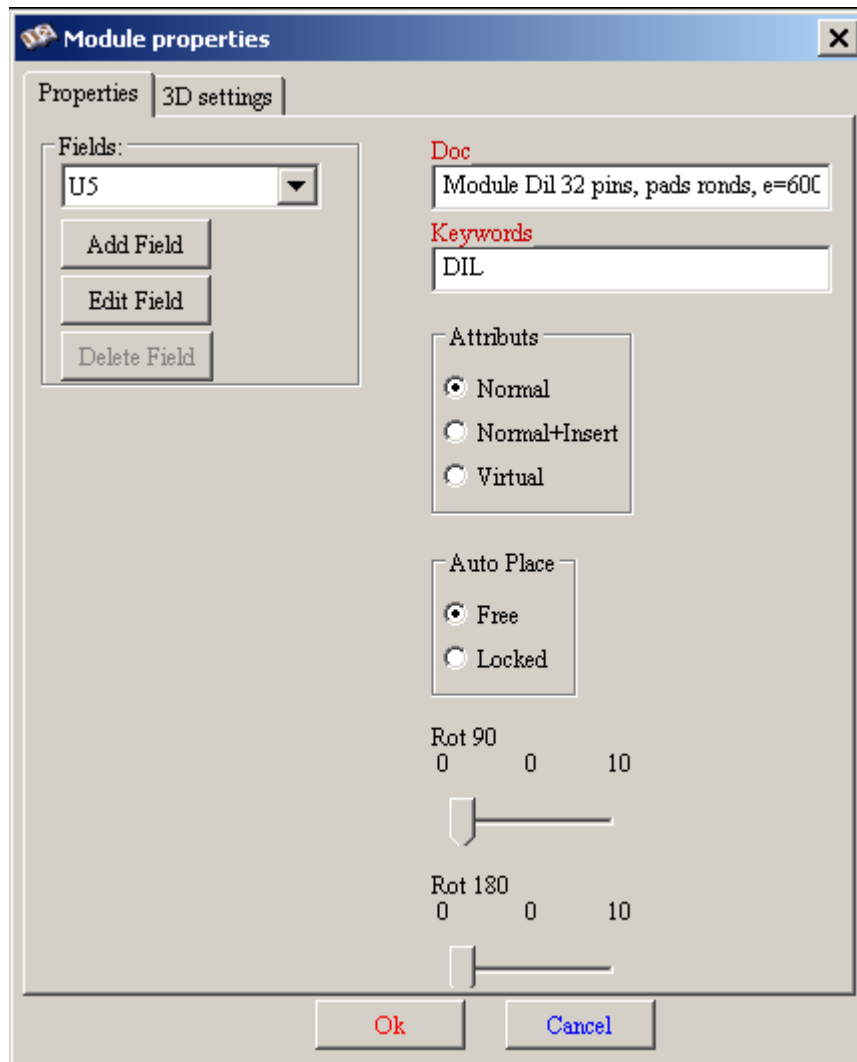
Контекстное меню для редактирования параметров модуля.



Контекстное меню для редактирования графических элементов.

12.6 Диалог свойств модуля.

Этот диалог может быть вызван, когда курсор находится на модуле щелчком правой клавиши мышки с последующим выбором **Edit Module**.



Диалог может быть использован для задания основных параметров модуля.

12.7 Создание нового модуля



- эта иконка используется для создания нового модуля.

Будет запрошено имя нового модуля (имя, которое идентифицирует модуль в библиотеке). Текст также обслуживает ссылки модуля, которые в конечном счете заменяются реальными позиционными обозначениями (U1, IC3...).




Переключите координатную сетку в режим отсчёта миллиметров или дюймов и выберите шаг сетки по оси X и оси Y (команда **User Grid Size**, например, 1.25мм при метрической сетке).

Новый модуль потребует ввода:

- Контуров (и, возможно, графического текста).
- Площадок.
- Значения (скрытый текст, который замещается истинным значением, когда используется).

Альтернативный метод:

Когда новый модуль похож на существующий модуль в библиотеке или на плате, может использоваться альтернативный и более быстрый метод создания нового модуля:


- Загрузите похожий модуль (,  или )
- **Модифицируйте поле ссылки** с целью генерации нового идентификатора (имени).
- Отредактируйте и сохраните новый модуль.

12.8 Добавление и редактирование контактных площадок

Как только модуль был создан, площадки могут быть добавлены, удалены или модифицированы.


Модификация площадок может быть локальной, касающейся только площадки под курсором, или глобальной, касающейся всех площадок модуля.

12.8.1 Добавление контактной площадки

Выберите инструмент  на правой инструментальной панели. Площадки могут добавляться щелчком по выбранной позиции левой клавишей мышки. Их свойства предопределены в меню **Pad properties**. Не забудьте ввести **pad number** (номер площадки).

12.8.2 Установка свойств площадки

Это можно сделать тремя путями.

1. Выбором инструмента  на горизонтальной панели.
2. Щелчком по существующей площадке с последующим выбором **Edit Pad**. Затем установки площадки могут редактироваться.
3. Щелчком по существующей площадке и выбором **Export Pad Settings**. В этом случае геометрические свойства выбранной площадки станут свойствами площадки по умолчанию.

В первых двух случаях будет отображено следующее окно диалога:

Особое внимание следует уделить корректному определению технологических слоев, на которых данная площадка будет размещаться.

В частности, хотя легко задать медные слои, управление другими слоями (маска паяния – solder mask, площадки слоя пайки – solder pads...) также важно при подготовке производства платы и документации.

Селектор **Pad Type** включает автоматический выбор набора слоев соответственно типу площадки, обычно достаточного. Основными типами площадок являются **Standart** (обычные, сквозные) и **SMD** (для поверхностного монтажа, планарные).

Параметр **Pad Size** задает размеры области металлизации контактной площадки, **Pad Shape** – форму области металлизации, **Delta** – трапецивидность площадки.

Примечание 1:

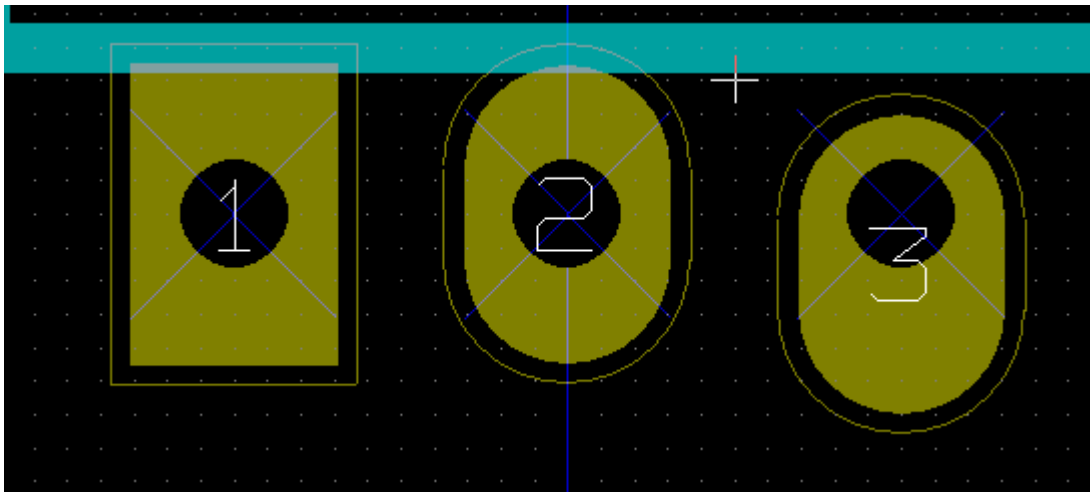
Для модулей **SMD** (поверхностно-монтируемых) типа VQFP/PQFP, которые имеют прямоугольные площадки на всех четырех сторонах модуля, и горизонтальных, и вертикальных, рекомендуется использовать только один вид (например, горизонтальный прямоугольник) и размещать его с различной ориентацией (0 для горизонтальных и 90 градусов для вертикаль-

ных). Глобальное изменение размеров площадок может быть сделано единственной операцией.

Примечание 2:

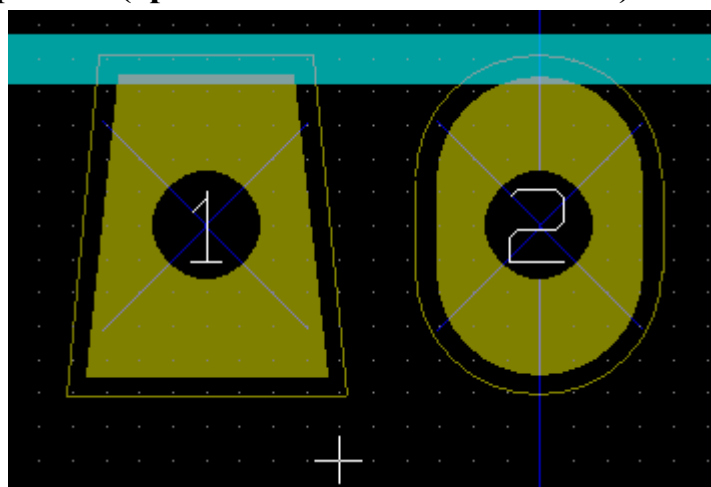
Поворот на -90 или -180 требуется только для трапециевидальных площадок, используемых в микроволновых модулях.

Параметр смещения:



Площадка 3 имеет смещение $Y = 15$ mils.

Параметр Delta (трапециевидальные площадки):

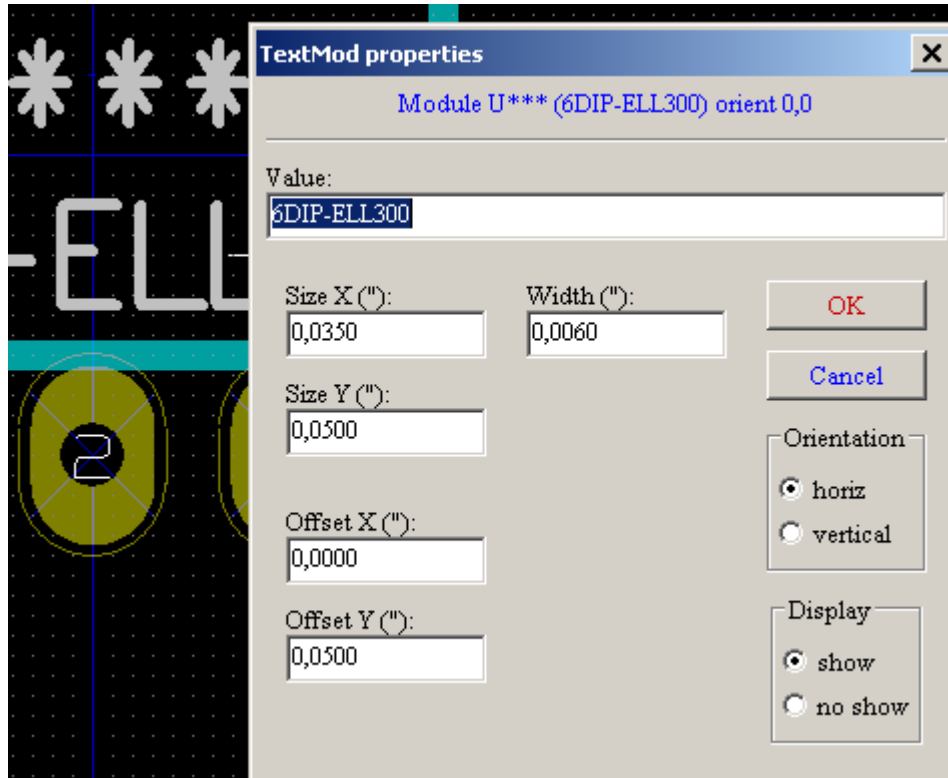


Площадка 1 имеет параметр $\text{DeltaX} = 10$ mils

12.9 Полевые свойства площадок

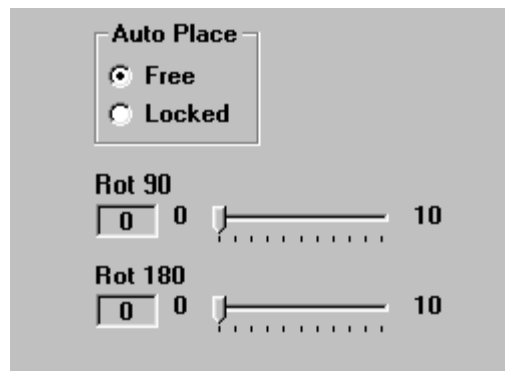
По крайней мере есть два поля площадок: **ссылка (reference)** и **значение (value)**.

Их параметры (атрибут, размер, ширина) должны быть обновлены. Доступ к диалоговому окну - с помощью выпадающего меню, кликом на , или через окно **Footprint properties**.



12.10 Информация об авторазмещении для модуля.

Если пользователь захочет использовать все возможности функций авторазмещения, необходимо определить допустимые ориентации модуля (диалог **Module Properties**).



Обычно, поворот на 180 градусов, допустим для резисторов, неполяризованных конденсаторов и других симметричных элементов. Некоторые модули (маленькие транзисторы, например) допускают поворот на +/- 90 или 180 градусов.

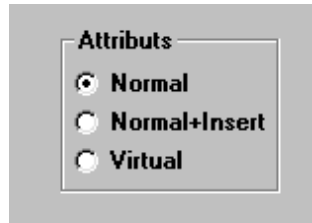
По умолчанию, новый модуль будет иметь допустимый поворот установленным в ноль. Это может быть урегулировано согласно следующему правилу:

Значение 0 делает вращение невозможным, 10 позволяет его полностью, а любое промежуточное значение создаст проблемы для вращения.

Например, резистор может иметь разрешение в 10 для поворота на 180 градусов (непринужденно) и разрешение в 5 для +/- 90 градусов вращения (допустимое, но не рекомендуемое).

12.11 Атрибуты

Выбор атрибут следующий:

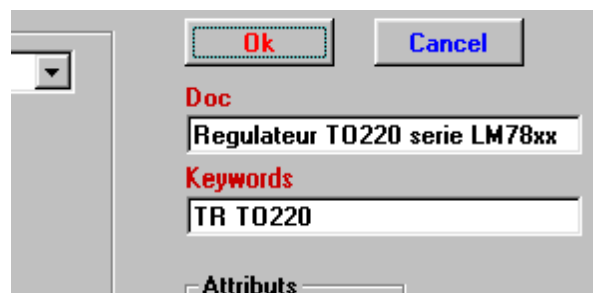


- **Normal** стандартный атрибут.
- **Normal+Insert** показывает, что модуль должен появиться в файле автоматической установки компонент (для машины автоматической установки). Этот атрибут часто полезен для компонент поверхностного монтажа (SMD).
- **Virtual** показывает, что компонент напрямую сформирован в проекте платы. Примером будут краевые соединители или индуктивности, созданные специфическим видом дорожек (это иногда видно на микроволновых модулях).

12.12 Документирование модулей в библиотеке

Строго рекомендуется документировать вновь создаваемые модули, с целью облегчить их быстрое и аккуратное исправление. Кто способен вспомнить многочисленные варианты цоколевки модуля TO92?


Диалог **Module Properties** предлагает простое решение этой проблемы.



Он позволяет:

- Ввести строку комментария (краткого описания модуля).
- Задать многочисленные ключевые слова.

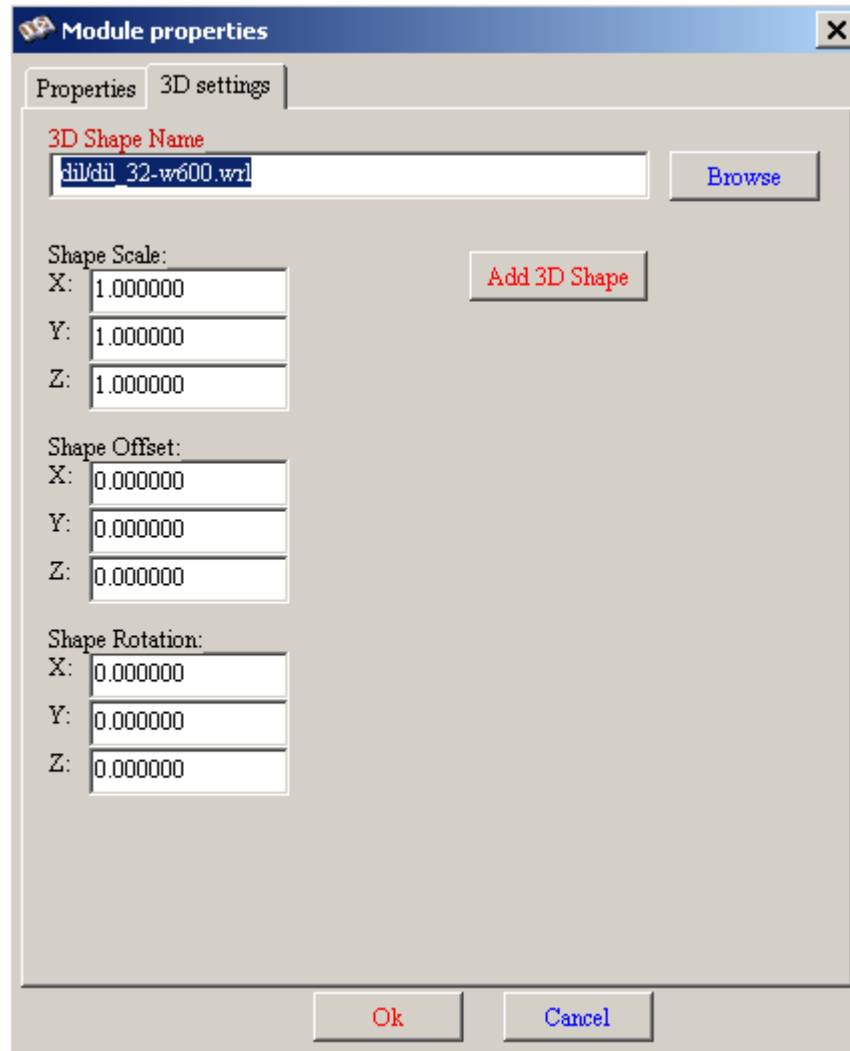
Строка комментария отображается потом со списком компонент в CVPCB и меню выбора модуля в PCBNEW. Ключевые слова могут использоваться для облегчения поиска модуля.

Например, при загрузке модуля (инструмент  в правой панели Pcbnew), можно впечатать текст `"=TO220"` в диалог, чтобы PCBNEW отобразил список модулей, имеющих ключевое слово `"TO220"`.

12.13 Управление трехмерным изображением корпуса

Модуль может ассоциироваться с файлом, содержащим трехмерное изображение корпуса представленного компонента. С целью ассоциировать такой файл с модулем, выберите закладку **3D Settings**.

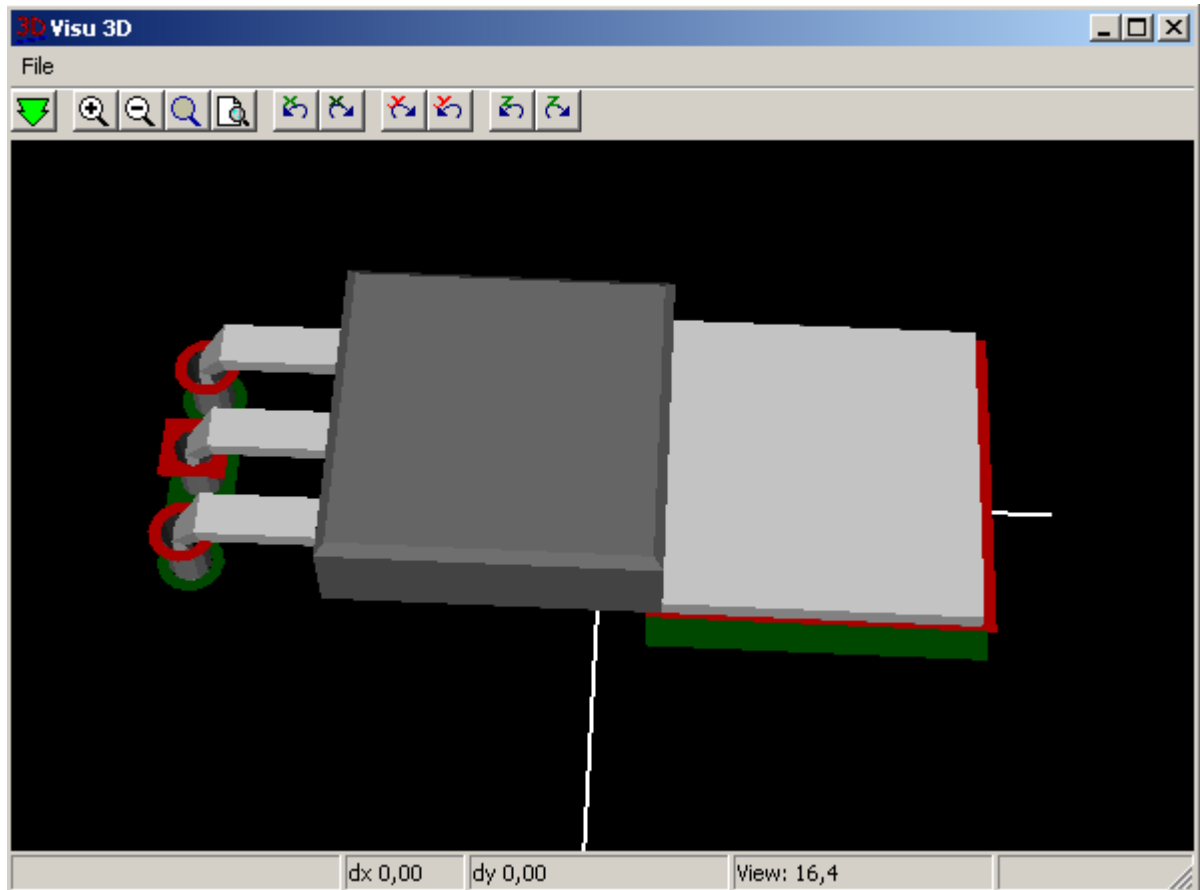
Панель опций следующая:



Следует задать следующую информацию:


- Файл, содержащий 3D-представление модуля (создается программой 3D моделирования **wings3d**, в формате **vrml**, через экспорт командой **to vrml**). Путь, по умолчанию **kiCad/modules/package3d**. В этом примере имя файла **discret/to_220horiz.vrml** использует предопределенный путь)
- **x**, **y** и **z** масштаб.
- Коррекция, которая будет проводиться по точке привязки (**anchor point**) модуля, обычно нулевой.
- Начальное вращение в градусах по каждой оси (обычно нулевое).

Если такой файл был определен, компонент можно увидеть в объемном виде:



Трехмерная модель (3D model) будет затем автоматически появляться в трехмерном представлении печатной платы, получаемом в PCBnew.


12.14 Сохранение модуля в активной библиотеке

Команда сохранить модификацию файла активной библиотеки активируется иконкой . Если модуль с тем же самым именем существует (старая версия), он будет перезаписан.

Поскольку важно доверять библиотечным модулям, стоит дважды проверить модуль на возможные ошибки перед его сохранением.

Перед сохранением также рекомендуется изменить ссылку или значение модуля для эквивалентности библиотечному имени модуля.

12.15 Сохранение модуля в проекте печатной платы

Если редактируемое посадочное место модуля пришло из проекта печатной платы, то с помощью инструментальной кнопки  оно обновляется на плате.

13. Ссылки

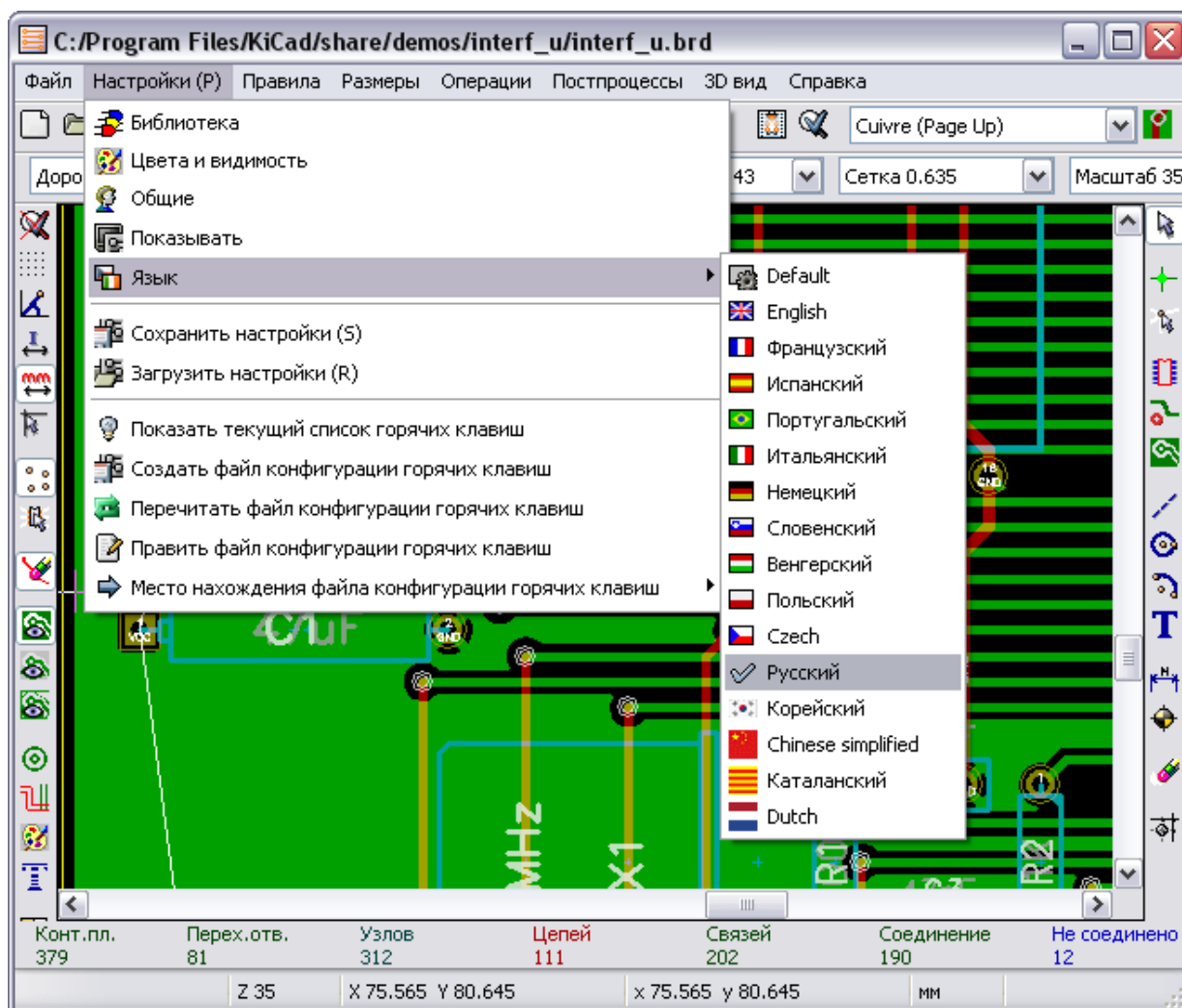
1. Spectra Design Language Reference, Cadence, 1999
2. Gerber RS-274X Format User's Guide. Barco Graphics, Rev D, 2001

14. Послесловие к русской редакции перевода

KiCAD – система автоматизированного проектирования печатных плат (ПП) со свободной лицензией типа GPL и открытым программным кодом (open source).

Перевод руководства по графическому редактору проектов печатных плат PCBNEW выполнен на основе англоязычной версии руководства и свежих SVN-сборок программ для операционных систем Linux и Windows XP.

В тексте использованы рисунки с английским интерфейсом, хотя PCBNEW легко переключается и на русский интерфейс для пользователя (рисунок ниже).



В этом случае руководство будет вызываться по команде **Справки/Содержание** из головного меню программы PCBNEW (папка на диске **kiCAD/doc/help/ru**). При англоязычном интерфейсе PCBNEW обращается за помощью в папку **.../help/en**.

В работе над руководством использовались не официальные сборки KiCAD, а специальные сборки системы для применения в России, модификация которых выполнена отечественными программистами из группы KiCAD Developers Team.

Такие сборки приспособлены для работы с кириллицей не только в интерфейсе программы, но и в проекте, лучше настроены на отечественные стандарты проектирования (другой вид позиционных обозначений компонентов, другая форматная рамка чертежей и т.д.). Они могут быть получены самостоятельно из исходных кодов программ (при определенных навыках), либо скачаны из Интернет (*например, с <ftp.ntcsm.ru/pub/kicad>*).

В Интернет можно найти главы wiki-энциклопедии, посвященные KiCAD, а также сайт для русскоязычных пользователей KiCAD (<http://kicad.sourceforge.net/phpBB2/>), где обсуждаются вопросы работы в KiCAD и даются полезные ссылки. В частности, это ссылки на библиотеки символов схемных элементов и модулей печатных плат, конвертированные из P-CAD и Eagle, а также на пособия по KiCAD, выпущенные в учебных заведениях страны (хороший лабораторный практикум подготовлен на кафедре САПР ВС Рязанского ГРТУ Семеновым А.А.).

В заключении следует сказать, что система KiCAD – это динамично развивающаяся САПР печатных плат. Так, в последнее время появились такие функции, как выход на внешние программы авто-трассировки с интерфейсом взаимодействия на языке Specstra DSN (FreeRoute, Electra, TopoR и др.), выход на чертежные программы через формат Autodesk DXF (Qcad, Компас, AutoCAD и др.), введены новый векторный шрифт текста и команда назначения правил проектирования для классов цепей, улучшена работа с экранными зонами металлизации и др. Часть этих функций пока слабо освещена в руководстве. Эти недостатки будут восполняться в будущем.

Каждый может принять участие в улучшении качества кода и документации САПР KiCAD.

Адаптация документации и программы на русский язык:

Викулов Ю.Н. (Саров)
Федорушков А.А. (Москва)
Плятов И.А. (Таганрог)

Сентябрь 2009