

## **Altium Designer 13. Разработка печатной платы.**

### **Создание печатной платы.**

Файл новой печатной платы может быть создан либо с помощью мастера, либо вручную.

Рассмотрим сначала процесс создания печатной платы с помощью мастера. Для запуска мастера необходимо открыть панель Files с левой стороны внизу окна Altium Designer. Если панель не отображается, нажмите кнопку System в правом нижнем углу рабочего пространства и выберите Files. В разделе New from Template в нижней части панели Files щелкните на элементе PCB Board Wizard. Если эта опция не отображается, сверните некоторые разделы панели Files, щелкнув на значке со стрелками вверх в заголовке раздела.

Открывается стартовое окно мастера. Нажмите Next для продолжения. В следующем окне выберите требуемую систему единиц Imperial (Британская) или метрическую.

В следующем окне мастера необходимо выбрать типоразмер платы из имеющегося списка. При создании платы с нестандартными размерами выберите Custom из списка конфигураций платы.

В следующем окне необходимо задать параметры платы. В разделе Outline Shape выберите форму контура платы (прямоугольная, круглая или пользовательская) и укажите размеры платы в полях Width (Ширина) и Height (Высота). В поле Boundary Track Width задается толщина линий границы платы, в поле Dimension Line Width задается толщина размерных линий, в поле Keepout Distance From Board Edge задается отступ от края платы. Отключите опции Title Block and Scale (Форматка и масштаб), Legend String (Условные обозначения) и Dimension Lines (Размерные линии). Нажмите Next.

В следующем окне надо указать количество сигнальных слоев платы и слоев питания.

В следующем окне выберите стиль переходных отверстий Thruhole Vias (сквозные) или Blind and Burier Vias Only (только глухие и слепые ПО).

В следующем окне задается преобладающая технология монтажа компонентов: Through-hole components (штыревые компоненты) или Surface-mount components (поверхностные компоненты). Для штыревых компонентов можно будет задать число печатных проводников между выводами (контактными площадками) компонента (от одной до трех), для поверхностных компонентов – возможность двухстороннего размещения компонентов.

В следующем окне можно задать значения по умолчанию для минимальной ширины печатных проводников, параметров переходных отверстий и минимального зазора между печатными проводниками.

В последнем окне нажмите Finish. В редакторе печатных плат откроется новый файл печатной платы под именем PCB1.PcbDoc.

Документ отображается в виде листа стандартного размера, на котором расположена пустая плата (черная область с сеткой). Чтобы отключить отображение листа, из меню Design (Проектирование) выберите Board Options (Параметры платы) и снимите флажок Display Sheet в диалоговом окне Board Options.

Для масштабирования платы по размеру рабочей области выполните команду View/Fit Board.

Откройте панель Projects (если она не отображается с помощью кнопки System в правом нижнем углу окна Altium Designer). Если новый файл печатной платы не был автоматически добавлен к проекту, перетащите его в древовидную структуру проекта на панели Projects.

Щелкните правой кнопкой мыши на новом файле печатной платы на панели Projects и выберите Save As в контекстном меню. Убедитесь, что сохраняете файл в той же папке, в которой находятся остальные файлы проекта.

Для создания нового файла печатной платы вручную используется команда File/New/PCB.

### **Настройка редактора плат.**

*Глобальные настройки* задаются командой DXP/Preferences/PCB Editor. Рассмотрим назначение некоторых наиболее часто используемых параметров.

#### Раздел General.

Online DRC – режим автоматической проверки правил проектирования (соблюдения конструкторско-технологических ограничений).

Undo/Redo – количество команд, доступных для отката. При работе с полигонами не рекомендуется ставить большое значение.

Раздел Display. Позволяет задать настройки отображения объектов в разных режимах.

Раздел Board Insight Display позволяет задать дополнительные настройки отображения.

Раздел Board Insight Mode позволяет задать параметры информационного окна в левом верхнем углу редактора плат.

Раздел Board Insight Lens настройка параметров линзы, которая может быть привязана к курсору, и позволяющая с увеличением просмотреть фрагмент платы.

Раздел DRC Violation Display позволяет настроить стиль маркеров DRC.

Раздел Interactive Routing позволяет задать настройки интерактивной трассировки. Группа Routing Conflict Resolution задает настройки вариантов разрешения конфликтов при трассировке (по умолчанию все варианты включены). Группа Interactive Routing Option.

Раздел True Types Font позволяет указать шрифт, используемый при замене нераспознанных шрифтов проектов.

Раздел Reports устанавливает параметры файлов отчетов.

Раздел Layers Color позволяет выбрать цвета слоев.

Создание контура печатной платы вручную. Для создания или редактирования контура платы используется команда Design/Board Shape/Redefine Board Shape с помощью которой можно, фиксируя левой кнопкой углы, нарисовать контур платы. При сложных контурах платы можно импортировать его из Auto CAD.

*Управление отображением слоев.*

Для управления слоями используется команда Design/Board Layers & Colors (горячая клавиша L). В окне команды на вкладке Board Layers And Colors все слои разбиты на группы:

- Signal (сигнальные) проект может содержать до 32 сигнальных слоев;
- Internal Planes – внутренние потенциальные слои для цепей питания и схемной земли, а также экранирования, проект может содержать до 16 таких слоев;
- Mechanical Layers – механические слои для размещения на них контура печатной платы, форматки листа, размеров и др. элементов (всего 16 слоев). Доступные механические слои в столбце Enable должны иметь установленный флажок;
- Mask Layers – слои маски пайки (Top Solder и Bottom Solder для верхней и нижней стороны платы) и трафаретов для нанесения паяльной пасты (Top Paste и Bottom Paste);
- Silkscreen Layers – слои шелкографии для маркировки и обозначения контуров компонентов (Top Overlay, Bottom Overlay);
- Other Layers - дополнительные слои для производственных целей: Drill Guide – слой для центров отверстий, Keep-Out Layer – слой для размещения зон запрета, Drill Drawing – слой сверловки (отверстий), Multi-Layer – слой для контактных площадок и переходных отверстий многослойных печатных плат.

Флажок Show позволяет отображать или нет соответствующий слой.

Под каждой группой слоев имеются гиперссылки управления видимостью слоями : All On (включить все слои группы), All Off (выключить все слои группы), Used On (включить только те слои группы, на которых имеется информация). Внизу окна имеются гиперссылки для включения/отключения всех слоев.

Также в окне имеется возможность задания цвета слоев и некоторых других объектов.

Внизу рабочей области редактора печатных плат имеются вкладки с именами слоев для их активизации. Также переключение активного слоя можно производить при нажатых клавишах Ctrl+Shift прокруткой колеса мыши.

При нажатии на вкладке любого слоя правой кнопкой мыши можно вызывать контекстное меню команд. Рассмотрим наиболее часто используемые из них:

- Hide – скрыть активный слой;
- Highliht – подсветить объекты активного слоя (остальные объекты будут менее яркими);
- Hide Layers - возможность выбора из списка слоя, который необходимо скрыть;
- Show Layers - возможность выбора из списка слоя, который необходимо визуализировать;
- Layer Stack Manager – добавление, удаление слоев и управление порядком их расположения.

#### Добавление и редактирование слоев.

Для этого необходимо выполнить команду Design/Layer Stack Manager. В окне команды приведена структура слоев печатной платы. Имеется возможность добавления, удаления и перемещения слоев по структуре платы. Для изменения свойств слоя можно воспользоваться кнопкой Properties или дважды щелкнуть по имени слоя. В свойствах можно указать имя слоя и толщину слоя меди (Copper thickness), которая используется для анализа целостности сигналов. Для оснований и изолирующих прокладок можно указать материал, толщину и относительную диэлектрическую проницаемость материала. С помощью кнопки Configure Drill Pair задаются пары слоев для сверления отверстий. Если используются только сквозные переходные отверстия, то указывается только пара верхнего и нижнего слоя, установленная по умолчанию.

#### Размещение крепежных отверстий.

Крепежные отверстия размещаются как обычные контактные площадки командой Place/Pad. Перед размещением контактной площадки на плате надо нажать клавишу Tab и в свойствах указать требуемый диаметр отверстия в поле Hole Size в разделе Size and Shape указать нулевые размеры контактной площадки и при необходимости снять флажок Plated при отсутствии у отверстия металлизации.

#### **Перенос информации со схемы на плату.**

Начальная информация о компонентах и соединениях, либо информация о внесенных изменениях передается со схемы на плату одинаково командой Design/Update PCB Document из редактора схем. Откроется окно Engineering Change Order. Вносимые изменения разбиты по группам компоненты, цепи и др. объекты. В каждой группе указываются обнаруженные изменения.

Сначала командой Validate Changes проверяется возможность внесения изменений. При наличии ошибок в столбце Status будут выведены маркеры ошибок. После того, как выяснится возможность внесения изменений надо

выполнить команду Execute Changes. При последующих изменениях на схеме необходимо их будет постоянно вносить на плату.

### **Установка правил проектирования (конструкторско-технологических ограничений).**

Рассмотрим назначение правил проектирования печатных плат, которые имеются в Altium Designer. Рассмотрим эти правила в порядке их расположения в окне Design/Rules. Всего имеется 10 категорий:

Electrical – правила электрического соединения компонентов.

- Clearance – определяет минимально допустимый зазор между двумя любыми объектами печатного монтажа на сигнальном слое.
- Short-Circuit – проверяет наличие короткого замыкания между различными цепями.
- Un-Routed Net – проверяет завершение трассировки всех цепей.
- Un-Connected Pin – проверяет наличие неподсоединенных выводов.

Routing – правила трассировки.

- Width – определяет минимальную, максимальную и предпочтительную ширину проводника. В таблице внизу окна можно задать разную ширину проводников в разных слоях.
- Routing Topology Rule – определяет порядок соединений выводов компонентов. По умолчанию используется критерий минимума суммарной длины соединений (Shortest), преимущественно горизонтальная с отклонением до 20% (Horizontal), преимущественно вертикальная (Vertical), простая цепочка с минимальной общей длиной (Daisy-Simple), цепочка с размещением начальной контактной площадки в центре (Daisy-MidDriven), цепочка с равным числом контактных площадок в обоих ветвях относительно центральной контактной площадки, звезда (Star).
- Routing Priority – приоритет трассировки от 0 до 100 (100 – самый высокий).
- Routing Layers – определяет слои, которые могут использоваться при трассировке.
- Routing Corners – устанавливается вариант сглаживания углов и размер (минимальный и максимальный) сглаживания.
- Routing Vias – определяет диаметр контактной площадки и отверстия переходного отверстия.
- Fanout Control – определяет стиль fanout для различных типов корпусов.
- Differential Pair Routing – определяет зазор между проводниками и слой, а также максимальный размер непараллельного участка при огибании препятствия.

SMT – правила для компонентов для поверхностного монтажа.

- SMD to Corner – расстояние от контактной площадки до первого изгиба.
- SMD to Plane – расстояние от контактной площадки до переходного отверстия.
- SMD Neck-Down – определяет максимальное отношение ширины проводника к ширине КП, выраженное в процентах.

Mask – правила для нанесения маски пайки и паяльной пасты. Позволяют указать зазор относительно КП для маски или пасты.

Plane – правила для слоев питания и схемной земли и областей металлизации.

- Plane Connect задает стиль подключения выводов компонентов к слою питания. Можно задать прямое подключение или через тепловой барьер или отсутствие подключения. В окне задаются параметры теплового барьера. Изображение слоев питания инверсное.
- Plane Clearance – зазор между контактной площадкой или переходным отверстием в слое питания при отсутствии соединения со слоем питания.
- Polygon Connect - задает стиль подключения выводов компонентов к области металлизации. Можно задать прямое подключение или через тепловой барьер или отсутствие подключения. Также задаются параметры теплового барьера.

Manufacturing – правила для производства. Подробно рассматривать не будем.

High Speed – правила для высокочастотных проектов.

- Parallel Segment – определяет длину параллельных сегментов двух проводников в зависимости от заданного расстояния.
- Length – определяет минимальную и максимальную длину проводника.
- Matched Net Lengths – определяет разницу длин цепей в группе, которые должны быть выровнены по длине.
- Daisy Chain Stub Length - определяет максимальную длину отвода типа «Т» при подключении проводника к контактной площадке при соединении цепочкой.
- Via Under SMD – определяет возможность размещения переходных отверстий при автотрассировке под контактными площадками поверхностных компонентов.
- Maximum Via Count – определяет максимально допустимое количество переходных отверстий.

Placement - правила, используемые при размещении компонентов.

- Room Definition – определяет комнаты (области) в которых разрешено либо запрещено размещать компоненты.
  - Component Clearance – устанавливает минимально допустимое расстояние между компонентами. Можно выбрать один из двух вариантов: либо задать общий зазор по горизонтали и вертикали (Infinite), либо задать их отдельные значения (Specified).
  - Component Orientation – определяет допустимую ориентацию компонентов.
  - Permitted Layers – определяет, на каких слоях могут быть размещены компоненты при авторазмещении.
  - Nets to Ignore - определяет, какие цепи не должны учитываться при авторазмещении
  - Height – определяет ограничение по высоте для указанной области.
- Signal Integrity – определяет правила при проверке целостности сигналов.

#### Порядок создания нового правила.

1. Для создания нового правила выбрать требуемую категорию и из контекстного меню или нажатием на кнопку справа внизу окна выполнить команду New Rule.

2. Двойным щелчком по новому правилу открываются его свойства и редактируются. В первую очередь надо задать уникальное имя и параметры. Далее необходимо указать, для каких объектов будет действовать это правило. Область действия правила может быть указана вручную или с помощью помощников. При ручном указании могут быть выбраны следующие варианты:

- All – все цепи платы;
- Net – одна указанная цепь;
- Net Class – класс цепей;
- Layer – цепи на конкретном слое;
- Net and Layer – заданная цепь на конкретном слое.

3. Устанавливаются параметры правила в нижней части окна.

4. Устанавливаются приоритеты правил. Для установки приоритетов правил в группе используется кнопка Priorities в левом нижнем углу окна PCB Rules.

5. Для применения правила (завершения его создания) необходимо щелкнуть по кнопке Apply в окне PCB Rules.

В случае если в правиле нужно указать несколько объектов можно использовать Query Builder (щелкнуть по соответствующей кнопке). В списке Condition Type/Operation выбирается требуемый тип объекта, а в списке Condition Value – значение параметра. Таким образом можно указать определенные цепи или классы на заданных слоях, либо принадлежащих конкретным посадочным местам и т.п.

Для создания более сложных правил используется помощник построения запросов к базе данных печатной платы. Для этой цели в секции области действия правил надо выбрать опцию *Advanced (Query)*, после чего станет доступной кнопка *Query Helper*. В окне построителя запросов можно задавать различные правила для отдельных объектов печатной платы.

Имеется также помощник создания правил, вызываемый командой *Design/Rule Wizard*. В первом окне выбирается тип правила. Во втором задается область действия правила. В третьем окне задается приоритет создаваемого правила. В последнем окне задаются числовые параметры правила. Завершение создания правила – кнопка *Finish*.

Правила могут быть сохранены в файле и загружены в другой проект. Для этого в окне *PCB Rules* в списке правил в правой части окна для выбранного правила или типа правил из контекстного меню выполнить команду *Export Rules* или *Import Rules*.

#### **Создание классов объектов.**

Для создания объектов используется команда *Design/Classes*. В левой части окна *Object Class Explorer* перечислены все типы классов:

*Net Classes* – классы цепей;

*Component Classes* – классы компонентов;

*Layer Classes* – классы слоев;

*Pad Classes* – классы контактных площадок;

*From To Classes* – классы сегментов цепей;

*Differential Pair Classes* – классы дифференциальных пар;

*Design Channel Classes* – классы каналов;

*Polygon Classes* – классы полигонов.

Для создания нового класса из контекстного меню для требуемого типа класса выбрать *Add Class*. Двойным щелчком по имени класса открывается два списка объектов не входящих в класс (*Non-Members*) и входящих в класс (*Members*). Эти списки редактируются выбором объектов и соответствующими кнопками.

**Размещение зон запрета.** Командой *Place/Keepout/Solid Region* нанести полигон в требуемом месте платы. При постановке зоны запрета на всей плате полигон надо наносить на слой *Keep-Out layer* либо на конкретном слое (в свойствах указать требуемый слой). Также зону запрета можно создать для конкретной цепи, указав ее имя в свойствах полигона.

При передаче информации со схемы на плату происходит автоматическое формирование на плате комнат (*Room*), если это не запрещено в настройках. Комната представляет собой область платы с закрепленными за ней компонентами. Комнаты формируются в соответствии с листами схемы,



поэтому на одном листе схемы целесообразно располагать компоненты, которые должны размещаться близко друг от друга.

Передача информации со схемы на плату выполняется в редакторе схем выполнением команды Design/Update PCB Document, после чего откроется окно Engineering Change Order, в котором перечисляется список вносимых изменений. В конце списка имеется раздел Add Room, с помощью которого добавляются на плату комнаты, либо в нем можно запретить их добавление.

**Ручное и интерактивное размещение компонентов.** Компоненты можно перемещать вместе с комнатой. При выборе комнаты у нее появляются угловые маркеры, пользуясь которыми можно изменять ее размеры. Комната и посадочные места перемещаются выделением соответствующего объекта с последующим перетаскиванием.

Чтобы поместить/удалить компоненты внутрь Room, используйте команды Tools/Component Placement/Arrange Components Within Room, Tools/Component Placement /Arrange Components Outside Board. Можно переместить и изменить формы Room по размерам будущей платы, выполнить для Room команду контекстного меню Properties и установить Room Locked, а затем переместить все компоненты внутрь Room.

Для поворота компонента на 90° против часовой стрелки необходимо нажать клавишу ПРОБЕЛ во время перетаскивания компонентов (при нажатой левой кнопке мыши). Для перемещения на другую сторону платы – клавишу L.

Для выравнивания выделенной группы посадочных мест удобно из контекстного меню пользоваться различными вариантами команды Align.

Для того, чтобы заменить одно посадочное место на другое дважды щелкните мышью на требуемом посадочном месте, чтобы открыть диалоговое окно Component (Компонент). В группе параметров Footprint нажмите клавишу [...]. Откроется диалоговое окно Browse Libraries, в котором выберете требуемое посадочное место. Нажмите ОК, чтобы закрыть окно Component. Сохраните файл печатной платы.

### **Интерактивная трассировка.**

Перед началом интерактивной трассировки целесообразно отключить автопанорамирование при приближении к границе рабочей области. Для этого выполнить команду DXP/Preferences/PCB Editor, раздел General, Autopan Options задать значение Disable.

Основные настройки для интерактивной трассировки устанавливаются в разделе Interactive Routing. В секции Routing Conflict Resolution устанавливается режим разрешения конфликтов при трассировке. Режимы, рассмотренные ниже, могут переключаться по кольцу во время трассировки при нажатии комбинации клавиш Shift+R. Режимы:

- Ignore Obstacles – игнорирование препятствий. В этом случае не соблюдаются созданные правила проектирования. Лучше его не использовать.
- Push Obstacles – расталкивание препятствий. В этом случае при прокладке печатного проводника все имеющиеся проводники и переходные отверстия расталкиваются с учетом установленных правил.
- Walkaround Obstacles – огибание препятствий. Прокладываемый проводник огибает имеющиеся препятствия с учетом минимальных зазоров и минимальной длины проводника.
- Stop At First Obstacle – остановка перед препятствием.
- Hug And Push Obstacles – огибание и расталкивание препятствий. В отличие от Walkaround при невозможности обогнуть конфликтный объект предполагается попытка его оттолкнуть с учетом заданных правил.

Имеется также два варианта автоматической трассировки либо в текущем слое, либо в нескольких слоях.

Интерактивная трассировка выполняется командой Place/Interactive Routing. Курсор примет форму перекрестья. Это означает, что вы находитесь в режиме размещения трасс. Клавишей Tab вызывается окно настроек команды, в котором можно задать ширину трассы, размер переходного отверстия, слой для трассировки и некоторые другие параметры. После этого выбирается начальная контактная площадка и осуществляется построения трассы, фиксируя изломы проводника левой кнопкой мыши. В любой момент клавишей TAB может быть вызвано окно настроек. При построении трассы могут оказаться полезными следующие клавиши: Esc – отмена трассировки; Shift+W – изменение ширины проводника; Shift+V – изменение размера переходного отверстия, клавиша ~ вызывает контекстное меню команд.

Нажав CTRL + левую клавишу мыши можно вызывать функцию автоматического завершения трассы. Такая функция может быть недоступна при сложных соединениях в разных слоях.

Если вы проложите новую трассу для того же соединения, то при выходе из режима редактирования (щелчок правой кнопкой мыши) старая трасса (петля) будет автоматически удалена.

Переключение между слоями осуществляется клавишей «\*» на цифровой клавиатуре. Altium Designer автоматически добавляет переходные отверстия (в соответствии с правилом \*Routing Via ) при смене слоев.

Чтобы удалить сегмент трассы, необходимо сначала выбрать его щелчком мыши. Появятся «ручки» редактирования сегмента (остальные сегменты трассы будут выделены). Чтобы удалить выбранный сегмент, нажмите клавишу DELETE.

При интерактивной трассировке возможна одновременная трассировка нескольких параллельно идущих проводников. Для этого используется команда Place/Interactive Multi-Routing. Предварительно необходимо выбрать требуемые контактные площадки, после этого выполнить команду, а затем снова указать любую из начальных контактных площадок. Трасса от остальных контактных площадок начнет строиться автоматически.

### **Автоматическая трассировка.**

Команды автоматической трассировки автотрассировщика Situs расположены в пункте меню Auto Route. Можно выполнить следующие команды:

- All – растрассировать все связи на плате;
- Net – трассировать выбранную цепь;
- Net Class – трассировать класс цепей;
- Connection – трассировать все соединения для выбранного вывода компонента;
- Area – трассировать все связи для выводов в выделенной области;
- Room – трассировать все связи между компонентами выбранной комнаты размещения;
- Component – трассировать все связи для выбранного компонента. Компонент выбирается указанием любой его контактной площадки;
- Component Class – трассировать все связи для выбранного класса компонентов;
- Connections on selected components - трассировать связи выбранных компонентов как между собой, так и с остальными;
- Connections between selected components – трассировать общие связи выбранных компонентов.
- Fanout – трассировать fanout для указанного в подкоманде объекта (всех цепей; сигнальных цепей; цепей питания, подключаемых к слоям питания, цепи, соединения, компонента, контактной площадки, комнаты).

Для настройки стратегии автотрассировки используется команда Auto Route/Setup. Диалоговое окно этой команды появляется также при выполнении команды Auto Route/All.

В верхней части окна приводятся все заданные правила проектирования для проекта. Их можно отредактировать, а также с помощью кнопки Edit Layer Direction отредактировать предпочтительное направление трассировки в слоях.

В нижней части окна указаны стратегии трассировки. Имеется 6 стандартных стратегий:

- Cleanup – улучшающая топологию стратегия;
- Default 2 Layer Board – стратегия трассировки для двухсторонней печатной платы;
- Default 2 Layer Board With Edge Coonectors – стратегия трассировки для двухсторонней печатной платы с торцевым соединителем;
- Default Multi Layer Board – стратегия для многослойной печатной платы;
- General Orthogonal – преимущественно ортогональная трассировка;
- Via Miser – трассировка с минимизацией переходных отверстий.

Также имеются опции Lock All Pre-Routing – фиксация ранее растрассированных соединений; Rip-Up Violations After Routing – удаление конфликтов после трассировки.

Пользователь может добавлять свои стратегии. Для этого нужно нажать кнопку Add внизу окна. В открывшемся окне Situs Strategy Editor в верхней части необходимо указать имя стратегии, необходимость преимущественно ортогональной трассировки и степень минимизации числа переходных отверстий. В нижней части окна слева приведены доступные проходы (алгоритмы) трассировщика из которых выбираются требуемые для формирования списка проходов создаваемой стратегии. Проходы стратегий по умолчанию отредактировать нельзя. Возможны следующие проходы:

- Adjacent Memory – позволяет соединять выводы с одинаковыми координатами X или Y U-образными сегментами цепей;

- Clean Pad Entries – позволяет освобождать подходы к контактным площадкам;

- Completion – позволяет получить максимальную завершенность трассировки с использованием алгоритма расталкивания элементов существующей топологии;

- Fan out Signal – позволяет разместить Fanout для сигнальных цепей;

- Fan out Plane – позволяет разместить Fanout для выводов питания, подключенных к внутренним слоям питания и схемной земли;

- Globaly Optimised Main - основной алгоритм трассировки с использованием глобальной оптимизации длины печатных проводников;

- Hug – позволяет уплотнить имеющуюся топологию;

- Layer Pattern – трассировка в слоях с соблюдением преобладающих направлений для каждого слоя;

- Main – основной алгоритм трассировки с использованием расталкивания существующих элементов топологии;

- Memory – используется для трассировки микросхем типа микросхем памяти с параллельным соединением выводов с одинаковыми номерами;

- Multilayer Main – основной алгоритм трассировки с модификацией для многослойных печатных плат;

- Recorner – сглаживание прямоугольных изгибов проводников;

- Spread – позволяет равномерно распределить печатные проводники по свободной площади;

- Straighten – улучшающий проход для «подчистки» топологии.

После выбора стратегии трассировки запуск автотрассировки осуществляется кнопкой Route All в окне Situs Routing Strategies.

Для удаления существующих печатных проводников используются различные подкоманды команды Tools/Un-Route (можно удалить все проводники, для цепи, компонента и т.д.).

## **Нанесение областей металлизации.**

**Области металлизации на сигнальном слое.** В Altium Designer области металлизации можно задавать тремя способами: Fills, Solid Regions и Polygon Pours. Достоинство Polygon Pour в том, что такая область автоматически обтекает вокруг объектов, принадлежащих другим цепям в соответствии с заданными правилами проектирования.

Заполнение Fill (создается через меню Place/Fill) является прямоугольным объектом, который может быть размещен на любой слой. Заполнение ограничено прямоугольником, и оно может быть помещено прямо поверх других объектов на печатной плате - таких как Pads (контактные площадки), Vias (переходные отверстия), Tracks (токоведущие дорожки), Regions (регионы), другие Fills или Text (текстовые объекты). Если заполнение Fill размещено на сигнальном слое, то оно может быть подключено к какой-нибудь электрической цепи (обычно это цепь земли GND).

Область Solid Region (создается через меню Place/Solid Region) является многоугольным объектом. Solid Region может быть размещен на любой слой. Так же, как и Fill, Region не затрагивает другие объекты, и может быть размещен в любом месте, поверх имеющихся деталей и элементов дизайна (контактные площадки, дорожки, заполнения, другие регионы и текст). Если Region размещен на сигнальном слое, то он может быть подключен к какой-нибудь электрической цепи.

Для размещения полигона на текущем сигнальном слое надо выполнить команду Place/Polygon Pour.

В открывшемся окне в разделе Fill Mode задается один из трех вариантов заполнения области: сплошная заливка, сетка или контур без заливки.

В разделе Net Options в списке Connect to Net указывается имя цепи, к которой должна быть подключена область металлизации. Ниже в списке выбирается режим объединения полигона с проводниками, принадлежащими этой же цепи (Pour Over Same Net):

- Pour Over All Same Net Objects - выберите этот вариант, если Вы хотите с помощью заливки автоматически соединить полигон со всеми объектами в той же цепи.

- Pour Over Same Net Polygons Only - выберите этот вариант (от выбран по умолчанию), если Вы хотите, чтобы полигон автоматически соединился с объектами полигона только тогда, когда объекты находятся внутри границ полигона, и соединены с той же цепью.

- Don't Pour Over Same Net Objects - выберите этот вариант, если Вы не хотите, чтобы заливка полигона соединялась с любыми объектами, не относящимися к контактными площадкам этой электрической цепи.

Опция Remove Dead Copper включает режим автоматического удаления участков металлизации, не соединенных ни с одной контактной площадкой, проводником или переходным отверстием выбранной цепи.

В списке Layer задается слой, в котором будет размещен полигон.

Для редактирования полигона надо выбрать требуемый и из контекстного меню выполнить варианты команды Polygon Action.

Если необходимо, то можно сделать вырезы в полигоне с помощью команды Place/Polygon Pour Cutout.

Для того, чтобы разрезать полигон на два или большее количество других полигонов, используется команда Place/Slice Polygon Pour.

### **Совмещение различных областей металлизации на слое питания.**

Иногда возникает необходимость разделения слоя питания на несколько изолированных областей с подключением их к разным электрическим цепям. Для создания разделенных областей металлизации на слое питания необходимо выполнить следующие действия:

1. Сделать активным требуемый слой питания;
2. Командами Place/Line (Arc) рисуется граница между областями металлизации. Получаемый контур должен быть замкнутым.
3. На созданном контуре выполняем двойной щелчок мышью и в открывшемся окне указываем имя требуемой цепи.

### **Проверка правил проектирования**

Перед тем, как проверить готовую плату на соответствие заданным правилам, целесообразно убедиться, что разрешено показывать маркеры ошибок. Для этого выполните команду Design/Board Layers & Colors. Убедитесь, что в таблице System Colors в строке DRC Error Markers включена опция Show.

Для запуска проверки выполните команду Tools/Design Rule Check. В диалоговом окне Design Rule Checker в разделе Report Options можно указать опции отчета:

- Create Report File – разрешение создания файла отчета с расширением .drc;
- Create Violations – разрешение создания маркеров нарушений (по умолчанию зеленого цвета);
- Sub-Net Details – разрешения включать в отчет детальной информации о неразведенных цепях;
- Verify Shorting Copper – проверка областей металлизации на короткие замыкания;
- Report Drilled SMT Pads – разрешение включения в отчет планарных контактных площадок, имеющих отверстия;
- Report Multilayer Pads with 0 size Hole – разрешение включения в отчет контактных площадок многослойных плат (не поверхностных) с нулевым диаметром монтажного отверстия;
- Stop When XX Violation Found – разрешение остановки проверки после обнаружения XX нарушений;

В секции Split Pane DRC Report Options устанавливаются параметры проверки разделенных слоев питания:

- Report Broken Planes – отчет о разделенных слоях питания;
- Report Dead Copper larger then – отчет об областях металлизации, не соединенных с цепями с размером более заданного;
- Report Staved Thermals with less than – отчет о тепловых барьерах, имеющих менее заданного процента соединения с областью металлизации.

В левом окне в разделе Rules To Check указаны категории правил для проверки:

- Electrical – электрические (зазоры, короткие замыкания и др.);
- Routing – трассировочные (ширина проводников, стиль ПО и др.);
- SMT – правила работы с планарными компонентами;
- Testpoint – контрольные точки;
- Manufacturing – правила, влияющие на возможность изготовления платы (изломы печатных проводников под острым углом, ширина кольца металлизации КП и др.);
- High Speed – правила проектирования высокоскоростных устройств;
- Placement – правила размещения компонентов;
- Signal Integrity – правила контроля целостности сигналов (волновое сопротивление, время распространения сигналов, фронты, выбросы и др.).

Для каждого правила доступны опции Online (постоянная проверка) и Batch (ручная проверка по запуску).

Запуск проверки осуществляется нажатием кнопки Run Design Rule Check. Обнаруженные ошибки и предупреждения будут отражены на панели Messages. Если эта панель не открылась, то это можно сделать через кнопку System справа внизу.

Щелкнув на каком-либо нарушении в отчете (гиперссылке), вы перейдете к месту на печатной плате, в котором выявлено нарушение.