

Проектирование сложных контуров печатных плат

в векторном графическом редакторе Corel Draw

В статье предложен метод проектирования геометрии печатных плат (контур печатной платы, границы трассировки, области запрета трассировки и размещения), который заключается в разработке сложных контуров в программной среде Corel Draw и дальнейшей их передаче в редактор топологии печатных плат. Corel Draw является графическим редактором, однако в нем есть возможность экспортировать данные в формат .dxf. В свою очередь функцию импорта файлов в формате .dxf поддерживают практически все современные редакторы топологии печатных плат. Corel Draw предназначен для рисования сложнейших векторных рисунков, а значит, создать в нем сложный контур печатной платы не составит труда.

Татьяна Колесникова

beluikluk@gmail.com

Введение

В процессе разработки радиоэлектронной аппаратуры различного назначения этап технического или конструкторского проектирования является одним из самых трудоемких, длительных и ответственных. На этом этапе осуществляется переход от функционально-логического описания к конструкторской реализации аппаратуры в виде законченных изделий (плат, блоков и т. п.) с оформлением конструкторской и технологической документации. От качества выполненной работы на данном этапе в значительной мере зависит качество готового изделия. Исходной информацией для конструкторского проектирования является принципиальная электрическая схема устройства с детализацией до уровня базовых конструкторских элементов, под которыми подразумеваются дискретные радиодетали, микросхемы, микромодули, объемные модули и функциональные неделимые узлы на печатном монтаже. В процессе проектирования печатной платы инженеру приходится решать достаточно трудоемкие задачи, одна из которых — разработка контура печатной платы (ПП).

Печатные платы представляют собой основной конструктивный носитель и средство соединения микросхемных компонентов при разработке современных электронных устройств. Платы во многом определяют компактность электронных изделий, их надежность, функциональность и быстродействие.

При проектировании ПП необходимо учитывать функциональные особенности отдельных ее компонентов, требования, предъявляемые к размерам проводников, расположению компонентов на ПП, а также существование ограничений на длину проводников, их расположение относительно края ПП и конструкции модуля, а также ограничения по типу-размерам ПП.

Наиболее широкое применение в производстве печатных плат нашли системы автоматического проектирования (САПР), ставшие мощным средством поддержки современного проектирования объектов производства и оформления конструкторской и технологической документации. Существует достаточно большое количество средств САПР, предназначенных для IBM PC, — комплексная система автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств Altium Designer, программные пакеты Expedition Enterprise и PADS компании Mentor Graphics, программное обеспечение для разработки топологии печатных плат NI Ultiboard.

Конфигурация и габариты печатной платы зависят от размеров создаваемого изделия, электрической схемы, применяемых навесных элементов, эксплуатационных требований, предъявляемых к конечному продукту, технико-экономических показателей. Применение плат больших размеров сложной геометрической формы не рекомендуется из-за малой механической прочности, сложности обработки и, главным образом, из-за возникновения значительного коробления, образующегося в процессе технологического цикла изготовления. Предпочтительной является прямоугольная форма печатной платы. Проектирование ПП принято начинать с отрисовки ее контура в контексте общей сборки. Контур платы определяет физическую форму и размер платы, должен быть замкнутой формы и обычно представляет собой замкнутую ломаную линию, которая может содержать дугообразные области. Для определения области трассировки создается граница трассировки, определяющая область в пределах контура платы, куда могут быть помещены металлизированные поверхности и проводники. Контур печатной платы простой конфигурации рисуют непосредственно в редакторе печатных плат, используя инструменты



Рис. 1. Печатные платы сложной формы

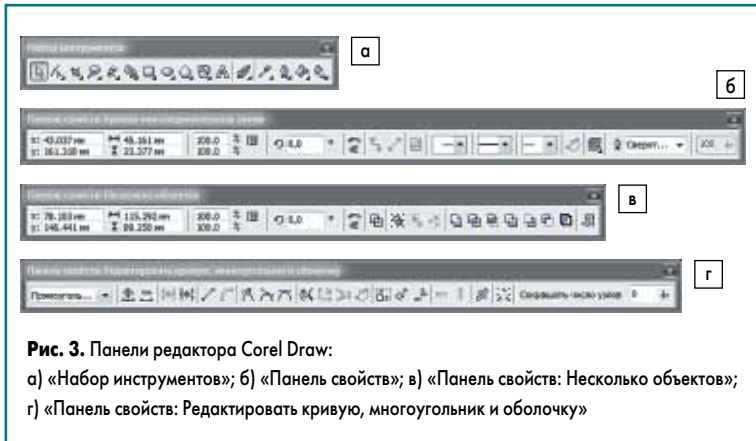


Рис. 3. Панели редактора Corel Draw:

а) «Набор инструментов»; б) «Панель свойств»; в) «Панель свойств: Несколько объектов»; г) «Панель свойств: Редактировать кривую, многоугольник и оболочку»

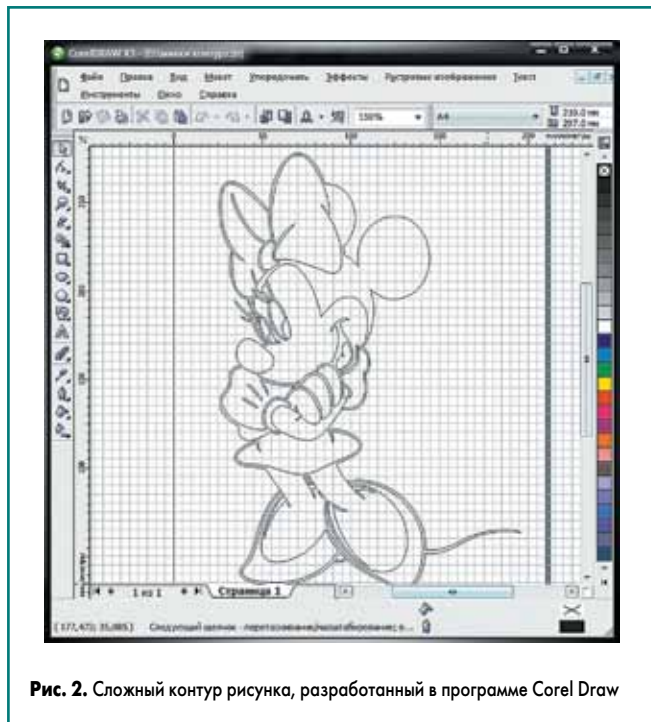


Рис. 2. Сложный контур рисунка, разработанный в программе Corel Draw

для рисования дуг и линий. Однако на практике все же возникают ситуации, когда вследствие конструктивных особенностей прибора необходима плата достаточно сложной формы, с большим количеством выемок и/или отверстий (рис. 1). Редакторы печатных плат не всегда хорошо справляются с заданием такого типа, что заставило автора искать свой метод решения данной задачи.

Общие сведения о программе Corel Draw

Corel Draw Graphics Suite (Интегрированный комплект программ Corel Draw) — популярный и один из мощнейших редакторов векторной графики, разработанный канадской корпорацией Corel. Причем такое название программного обеспечения получило начиная с 12-й версии продукта. Прежде комплект назывался просто Corel Draw.

Как и другие векторные редакторы, Corel Draw чаще всего применяется для создания логотипов, иллюстраций, сложных геометрических объектов, технических иллюстраций, диаграмм и блок-схем, разметки страниц, типографики. Однако с помощью данной программы можно не только работать с изображениями, но и строить различные схемы, графики, диаграммы и чертежи векторным методом, представляющим изображения в виде совокупности отрезков, дуг и т. д. В данном случае вектор — это набор данных, характеризующий какой-либо объект. Программы векторной, или, по-другому, контурной графики работают с объектами, которые могут быть созданы на основе кривых и геометрических фигур и сохранены в памяти компьютера в виде описаний контуров. Возможности программы позволяют создавать в ее среде самые сложные контуры (рис. 2) и производить их экспорт в формат .dxf (с файлами данного формата работают практически все редакторы печатных плат). А значит, при имеющихся

у проектировщика определенных навыков работы с векторным редактором, в Corel Draw намного проще и быстрее создать сложный контур платы, чем в редакторе печатных плат.

Corel Draw предназначен для работы с векторной графикой и остается несомненным лидером среди подобных программ. Популярность Corel Draw объясняется большим набором средств создания и редактирования графических образов, удобным интерфейсом и высоким качеством получаемых изображений. Программа имеет интуитивно понятный интерфейс, который делает ее доступной и востребованной пользователями-любителями. С другой стороны, это очень мощный редактор, содержащий весь набор профессиональных функций, реализованных на высоком программном уровне, что делает его основным приложением, используемым профессионалами в большинстве издательств, типографий и фирм, занимающихся издательской подготовкой. Эта программа доступна для всех пользователей, для нее имеется много русскоязычной и переводной литературы.

Проектирование сложного контура печатной платы в Corel Draw

В Corel Draw для создания контуров объектов предусмотрен ряд инструментов, которые расположены на следующих панелях: «Набор инструментов», «Панель свойств», «Панель свойств: Несколько объектов», «Панель свойств: Редактировать кривую, многоугольник и оболочку». Контуром в Corel Draw называется любой объект, созданный с помощью инструментов рисования. К контурам принадлежат все геометрические и другие фигуры, произвольные и плавные кривые линии. При разработке контура платы могут быть полезны следующие инструменты панели «Набор инструментов» (рис. 3а):

- «Форма»;
- «Перо»;

- «Безье»;
- «Свободная форма»;
- «Кривая через три точки»;
- «Прямоугольник»;
- «Эллипс»;
- «Многоугольник».

Редактирование уже созданных в рабочем поле программы объектов можно производить при помощи инструментов панели «Панель свойств» (рис. 3б):

- «Положение объектов»;
- «Размер объектов»;
- «Масштаб»;
- «Угол поворота»;
- «Отразить»;
- «Разъединить»;
- «Выбор стиля абриса»;
- «Автоматическое замыкание кривой»;
- «Толщина абриса»;
- «Преобразовать в кривую».

При помощи инструментов панели «Панель свойств: Несколько объектов» (рис. 3в) к группе объектов в рабочей области программы можно применить следующие операции:

- «Объединить»;
- «Сгруппировать»;
- «Отменить группировку»;
- «Исключить»;
- «Пересечение»;
- «Упрощение»;
- «Передние минус задние»;
- «Задние минус передние»;
- «Создание нового объекта, который окружает выбранные объекты»;
- «Вывернуть и распределить».

Редактирование объектов, преобразованных в кривые, выполняется с помощью инструментов панели «Панель свойств: Редактировать кривую, многоугольник и оболочку» (рис. 3г):

- «Добавить узлы»;
- «Удалить узлы»;
- «Соединить два узла»;
- «Разъединить кривую»;

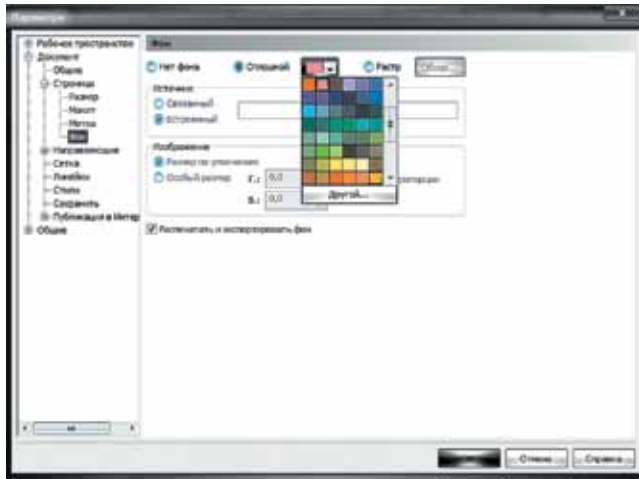


Рис. 4. Диалоговое окно «Параметры» редактора Corel Draw

- «Преобразовать кривую в линию»;
- «Преобразовать линию в кривую»;
- «Создать узел с острым углом»;
- «Сглаженный угол»;
- «Сделать узел симметричным»;
- «Обратить направление кривой»;
- «Замкнуть кривую»;
- «Извлечь фрагмент»;
- «Автоматическое замыкание кривой»;
- «Масштаб и растяжение узлов»;
- «Поворот и скос узлов»;
- «Выровнять узлы»;
- «Отразить узлы по горизонтали»;
- «Отразить узлы по вертикали»;
- «Выбрать все узлы»;
- «Сокращение числа выбранных узлов»;
- «Сглаживание кривой».

Для более удобной работы с редактором можно установить сетку и изменить цвет рабочего поля с белого, к примеру, на какой-либо пастельный тон, более приятный для глаз. Сделать это можно при помощи команды основного меню программы «Макет/Фон страницы», в результате будет открыто диалоговое окно «Параметры» (рис. 4). В правой части данного окна в поле «Фон» необходимо установить переключатель в позицию «Сплошной» и выбрать при помощи левой кнопки мыши из выпадающего меню нужный цвет. Затем нажать на кнопку **ОК** в нижней части окна «Параметры». Установить сетку в редакторе Corel Draw можно командой «Вид/Сетка».

Рассмотрим более подробно технологические возможности графического редактора Corel Draw.

Создание и выделение объектов

Для создания нового объекта в рабочем поле программы необходимо выбрать на панели «Набор инструментов» нужный инструмент, поместить курсор в область рабочего пространства, нажать левую кнопку мыши и перемещать ее до тех пор, пока объект не достигнет нужных размеров. Затем отпустить левую кнопку мыши — фигура создана.

После создания любого объекта наступает этап редактирования, во время которого объ-

ект преобразуется в соответствии с требованиями разработчика. Перед процедурой редактирования объект необходимо выделить. Сделать это можно путем щелчка по нему левой кнопкой мыши (при этом на панели «Набор инструментов» должен быть выбран инструмент «Указатель»). При создании объекта вокруг него появляются черные прямоугольники (маркеры выделения), то есть он уже выделен. Однако в процессе работы это выделение снимается. Для снятия выделения нужно щелкнуть в любой позиции на рабочей странице.

В том случае если необходимо выделить все объекты рабочего поля, нужно дважды щелкнуть на кнопке «Указатель» или выполнить команду «Правка/Выбрать все/Объекты». Выделить несколько объектов из некоторого множества можно следующим образом. При помощи левой кнопки мыши выделите первый объект, а затем, удерживая нажатой на клавиатуре клавишу **Shift** и щелкая мышью на контуре каждого следующего объекта, выделите остальные. То же самое можно сделать, обведя нужные объекты рамкой выделения. После этого начинается работа с ними, как будто они являются одним единым объектом.

Изменение формы объектов

Объекты Corel Draw состоят из узлов и сегментов, соединяющих эти узлы. Изменение формы объектов связано в основном с изменением взаимного расположения и количества узлов, а также кривизны сегментов. В зависимости от способа редактирования объекты можно разделить на две группы:

- Объекты, которые состоят из кривых линий. Объекты этой группы можно произвольно редактировать.
- Стандартные объекты: прямоугольники, эллипсы и многоугольники, а также автофигуры. Их форму можно изменять только в соответствии с predetermined алгоритмом.

Для того чтобы изменить форму замкнутых объектов или линий, нужно на панели «Набор инструментов» выбрать инструмент «Форма», а затем щелкнуть на контуре объекта. На кон-

туре будут представлены узлы в виде небольших белых квадратиков, а в главном окне активизируется панель для работы с узлами объекта.

Для возможности работы с узлами контура объекта необходимо выделить его, нажать на кнопку «Форма», а затем на панели «Панель свойств» — на кнопку «Преобразовать в кривую». Для выделения нескольких узлов следует нажать на клавиатуре клавишу **Shift** и при помощи мыши выделить сразу все нужные узлы. Способ подойдет в том случае, если узлы находятся в одной области объекта. Если же узлы расположены разрозненно, их можно выделить следующим образом. Зажмите клавишу **Shift** и выделяйте нужные узлы, поочередно щелкая по ним левой кнопкой мыши.

Для изменения формы прямой линии необходимо выделить ее при помощи левой кнопки мыши, нажать на панели «Набор инструментов» кнопку «Форма», выделить необходимые узлы, а затем нажать кнопку «Преобразовать линию в кривую» на панели «Панель свойств: Редактировать кривую, многоугольник и оболочку». После этого при помощи мыши можно задать нужную кривизну линии. Также изменение формы кривой линии можно произвести путем выделения нескольких узлов и выбора одной из кнопок: «Создать узел с острым углом», «Сглаженный угол», «Сделать узел симметричным». Далее при помощи мыши задать нужную кривизну линии.

Группировка объектов

Группировка объектов применяется для двух целей:

- совершение общих преобразований над несколькими объектами или задание общих свойств;
- упорядочивание сложных структур.

Группировать можно разные объекты независимо от их типа: геометрические фигуры, текст, иллюстрации и т. д. Для этого необходимо выделить их и нажать на панели инструментов «Панель свойств: Несколько объектов» кнопку «Сгруппировать» или использовать на клавиатуре комбинацию клавиш **Ctrl+G**. После этого объекты можно перемещать, трансформировать, задавать атрибуты контура и заливки как единому целому. Группа является отдельным типом объектов в Corel Draw. Обратное действие выполняется после выделения группы и нажатия на кнопку «Отменить группировку» на панели «Панель свойств: Несколько объектов». После разгруппировки все объекты остаются выделенными, но в строке состояния выводится информация о количестве выделенных объектов. Общее выделение необходимо снять, после этого можно работать с каждым объектом как самостоятельным.

Соединение объектов

Самый удобный способ создать сложные геометрические объекты — составить их из простых. В отличие от объединения объектов в группы, при соединении получается один новый объект. В графическом

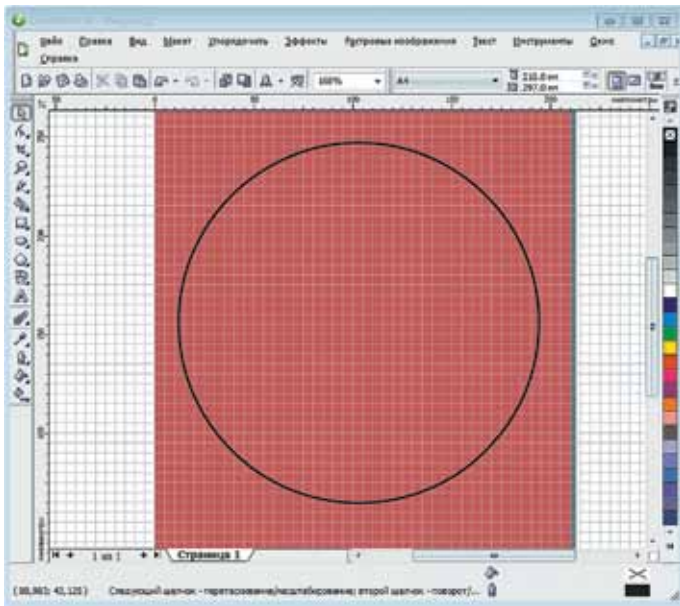


Рис. 5. Результат использования инструмента «Эллипс» для создания контура печатной платы круглой формы

редакторе Corel Draw имеются три команды формирования объектов из нескольких других: «Объединение», «Исключение» и «Пересечение». Все перечисленные операции выполняются с помощью кнопок, расположенных на панели «Панель свойств: Несколько объектов». Для выполнения операции необходимо выделить нужные объекты и щелкнуть по одной из трех кнопок.

В результате получается один объект, который объединяет все выделенные объекты. При этом все внутренние элементы удаляются, и новый объект повторяет только внешние контуры объединенных объектов. Если при выделении была использована пунктирная рамка, заливка будет взята из нижнего объекта. Если же объекты выделялись при нажатой клавише **Shift**, заливка будет взята из последнего выделенного объекта.

В результате операции исключения из исходных объектов вырезаются перекрывающиеся области, и все невидимые части одного из объектов удаляются. Если при выделении применялась пунктирная рамка, то обрезан будет нижний объект. Если же объекты выделялись последовательно, будет обрезан последний выделенный объект. При выполнении операции «Исключение» возникает эффект прозрачности, когда пересекающиеся области объектов исключаются и становятся полностью прозрачными.

Проектирование контура печатной платы

Рассмотрим проектирование сложного контура печатной платы на конкретном примере. Разработаем в среде Corel Draw контур печатной платы круглой формы с выемками различного размера. Для этого запустим программу Corel Draw и при помощи команды «Файл/Создать» создадим новый лист для рисования. Разработка контура в Corel Draw производится при помощи инструментов панели «Набор инструментов». При этом изначально

при выполнении контура удобнее использовать фигуры. Для создания круглого контура платы с выемками можно воспользоваться инструментом «Эллипс» (рис. 5). Размеры фигуры можно задать на панели «Панель свойств» в поле «Размер объектов». Для того чтобы к основному контуру платы добавить выемки, необходимо основной контур преобразовать в кривую при помощи одноименного инструмента панели «Панель свойств». Далее, используя инструмент «Форма», который находится на панели «Набор инструментов», создадим на основном контуре точки разрыва. Для этого щелкните левой кнопкой мыши в месте создания точки и на панели «Панель свойств: Редактировать кривую, многоугольник и оболочку» выберите инструмент «Добавить узлы» — точка разрыва создана. Используйте инструмент «Разъединить кривую», чтобы произвести разрыв линии основного контура. Аналогичным образом создайте вторую точку разрыва. Теперь необходимо удалить ненужный фрагмент контура. Для этого при помощи инструмента «Форма» и левой кнопки мыши выделите средний узел данного фрагмента и удалите его кнопкой «Удалить узлы». Теперь левой кнопкой мыши выделите один из узлов фрагмента и снова нажмите на кнопку «Удалить узлы». В результате ненужный фрагмент будет удален. Для того чтобы создать выемку круглой формы, воспользуемся инструментом «Эллипс». Добавим к уже имеющемуся контуру фигуру круглой формы и преобразуем ее в кривую. Затем уже описанным способом удалим лишний фрагмент добавленной фигуры. Узлы же оставшегося фрагмента необходимо соединить до пересечения с узлами основного контура.

Следует отметить, что создание контура необходимо выполнять с соблюдением всех размеров проектируемой печатной платы. Рис. 6 поэтапно демонстрирует процесс формирования выемки в контуре. Аналогичным образом создадим и другие выемки. Контур

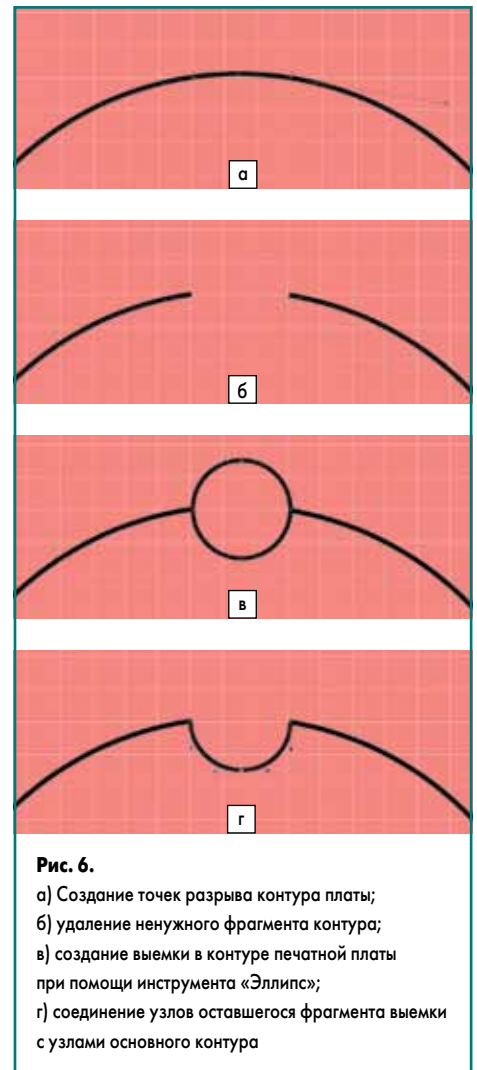


Рис. 6.

- а) Создание точек разрыва контура платы;
- б) удаление ненужного фрагмента контура;
- в) создание выемки в контуре печатной платы при помощи инструмента «Эллипс»;
- г) соединение узлов оставшегося фрагмента выемки с узлами основного контура

печатной платы должен представлять собой замкнутую линию. После того как все фрагменты контура готовы, нужно объединить их в один объект. Для этого выберите на панели «Набор инструментов» инструмент «Указатель» и пунктирной рамкой выделите все фрагменты контура, а на панели «Панель свойств: Несколько объектов» нажмите кнопку «Объединить». Далее выберите на панели «Набор инструментов» инструмент «Форма» и затем нажмите на панели инструментов «Панель свойств: Редактировать кривую, многоугольник и оболочку» на кнопку «Выбрать все узлы». После чего станет активной кнопка «Замкнуть кривую» — нажмите на нее. В случае если контур получился неправильной формы, отмените действие «Замкнуть кривую», проверьте правильность соединения узлов контура и повторите команду. На этом работа с контуром печатной платы в графическом редакторе Corel Draw заканчивается (рис. 7). Теперь требуется произвести экспорт полученного объекта в формат *.dxf*. Для чего в основном меню редактора надо выбрать пункт «Файл/Экспорт» и в открывшемся окне указать имя и тип файла (*.dxf*), после чего нажать на кнопку «Экспорт». В результате на диске компьютера будет создан новый файл с расширением *.dxf*.

Необходимо отметить, что при написании этой статьи автор использовала версию X3 программной среды Corel Draw Graphics Suite.

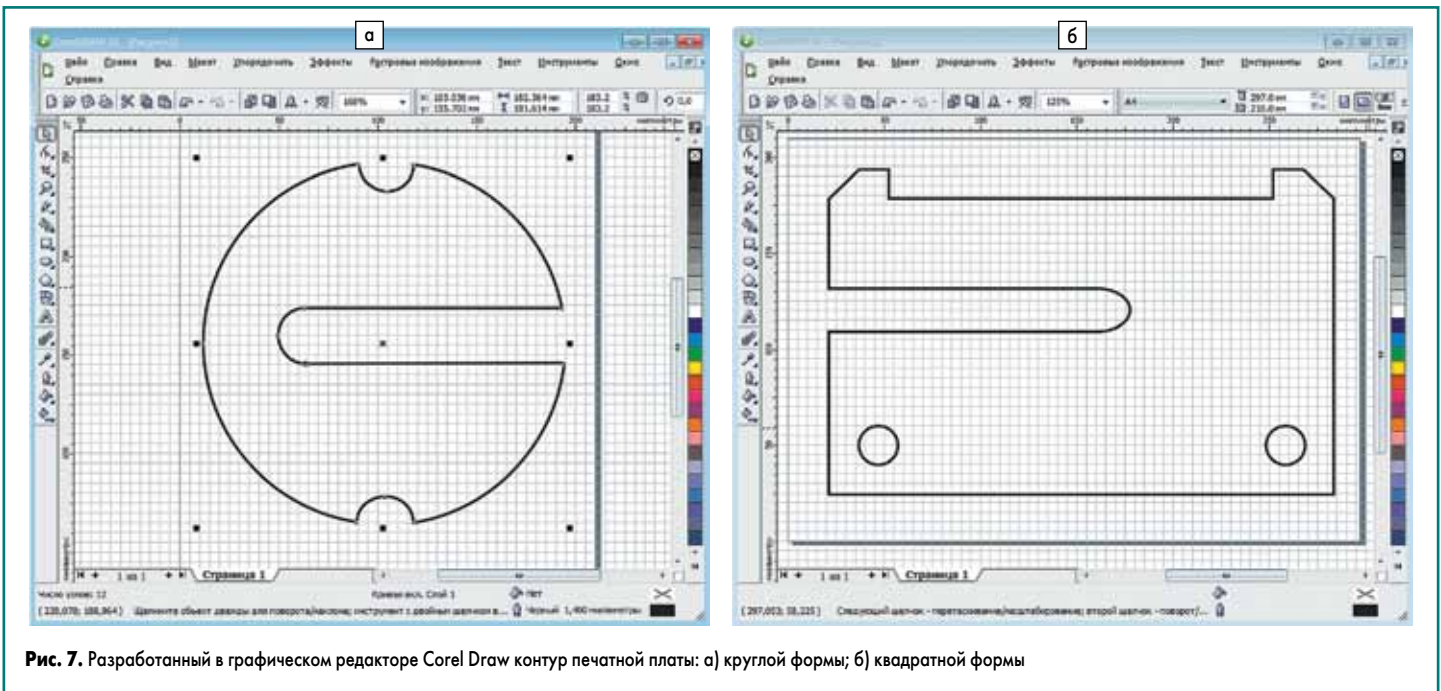


Рис. 7. Разработанный в графическом редакторе Corel Draw контур печатной платы: а) круглой формы; б) квадратной формы

Импорт разработанного в Corel Draw контура платы в NI Ultiboard

NI Ultiboard — это программное обеспечение для проектирования топологии печатных плат. Ultiboard является PCB-приложением программы National Instruments Circuit Design Suite и используется для разработки печатных плат, выполнения определенных функций САД-систем и подготовки результатов проектирования к производству. Данная программа обладает возможностью автоматизированного размещения компонентов на плате и автоматической трассировки.

Проектирование простых контуров печатных плат в Ultiboard не вызывает трудностей, однако процесс разработки сложных контуров плат в данной среде проектирования может оказаться достаточно проблематичным. Выходом из сложившейся ситуации становится

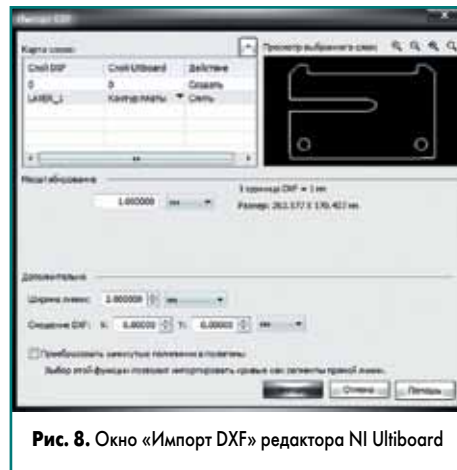


Рис. 8. Окно «Импорт DXF» редактора NI Ultiboard

ся поиск альтернативных методов разработки контуров печатных плат и их импорт в топологический редактор. Рассмотрим процесс

импорта контура печатной платы в формате .dxf в программу NI Ultiboard на примере уже созданного в предыдущей главе контура, который был экспортирован нами в формат .dxf и находится на диске компьютера. Для этого запустим программу NI Ultiboard, при помощи команды основного меню «Файл/Новый проект» создадим новую разработку PCB и произведем импорт заготовленного ранее файла контура печатной платы. Для чего в основном меню программы выберем пункт «Файл/Импорт/DXF». В результате откроется окно выбора, в котором нужно выбрать подготовленный ранее файл контура печатной платы в формате .dxf и нажать кнопку «Открыть». После выполненных действий будет открыто диалоговое окно «Импорт DXF» (рис. 8). В верхней левой части этого окна находится таблица «Карта слоев», где указывается, какому слою печатной платы должен соот-

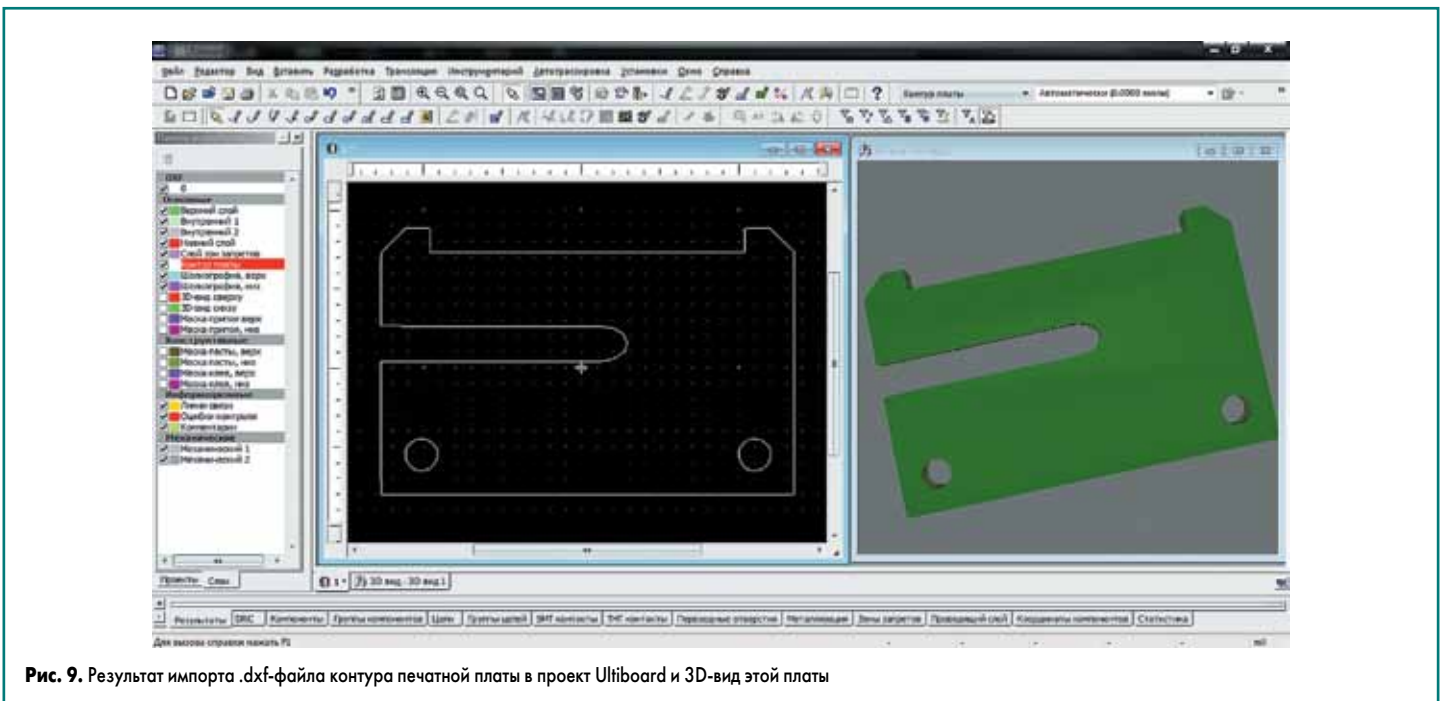


Рис. 9. Результат импорта .dxf-файла контура печатной платы в проект Ultiboard и 3D-вид этой платы

ветствовать импортируемый контур. Таблица разделена на несколько колонок. Название импортируемого слоя отображается в колонке «Слой DXF». В колонке «Слой Ultiboard» в строке, соответствующей названию импортируемого контура, из выпадающего списка необходимо выбрать название слоя расположения контура в проекте Ultiboard. В нашем случае нужен пункт «Контур платы». В правой верхней части окна «Импорт DXF» находится окно предварительного просмотра, в котором отображается импортируемый контур платы. При необходимости можно изменить значения полей «Масштабирование», «Ширина линии», «Смещение DXF», а также установить единицы измерения. После того как все настройки в окне «Импорт DXF» заданы, нажмите на кнопку «Импорт». В результате в рабочей области проекта Ultiboard будет отображен новый контур платы (рис. 9). В программе Ultiboard есть возможность 3D-визуализации разработанной печатной платы и ее объектов. Открыть 3D-вид платы можно командой «Инструментарий/Вид 3D» основного меню программы. После успешного завершения процесса импорта контура платы можно продолжить проектирование печатной платы в Ultiboard. Надо отметить, что при написании этой статьи автор использовала версию 12.0 программной среды NI Ultiboard.

Импорт разработанного в Corel Draw контура платы в Expedition PCB

Топологический редактор Expedition PCB предназначен для проектирования печатных плат электронных устройств и поддерживает современные технологии изготовления печатных плат. Expedition PCB входит в состав системы проектирования Expedition Enterprise компании Mentor Graphics. В данном редакторе есть три основных режима работы:

- Place Mode — режим размещения;
- Route Mode — режим трассировки;
- Draw Mode — режим рисования.

В режиме рисования создаются контур печатной платы, области трассировки и запретов, вводится текст, выполняется работа с пользовательскими слоями (в том числе и импортированными из других САПР). Кстати, переключение между режимами осуществляется нажатием соответствующей иконки, расположенной на панели инструментов **Standard** редактора Expedition PCB. При вызове отдельных команд основного меню переключению в соответствующий режим происходит автоматически. Объекты, относящиеся к одному из режимов, недоступны в других. В зависимости от режима можно выбирать определенные объекты, к которым применяются команды режима.

Рассмотрим процесс импорта контура печатной платы в формате *.dxf* в программу Expedition PCB. Для этого запустим Expedition PCB и при помощи команды основного меню **File/New** создадим новую разработку PCB и произведем импорт заготовленного ранее файла контура печатной платы (также для создания нового проекта печатной платы можно воспользоваться шаблонами, которые поставляются вместе с программой Expedition PCB). Для чего в основном меню программы выберем пункт **File/Import/DXF**. В результате будет открыто окно **DXF Import** (рис. 10), в котором в поле **DXF filename** нужно выбрать подготовленный ранее файл контура печатной платы в формате *.dxf*, указать название слоя DXF и единицы измерения и нажать на кнопку **OK**. После выполненных действий импортируемый контур откроется в рабочем поле программы (рис. 11). Однако он будет представлен как рисованный объект, тип которого — Draw Object. А, как известно, контур печатной платы в Expedition PCB имеет тип Board Outline. Отсюда следует, что нам нужно изменить тип контура, импортированного в рабочий проект. Для того чтобы изменить тип объекта в Expedition PCB, надо левой кнопкой мыши выделить этот объект, при помощи правой кнопки мыши вызвать контекстное меню

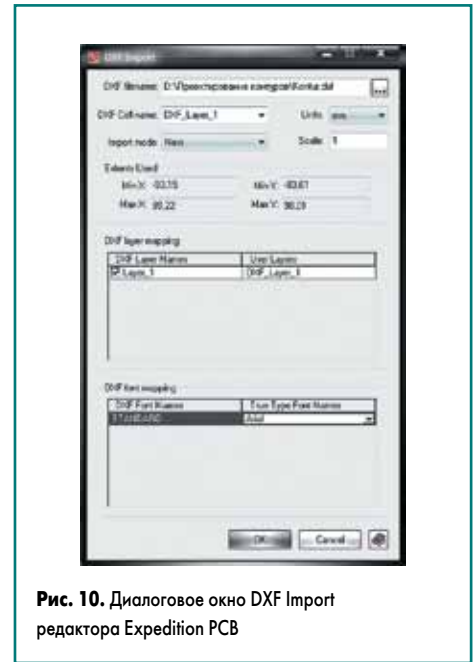


Рис. 10. Диалоговое окно DXF Import редактора Expedition PCB

и выбрать в нем пункт **Properties**. В результате откроется одноименное диалоговое окно, в котором в поле **Type** из выпадающего списка можно выбрать нужный тип контура:

- Board Outline — контур печатной платы;
- Route Border — граница трассировки;
- Placement Obstruct — зона запрета размещения;
- Route Obstruct — зона запрета трассировки;
- Contour — фрезерованный вырез в плате;
- Plane NoConnect — область металлизации, не соединенная с какой-либо цепью;
- Plane Shape — область металлизации, соединенная с одной из цепей (например, GND).

Однако в нашем случае (как видно из рис. 11) поле **Type** является неактивным. Это произошло потому, что наш контур не является объектом, который представляет собой замкнутую сплошную линию. Исправить это «недоразумение» можно следующим образом. Выделите контур левой кнопкой мыши и нажмите на панели **Draw** кнопку **Dissolve**

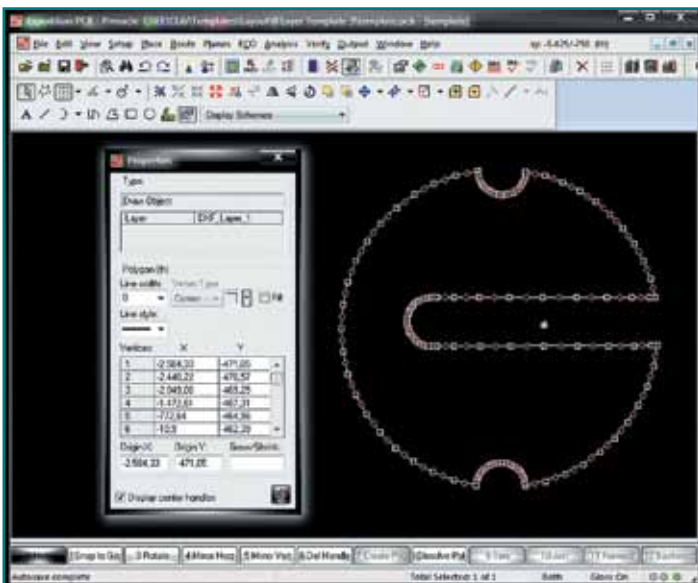


Рис. 11. DXF-контур печатной платы в рабочем поле редактора Expedition PCB и диалоговое окно Properties

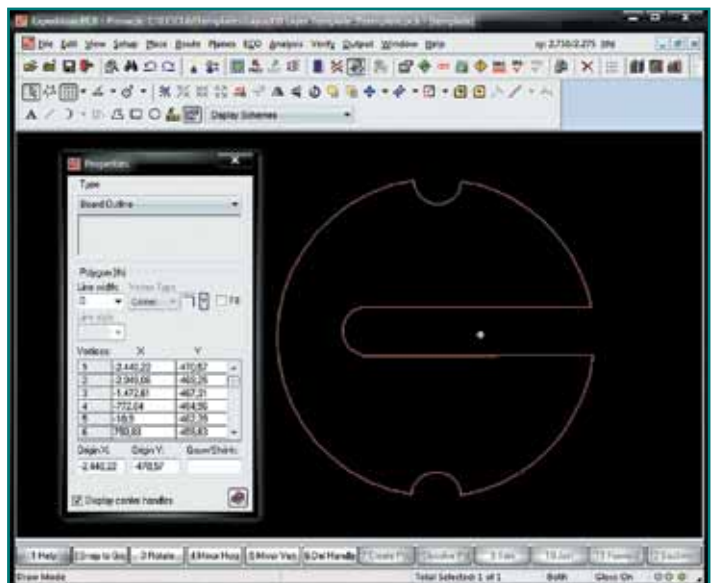


Рис. 12. Контур DXF, преобразованный в контур печатной платы Board Outline в редакторе Expedition PCB

Polygon/Polyline, а потом кнопку **Create Polygon/Polyline** (при этом контур необходимо выделить заново). Затем снова откроем диалоговое окно **Properties** и в поле **Type** из выпадающего списка выберем пункт **Board Outline** (контур печатной платы). Теперь наш новый контур DXF преобразован в контур печатной платы Expedition PCB (рис. 12).

Аналогичным образом в Expedition PCB можно произвести импорт границы трассировки, однако при выборе типа объекта для границы трассировки необходимо указать значение **Route Border** в поле **Type** диалогового окна **Properties**.

Необходимо отметить, что проект Expedition PCB может иметь только один контур платы, который должен представлять собой замкнутую кривую.

При написании этой статьи автор использовала версию 7.9.4 системы проектирования Expedition Enterprise компании Mentor Graphics.

Импорт разработанного в Corel Draw контура платы в PADS Layout

Редактор PADS Layout предназначен для проектирования печатных плат электронных устройств и поддерживает современные технологии изготовления печатных плат. PADS Layout входит в состав системы проектирования PADS 9.5 компании Mentor Graphics.

Рассмотрим процесс импорта контура печатной платы в формате *.dxf* в программу PADS Layout. Для импорта таких файлов в рабочий проект PADS Layout можно воспользоваться кнопкой **Import DXF File**, которая находится на панели инструментов **Drafting Toolbar** (данную панель можно добавить в проект при помощи команды основного меню **View/Toolbars/Drafting Toolbar**). После нажатия на кнопку **Import DXF File** будет открыто окно выбора **File Import**, в котором выберем подготовленный ранее файл контура печатной платы в формате *.dxf* и нажмем кнопку «**Открыть**». В результате откроется окно **DXF Import** (рис. 13), в котором нужно указать соответствие слоя DXF слою платы, единицы измерения и нажать кнопку **OK**.

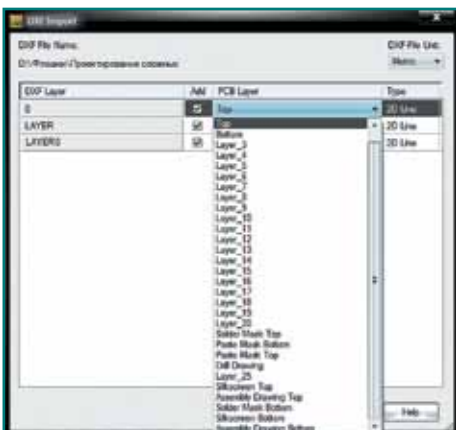


Рис. 13. Импорт *.dxf*-файла в PADS Layout при помощи кнопки **Import DXF File** панели инструментов **Drafting Toolbar**

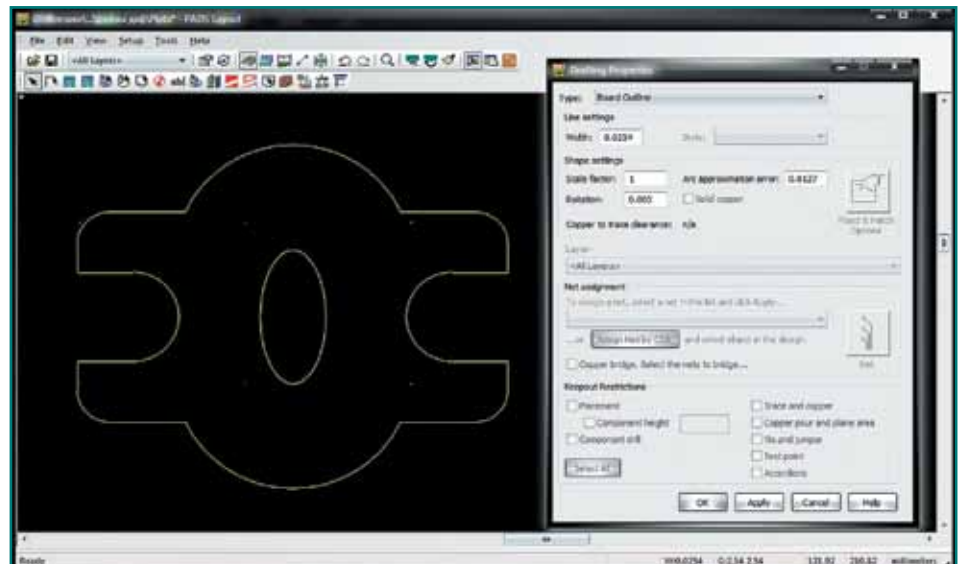


Рис. 14. DXF-контур печатной платы в рабочем поле редактора PADS Layout и диалоговое окно **Drafting Properties**

После выполненных действий импортируемый контур будет открыт в рабочем поле программы (рис. 14).

Однако он будет представлен как рисованный объект, тип которого — **2D Line**. Контур же печатной платы в PADS Layout имеет тип **Board Outline**. Отсюда следует, что нам необходимо изменить тип контура, импортированного в рабочий проект. Для того чтобы изменить тип объекта в PADS Layout, необходимо при помощи левой кнопки мыши выделить этот объект, а правой кнопкой — вызвать контекстное меню и выбрать в нем пункт **Properties**. В результате будет открыто диалоговое окно **Drafting Properties**, в котором в поле **Type** из выпадающего списка можно выбрать нужный тип контура — в нашем случае **Board Outline** (контур печатной платы). Теперь наш новый контур DXF преобразован в контур печатной платы PADS Layout.

Также для импорта контура печатной платы в формате *.dxf* в программу PADS Layout можно воспользоваться командой основного меню редактора **File/Import**. После вызова этой команды будет открыто окно выбора **File Import**, в котором нужно выбрать на диске компьютера файл контура печатной платы в формате *.dxf* и нажать на кнопку «**Открыть**». В результате появится окно **DXF Import** (рис. 15), где нужно указать единицы измерения, задать слои платы и объекты, которые следует импортировать из *.dxf*-файла:

- 2D Lines — рисованные элементы;
- Board — контур платы;
- Text — текст;
- Attributes — атрибуты;
- Keepouts — области запрета;
- Copper — области металлизации;
- Routes — проводники;
- Parts-Top, Parts-Bottom — компоненты.

Данные объекты задаются в поле **Select Input Items** посредством установки флажков в чекбоксах или нажатием на кнопку **All Items** — в этом случае будут выбраны все объекты. После того как все настройки в окне **DXF Import** произведены — нажмите на кнопку **OK**. После выполненных действий

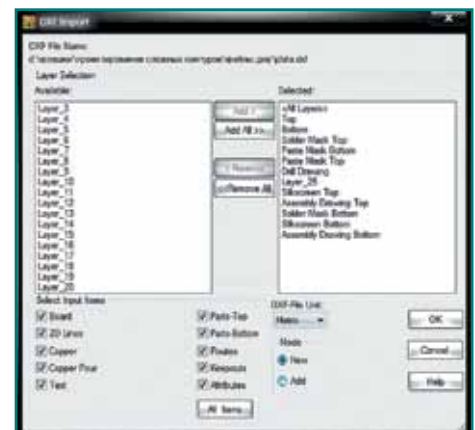


Рис. 15. Импорт *.dxf*-файла в PADS Layout при помощи команды **File/Import**

импортируемый контур будет открыт в рабочем поле программы. Не забудьте изменить тип контура. Сделать это можно в поле **Type** диалогового окна **Drafting Properties**. Данное поле может принимать следующие значения:

- Board Outline — контур платы;
- Board Cut Out — вырез в плате;
- Keepout — область запрета;
- Copper — область металлизации;
- Plane Area — область металлизации;
- Plane Area Cut Out — вырез в области металлизации.

Таким образом, при необходимости импортируемый контур может стать не только контуром платы, но и, к примеру, областью запрета трассировки или областью металлизации.

Заключение

Проектирование печатных плат представляет собой трудоемкий и очень важный процесс, одним из этапов которого является разработка контура платы. Создание сложного контура платы посредством его импорта из графического редактора Corel Draw или механических САПР в формате *.dxf* наиболее удобно, поскольку расширяет возможности специалистов за счет наличия в данных про-

граммах большого количества инструментов рисования и приемов работы с ними. А это, в свою очередь, открывает неограниченные перспективы для проектирования сложных контуров печатных плат. ■■■■

Литература

1. Леухин В. Н. Проектирование радиоэлектронных узлов. Йошкар-Ола, Периодика Марий Эл. 2003.
2. Леухин В. Н. Основы конструирования и технологии производства РЭС. Йошкар-Ола, МарГТУ. 2006.
3. Андрианов В. И. Самое главное о... Corel Draw. Санкт-Петербург, Питер, 2004.
4. Анцыпа В. А. Растровые и векторные графические изображения // Информатика и образование. 2005. № 7.
5. Анцыпа В. А. Растровые и векторные графические изображения // Информатика и образование. 2005. № 8.
6. Балухта К. В. Учимся рисовать на компьютере. М.: Эксмо, 2005.
7. Куприянов Н. И. Рисуем на компьютере: Word, Photoshop, Corel Draw, Flash. Санкт-Петербург. Питер. 2005.
8. Ultiboard Help, National Instruments. August 2012.
9. NI Ultiboard Fundamentals, National Instruments. August 2012.
10. Expedition Enterprise. The technology leader for today's most complex PCB systems designs, Mentor Graphics. 2013.
11. PADS ES Suite Evaluation Guide, Mentor Graphics Corporation. 2012.