

# Разработка топологии печатных плат с помощью Allegro/OrCAD PCB Editor

## Часть 1. Введение в Allegro/OrCAD PCB Editor

Анатолий Сергеев (Москва)

Приведено описание работы в топологическом редакторе PCB Editor, который входит в состав популярных систем проектирования OrCAD PCB Designer и Allegro PCB Designer. Для многих пользователей старых версий OrCAD вплоть до 16.2 был доступен редактор топологии OrCAD Layout, работа в котором отличается от PCB Editor. Предлагаемый цикл статей призван облегчить переход на новые версии OrCAD.

PCB Editor – это общий для OrCAD и Allegro интерактивный редактор топологии печатных плат. В зависимости от лицензионной конфигурации, возможности PCB Editor могут существенно отличаться:

- OrCAD PCB Designer Lite – бесплатная версия программы, ограниченная по функциональности. Может использоваться для первоначального знакомства с программой;
- OrCAD PCB Designer Standart – достаточный набор средств для создания плат малой сложности;
- OrCAD PCB Designer Professional – версия для проектирования плат средней сложности с наличием дифференциальных сигналов, микроотверстий и т.д. Включает возможность установки правил для локальных областей на печатной плате. В поставку также входят автотрассировщик PCB Router (SPECCTRA) и средства анализа целостности сигнала OrCAD PCB SI;
- OrCAD PCB Designer Professional with PSpice – эта лицензия включает в се-

бя все вышеперечисленные инструменты, а также программу для моделирования электронных схем PSpice;

- Allegro PCB Designer – высокоуровневый редактор печатных плат. Возможности PCB Editor в этой лицензионной конфигурации значительно расширены, в частности, системой проверки правил и ограничений Constraint Manager, дополнительной системой проверки технологических правил типа DFA, DFE, DFT, интеллектуальной схемой обмена данными с «механическими» САПР EDMD и дополнительными возможностями для автотрассировщика PCB Router (SPECCTRA), которые позволяют работать с высокоскоростными правилами и правилами для отдельных слоёв. Дальнейшие расширения функциональности PCB Editor зависят от подключаемых дополнительных средств, которые поставляются отдельно и отвечают за определённые направления и технологии, а также методы проектирования. Как правило, при подключе-

нии такого средства PCB Editor дополняется в части системы Constraint Manager, появляются дополнительные меню и операции в интерфейсе программы. Ниже перечислены основные подключаемые средства.

Средство *Design Planning Option* предназначено для планирования топологии и даёт возможность с помощью полуавтоматических и автоматических средств распланировать прохождение больших массивов сигналов в виде связей – виртуальных объектов, которые легко переключать со слоя на слой, указывая пути следования больших групп сигналов в любом месте печатной платы. Связка – это объединение нескольких цепей или шин по какому-либо признаку, например, по принадлежности интерфейсу DDR или USB. Программа может автоматически сформировать связки на основании данных пользователя и отобразить их на плате. На подготовительном этапе разработчик манипулирует большими массивами связей между компонентами, а не готовыми проводниками. Для PCB Editor можно задать специальные ограничения, которые будут контролироваться программой при размещении связей. На следующем этапе программа формирует предварительный (черновой) вариант трассировки на основании компоновки связей. Затем топология оптимизируется – корректируется

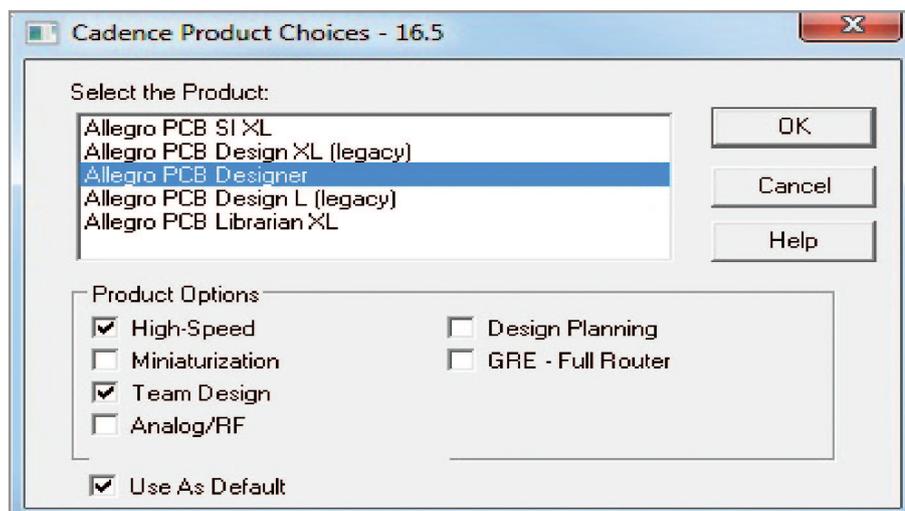


Рис. 1. Окно выбора лицензионной конфигурации и дополнительных средств при запуске Allegro PCB Designer

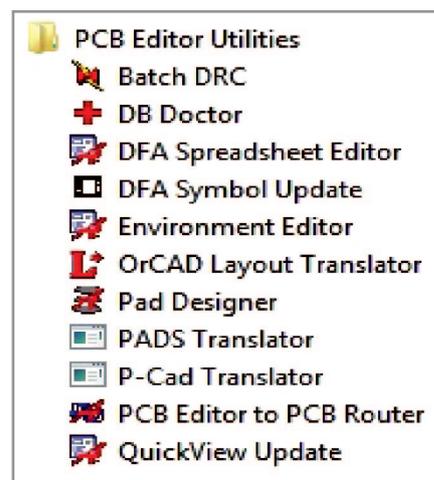


Рис. 2. Приложения, доступные вместе с PCB Editor

форма проводников, расстояния между проводниками в шинах, расположения и конфигурация массивов переходных отверстий.

*PCB High-Speed Option* реализует особые правила для сложных проектов, содержащих высокоскоростные интерфейсы DDR3, PCI Express, XAUI и др. Это средство включает мощный математический аппарат, на основании которого при отслеживании трассировки контролируются сложные паразитные эффекты в печатном монтаже с учётом всей физики платы – материалов, числа слоёв, распределения меди и т.д. Фактически происходит анализ целостности сигналов в режиме реального времени с последующей корректировкой геометрии проводников и полигонов, а Constraint Manager дополняется электрическими правилами для учёта отражений сигнала, синхронизации и перекрёстных помех. Появляется возможность интегрировать собственную математику в вычислительный процесс формирования топологии путём создания правил и ввода математических формул и выражений в Constraint Manager. При подключении средства *PCB High-Speed*

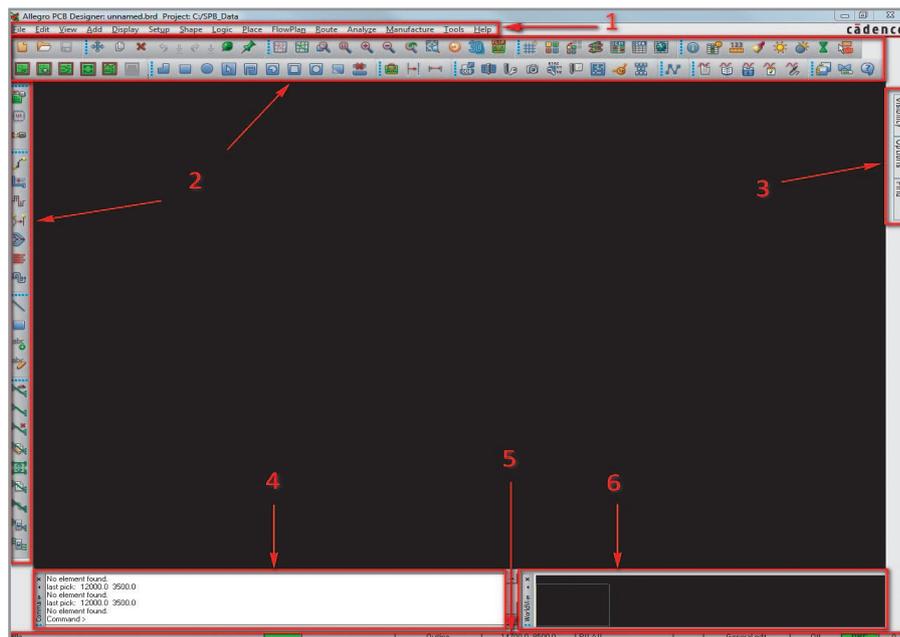


Рис. 3. Окно PCB Editor

*Option* возможно учесть технологии обратного сверления, отследить критичные сигналы на предмет возвратного пути следования тока и т.д.

*Miniaturization Option* содержит особые инструменты для PCB Editor, позволяющие учесть все проектные нормы и технологию HDI-плат. К ним от-

носятся расширенные возможности работы с большими массивами отверстий и микроотверстий, связей между ними, контроля расстояний, включая межслойные. Расширенные инструменты поддерживают технологии встроенных компонентов, модели трассировки для гибких плат и т.д.

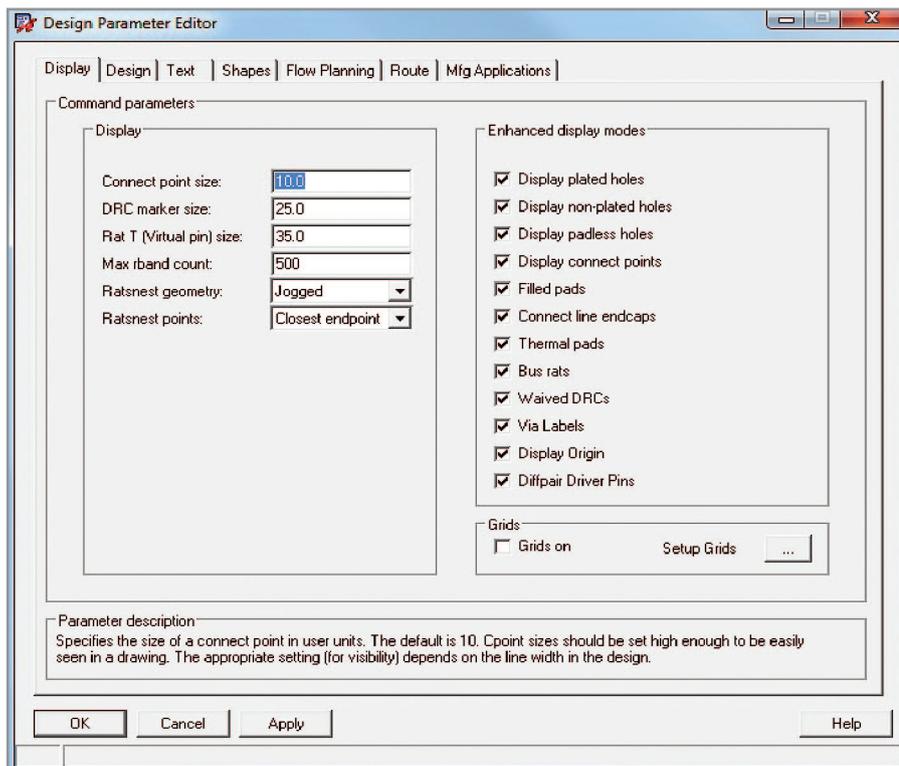


Рис. 4. Окно редактора настроек проекта, доступного через меню Setup, – Design Parameters

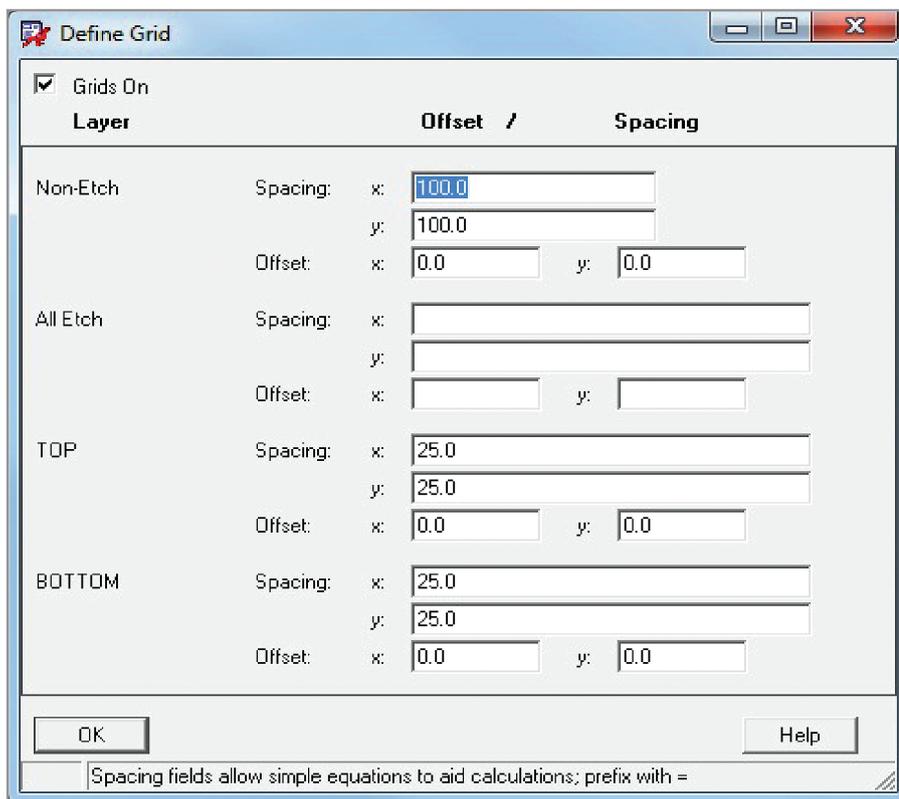


Рис. 5. Настройка сеток

*PCB Team Option* – средство для работы группы инженеров над одним проектом в PCB Editor. Охватывает полный комплекс задач взаимодействия между участниками проектной группы, отслеживания состояния проектирования в целом и по каждому инженеру в отдельности. Учитывает процент завершения каждым участником своей

части платы, которая может быть поделена на участки по различным признакам – слоям, локальным областям, отдельным интерфейсам и связям.

*PCB Analog/RF Option* – средство для создания топологии СВЧ-плат. Включает дополнительные библиотеки для микрополосковых элементов с сосредоточенными и распределёнными

параметрами. Встроенная система расчёта геометрии таких элементов позволяет быстро создавать топологические библиотеки. Дополнительный редактор полигонов позволяет за несколько минут создавать сложные несимметричные полигоны с точными размерами. Средство содержит удобные инструменты для создания полосковых и микрополосковых проводников, распределения отверстий вдоль таких проводников, отслеживания точного расстояния от полоска до полигона. PCB Analog/RF Option реализует механизм двунаправленного обмена данными между PCB Editor и системой моделирования Agilent ADS.

*PCB Routing Option* расширяет возможности автоматического трассировщика PCB Router (SPECCTRA), включая возможность трассировки до 256 сигнальных слоёв, учёт технологических ограничений производителя (DFM) и т.п.

Редактор топологии PCB Editor устанавливается вместе с программными модулями, входящими в лицензионную конфигурацию. Его можно найти в меню Пуск – Все программы – Cadence – Release 16.5 – PCB Editor или OrCAD PCB Editor. При первом запуске редактора появляется окно (см. рис. 1), в котором происходит выбор доступной лицензионной конфигурации. Если лицензий несколько, то можно выбрать одну из предложенных. Если лицензия предполагает использование дополнительных средств, то в разделе Product Option появится соответствующий выбор – подключать или не подключать соответствующее средство к текущему сеансу работы с программой. Если необходимо, чтобы при запуске PCB Editor окно выбора не появлялось, а запускалась только конкретная конфигурация, необходимо поставить метку Use As Default.

Вместе с PCB Editor в отдельный раздел меню Пуск – Все программы – Cadence – Release 16.5 – PCB Editor Utilities устанавливаются дополнительные приложения (см. рис. 2). Эти приложения могут быть запущены из редактора. Иногда их удобнее запускать отдельно. Среди приложений можно выделить следующие:

- DB Doctor – утилита для исправления ошибок в повреждённых файлах PCB Editor;
- Pad Designer – программа по созданию стека контактных площадок для выводов компонентов и переходных отверстий, в том числе с нестандартным типом сверления;

● Batch DRC – программа для пакетной проверки правил проектирования в пределах всего проекта.

После выбора лицензионной конфигурации окно PCB Editor выглядит следующим образом (см. рис. 3):

- 1) основное меню. Здесь сосредоточены все инструменты проектирования, а также вызов дополнительных утилит, генерация отчётов, формирование технологических файлов, вызов справочной системы, настройки проектов и т.д. Альтернативой выполнению различных команд служат горячие клавиши, которые видны справа от соответствующих команд основного меню, а также ручной ввод команд в командной строке 4;
- 2) панели инструментов. Все панели инструментов дублируют основное меню программы. Здесь расположены кнопки быстрого доступа к командам;
- 3) всплывающие панели управления. Visibility – панель для управления видимостью объектов на плате. Options – эта панель особенно важна при выполнении операций, поскольку на ней отображаются настройки этих операций, например, список компонентов для размещения, текущая ширина проводника, параметры текстов и т.д. Find – главная панель для фильтрации и поиска различных объектов на плате. Рекомендуется панели Options и Find всегда держать в развёрнутом состоянии, поскольку к ним чаще всего приходится обращаться при проектировании. Для фиксации панелей в развёрнутом состоянии необходимо развернуть соответствующую панель и нажать на кнопку Visibility→. Если по какой-либо причине панель исчезла из рабочего окна программы, её можно снова включить через меню View – Windows либо привести все настройки рабочего окна к первоначальному состоянию командой из меню View – Reset UI to Cadence Default;
- 4) окно консоли. Здесь можно видеть всю информацию о текущих операциях в программе, вводить команды, просматривать сообщения об ошибках и т.д. Здесь же отображается список действий, которые необходимо выполнить для успешного завершения той или иной операции;
- 5) панель состояния программы. В ней отображаются текущие режимы работы программы, координаты курсора, состояние системы проверки правил проектирования, текущий подкласс (слой) и т.д. На этой панели можно переключить активный класс или подкласс, сменить абсолютную систему координат на относительную, задать точное положение курсора на рабочем поле и т.д.;
- 6) окно навигации по проекту обеспечивает быстрое и удобное масштабирование и панорамирование проекта. Все настройки проекта сосредоточены в меню Setup. Важнейшие настройки сосредоточены в разделе Setup – Design Parameters. Все меню дублируются кнопками на панелях инструментов. Например, панель инструментов дублирует инструменты меню Setup. В частности, настройка параметров проекта, таких как система единиц, сетка, параметры трассировки, параметры полигонов и др. доступны в меню Setup – Design Parameters. Настройку можно вызвать и самой правой кнопкой на панели инструментов. Другим способом является Quick Utilities – Design Parameters из меню правой кнопки мыши. Ещё один способ – запустить команду prmed из командной строки. Все описанные способы справедливы почти для всех меню, настроек и операций.

На вкладке Display в окне редактора параметров располагаются настройки отображения объектов топологии, ли-

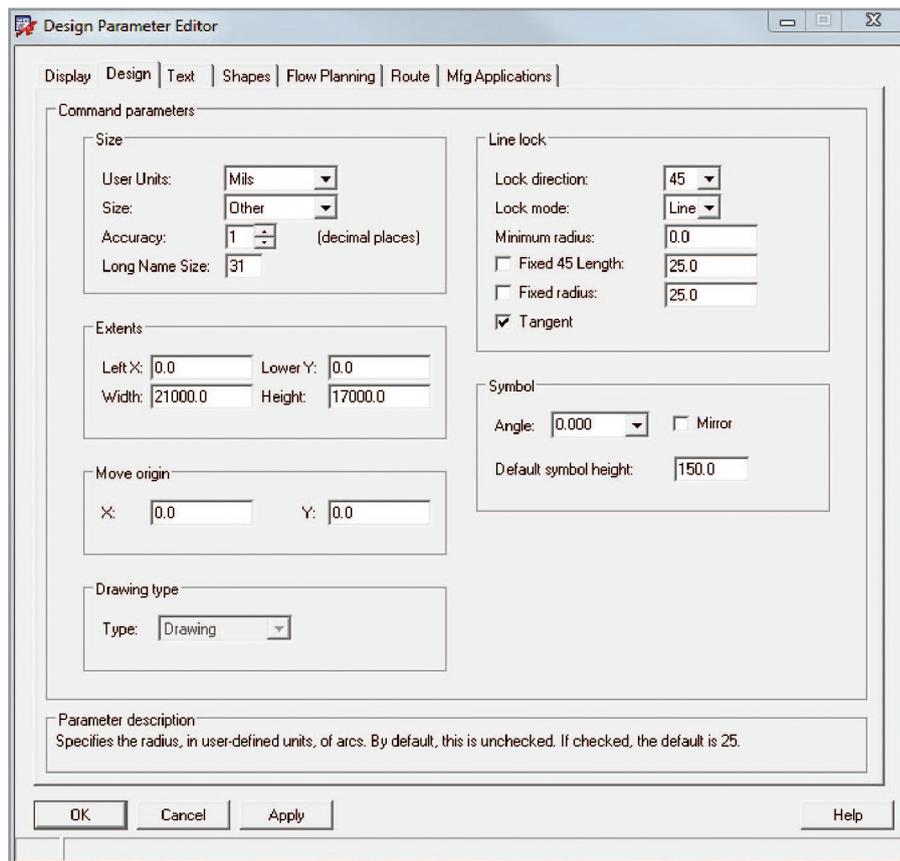


Рис. 6. Вкладка Design в редакторе параметров Design Parameter Editor

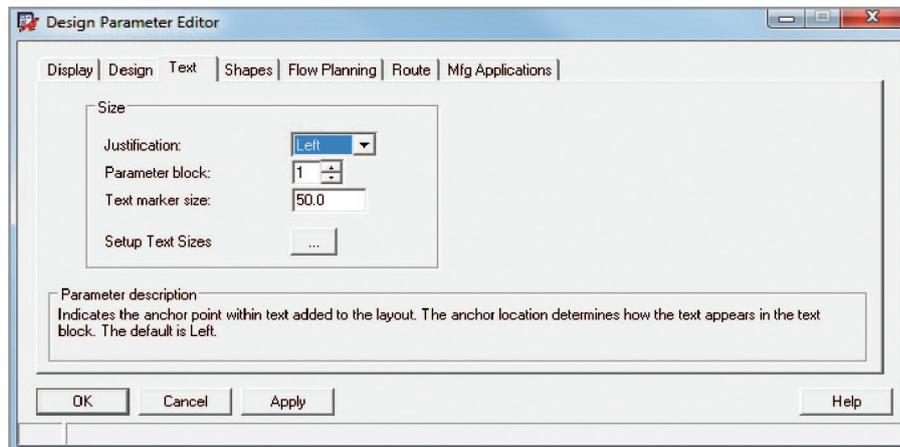


Рис. 7. Вкладка Text в настройках параметров проекта

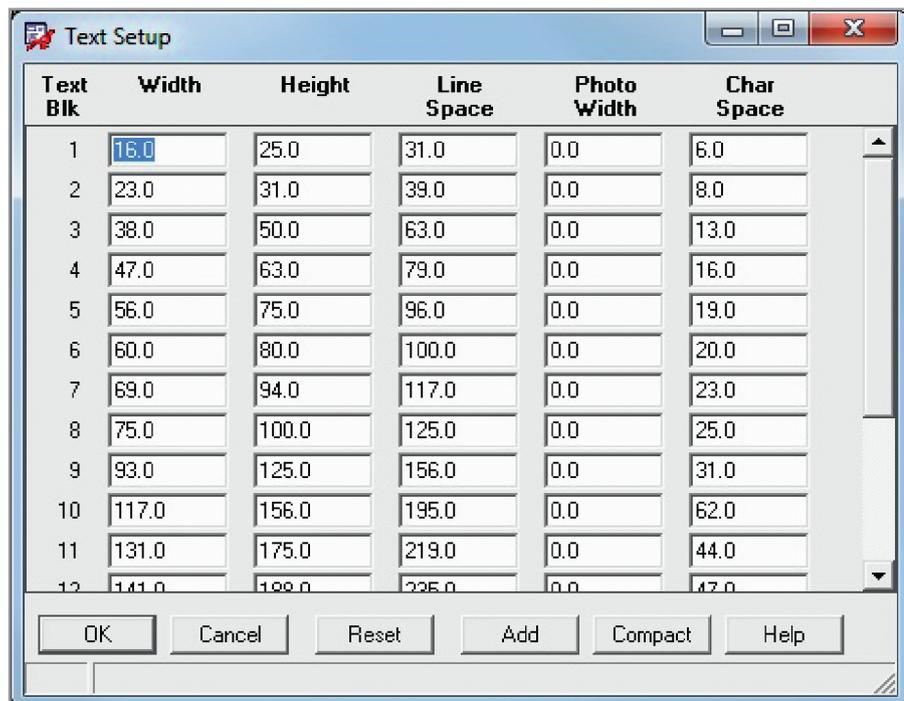


Рис. 8. Настройка текстовых блоков

ний связи, шага сеток, размера маркера ошибок DRC (DRC marker size) и т.д. (см. рис. 4). Забегая вперёд, отметим, что виртуальные «нити» связей между компонентами в терминологии программы называются Rats. В разделе *Display* можно настроить такие объекты, как размер маркера ошибок DRC, виртуального вывода для T-соединения (Rat T size), выбрать геометрию связей (Ratnest geometry) и т.д. Настройки по умолчанию являются оптимальными. В разделе *Enhanced display modes* можно включить или отключить улучшенное отображение визуальных объектов, например, заливки для контактных площадок (filled pads), начала координат (display origin), металлизированных отверстий (display plated holes) и т.д. В этом разделе рекомендуется установить флажки напротив всех объектов. В разделе *Parameter descriptions* отображается описание параметра, для этого достаточно подвести к нему курсор.

Раздел *Grids* отвечает за настройку сеток. Метка Grids On включает отображение сетки. Включать и отключать сетку также можно с помощью горячей клавиши F10; Setup Grids – кнопка для вызова настройки сеток (см. рис. 5).

Параметры сетки условно поделены на Layer, Offset и Spacing. Настроить сетку можно по-разному, в зависимости от её предназначения:

- Non-Etch – несигнальная сетка. Здесь можно задать сетку для размещения компонентов, монтажных отверстий и т.д.;
- All Etch – сигнальная сетка для всех слоёв, используемая при трассировке. Эта сетка становится активной только при работе с сигнальными проводниками и полигонами. Указанные в All Etch параметры сетки действуют на все без исключения сигнальные слои;
- Top, Bottom – сигнальная сетка для конкретного слоя. Если существуют

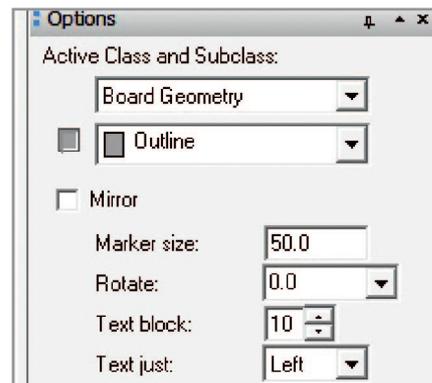


Рис. 9. Настройка текста через панель Options

внутренние слои, то для них можно задать сетку индивидуально. Если шаг сетки для данного слоя был указан после задания шага для всех слоёв через All Etch, то действие сетки All Etch на данный слой распространяться не будет;

- X, Y – шаг сетки по горизонтальной и по вертикальной оси соответственно;
- Offset – смещение начала сетки относительно начала координат. Эту настройку рекомендуется сохранять нулевой.

Перед тем как указывать шаг сетки, необходимо убедиться в том, что для проекта выбраны правильные единицы измерения, например миллиметры. Этот и другие параметры доступны на следующей вкладке – *Design* (см. рис. 6).

В разделе *Size* можно выбрать единицы измерения User Units, обязательно до настройки сеток, чтобы не возникла путаница с переходом от одних единиц к другим; Size – размер рабочего поля; Accuracy – точность базы данных проекта (количество знаков после запятой). Этот параметр влияет на указания шага сетки, размеров контактных площадок, ширины проводников и т.д. Важно, чтобы точность была общей и совместимой для всех процессов разработки топологии. Точность должна выбираться, исходя из необходимой точности для файлов Gerber. Точ-

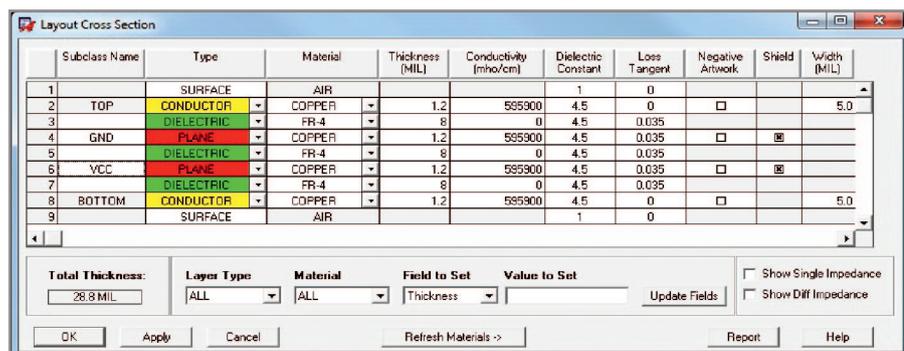


Рис. 10. Окно настройки стека слоёв

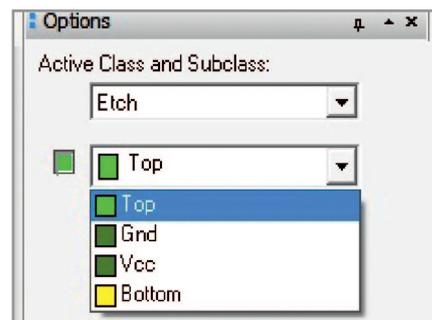


Рис. 11. Выбор сигнальных подклассов на панели Options

ность координат в файлах Gerber должна быть как минимум на порядок больше, чем указано в поле Assuqasy параметров проекта.

В разделе *Extents* указывают произвольные размеры рабочего поля в графах Width и Height и положение начала координат, по умолчанию находящегося в левом нижнем углу рабочей области программы. Размеры и параметры текстов можно настроить на вкладке Text (см. рис. 7); Justification – положение текста относительно текстового маркера; Parameter block – номер блока настроек для текста. По сути каждый блок – это отдельный шрифт. Толщину линий букв, высоту букв, расстояния между ними и т.д. можно задать в виде набора параметров. Каждый такой набор называется блоком. Настройки текстовых блоков можно вызвать, нажав на Setup Text Sizes (см. рис. 8).

По умолчанию все буквы при наборе текста будут соответствовать первому текстовому блоку. В этой таблице первому текстовому блоку соответствуют следующие параметры букв:

- Width (ширина) = 16 mil,
- Height (высота) = 25 mil,
- Line Space (междустрочный интервал) = 31 mil,
- Photo Width (толщина) = 0,
- Char Space (расстояние между буквами в слове) = 6 mil.

Текстовые блоки можно менять в любой момент. Во время написания текста на панели Options отображаются его текущие параметры (см. рис. 9). Например, при изменении номера текстового блока меняются все вышеописанные параметры шрифта – высота букв, ширина и т.д. Для изменения положения центра начала координат используется команда Setup – Change Drawing Origin. В меню Setup – Cross-section или через соответствующую кнопку панели инструментов настраиваются параметры слоёв печатной платы (см. рис. 10).

В столбце Subclass Name указывается наименование того или иного слоя. Названия слоёв Top и Bottom изменить нельзя. Если щёлкнуть на ячейке столбца правой кнопкой мыши, то появится возможность добавить новый слой; Add Layer Above – добавить слой над слоем, где расположен курсор; Add Layer Below – добавить под слоем, Remove Layer – удалить слой. По умолчанию плата имеет два слоя. Если указать дополнительные внутренние слои, то они также отобразятся на панели Op-

tions. Здесь необходимо выбрать класс Etch, а затем убедиться, что количество подклассов в этом классе соответствует количеству слоёв в плате (см. рис. 11).

Под слоями в PCB Editor понимают классы и подклассы (Classes and Subclasses). По умолчанию в программе 24 класса. Их список можно увидеть через панель Options. Удалить какой-либо класс из списка нельзя. Можно добавить новые подклассы в часть существующих классов командой Setup – Subclasses. В каждый класс входит определённый набор подклассов. Например, в класс Board Geometry входят подклассы, показанные на рисунке 12.

Среди подклассов Board Geometry есть такие, как Silkscreen\_Top, Silkscreen\_Bottom. Если посмотреть класс Package Geometry – там тоже есть подклассы, которые содержат данные шелкографии. Идея заключается в разграничении данных, которые будет содержать плата на выходе. Уникальное имя каждого класса даёт понятие о его функциональной принадлежности. Например, Board Geometry – это класс, содержащий в себе данные о плате в целом. Маркировка для платы, которая может содержать различную информацию – номер, год, дату изготовления и т.д., относится именно к классу Board Geometry и его подклассу Silkscreen\_Top (Silkscreen\_Bottom). В Package Geometry – Silkscreen\_Top (Silkscreen\_Bottom) будет содержаться шелкография для компонентов, например, это может быть дополнительная маркировка полярности. В классе RefDes и его подклассе Silkscreen\_Top (Silkscreen\_Bottom) содержится маркировка позиционного обозначения. Таким образом, разница между Board Geometry – Silkscreen\_Top, Package Geometry – Silkscreen\_Top, RefDes – Silkscreen\_Top очевидна, поскольку эти классы и подклассы имеют свою область действия. Также существуют классы для маркеров ошибок (Drc\_Error\_Class), переходных отверстий (Via\_Class), выводов компонентов (Pin) и т.д.

Для класса Etch действует свой шаг сетки. Этот класс сигнальных слоёв отвечает за трассировку. Для всех остальных классов действует шаг сетки типа Non-Etch, используемый, в том числе, и для размещения компонентов.

Подклассы можно включать и отключать, менять их цвет, делать их прозрачными и т.д. Цвет для конкретного подкласса изменяется также с помощью панели Options (см. рис. 13).

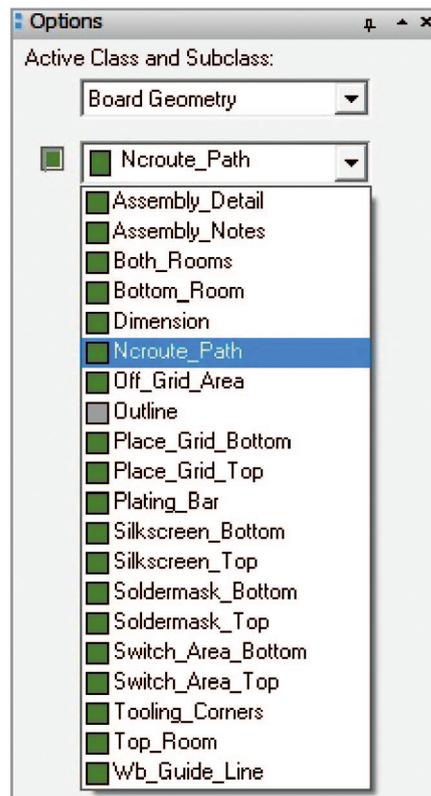


Рис. 12. Подклассы класса Board Geometry на панели меню Options



Рис. 13. Изменение цвета класса при помощи панели Options

Рядом с всплывающим списком подклассов на панели Options находится кнопка заданного по умолчанию цвета. Этот цвет соответствует всем объектам на установленном активном подклассе. Если нажать на эту цветовую кнопку левой кнопкой мыши, то подкласс будет скрыт; если нажать правой кнопкой – появится окно выбора цвета Assign Color (см. рис. 13), в котором левой кнопкой мыши выбирается нужный цвет.

Продолжение следует

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Kraig M. Complete PCB design using OrCAD Capture and PCB editor. Elsevier Inc, 2010.
2. Allegro User Guide Product Version 16.5. May 2011. Cadence Design Systems, Inc.