

Лабораторная работа №5

Основы DipTrace:

Подготовка платы к трассировке

Знакомство с САПР DipTrace. Создание библиотеки компонентов.

Кафедра «Электротехника», ВолгГТУ

Цель работы

Научиться работать в редакторе плат PCB Layout, импортировать проект, создать границы платы и ввести параметры трассировки.

Редактор плат PCB Layout. Общая характеристика

Редактор плат или PCB Layout — программа для создания и редактирования топологии печатной платы. Она включает в себя полный набор инструментов для проектирования печатной платы начиная с загрузки компонентов и сетей и заканчивая экспортом файлов для изготовления плат.

Интерфейс программы включает основное меню, несколько панелей с кнопками для быстрого запуска инструментов, список компонентов текущей библиотеки, менеджер проекта и область построения. Панели инструментов, список компонентов и менеджер проекта могут быть скрыты для увеличения свободного пространства области построения.

Прямо над рабочей областью находится список библиотек. Прокручивая его, пользователь может выбрать нужную ему библиотеку. После этого, список корпусов этой библиотеки будет отображен слева от рабочей области.

Справа находится менеджер проекта. Он разбит на три части. Верхняя треть содержит вкладки со слоями, свойствами объектов и настройками выделения объектов. В средней части менеджера пользователь может посмотреть список компонентов и сетей проекта и выбрать интересующий его объект. После этого, в нижней части менеджера, в зависимости от типа выбранного объекта, отображается список выводов компонента или сети.

Единицы измерения и сетка

DipTrace может одинаково хорошо работать как в метрической, так и в имперской системах измерений. Точность данных от этого не страдает, т.к. программа хранит их во внутренних независимых величинах.

Для выбора единиц измерения необходимо использовать "Вид / Единицы измерения" из главного меню. Стоит обратить внимание, что поля которые выводят значения некоторых параметров (сетка, координаты и др.) имеют ограниченную длину или фиксированное количество цифр после запятой. В таких случаях предпочтительней использовать меньшие единицы измерения, чтобы исключить возможные неточности. Например, иногда использование "mils" (мил) вместо "inches" (дюймов) приводит к отображению куда более точного значения, ведь мил — это одна тысячная часть дюйма.

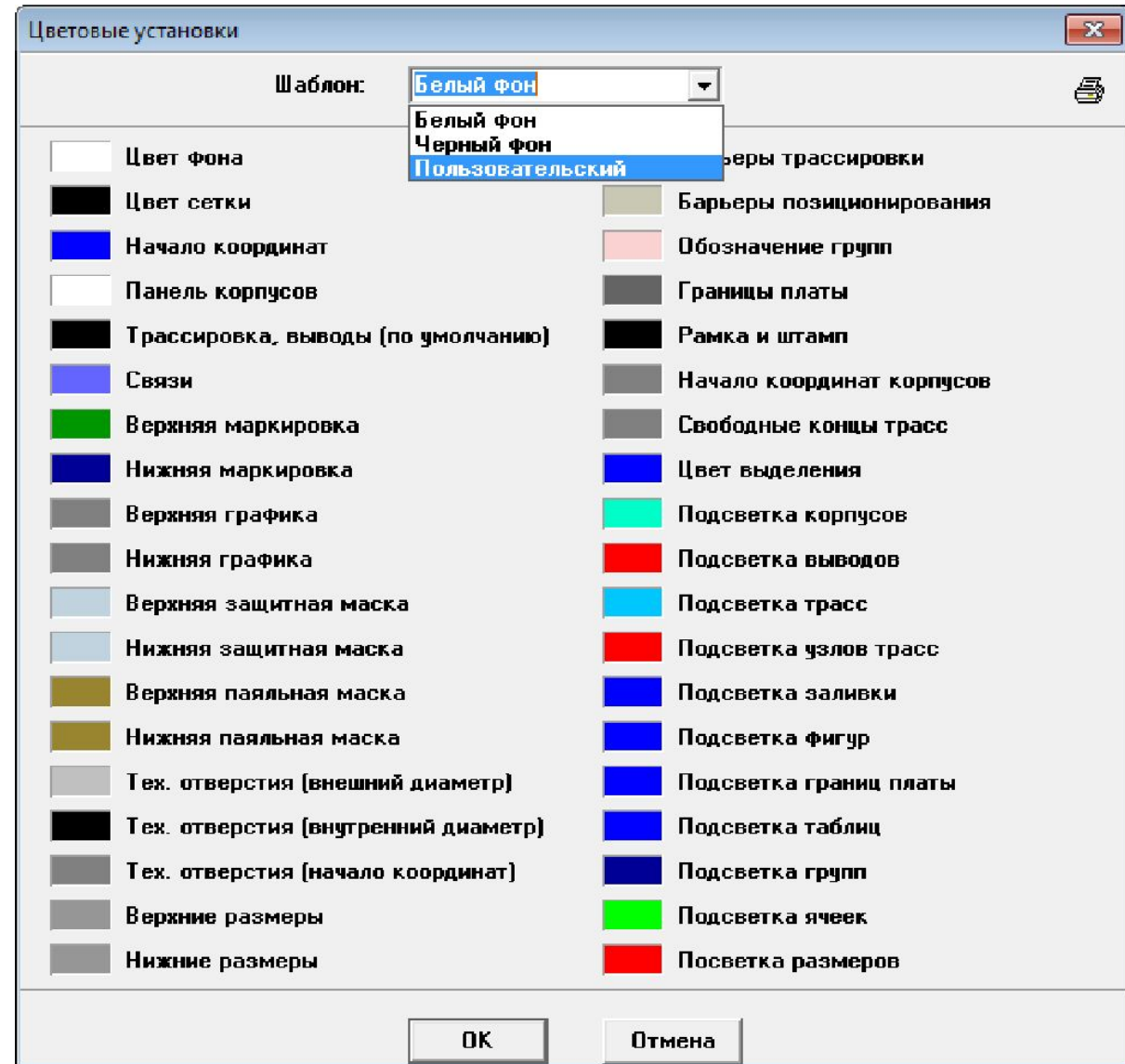
Для создания объектов, расстановки компонентов на схеме или плате, а также при трассировке удобно использовать сетку. Включить или выключить ее можно с помощью пункта главного меню "Вид / Сетка" или горячей клавиши "F11", по умолчанию сетка включена. Выбрать размер сетки можно с помощью ниспадающего меню на стандартной панели. Размер сетки автоматически пересчитывается и отображается в выбранных единицах измерения.

В DipTrace можно изменить имеющиеся размеры сетки или добавить новый. Это делается с помощью "Вид / Изменение стандартных" в главном меню. В пункте "Вид" можно также настроить разные шаги сетки по осям X и Y.

Настройка цвета

PCB Layout позволяет индивидуально настроить цвет фона и объектов при проектировании печатной платы. Для установки цветовых настроек необходимо выбрать "Вид / Цветовые установки" из главного меню.

Доступны три цветовые схемы: белая, черная и пользовательская. Выбрать нужную схему можно с помощью ниспадающего меню в верхней части диалогового окна. Для изменения цвета объектов необходимо щелкнуть по пиктограмме напротив нужного типа объектов и появится стандартное окно Windows для выбора нового цвета. Изменить параметры шаблонов "Белый фон" и "Черный фон" нельзя, т.к. эти цветовые профили считаются базовыми. При попытке их изменения, пользовательская цветовая схема автоматически активируется. Это сделано чтобы можно было в любой момент восстановить цвета по умолчанию. Также как и в Схемотехнике. Для применения изменений нажать ОК.



Настройки цвета

Стоит отметить, что цвет сквозных падов задается в диалоговом окне цветов, а цвет поверхностных падов зависит от цвета слоя (Верхний и Нижний).

Цвет слоев настраивается на вкладке "Слои" (над Менеджером проекта) или же в диалоговом окне "Свойства слоев" (кнопка под списком слоев). Процесс изменения цвета аналогичен таковому при редактировании цветовой схемы. Во списке всех слоев проекта, с помощью синих галочек можно отдельно включать или отключать отображение каждого слоя. Это удобно при работе с многослойными платами. На этой вкладке настраиваются все свойства слоев в DipTrace: режим отображения, уровень контрастности при контрастном режиме и.т.д.

Разработка платы без схемы

Иногда необходимо разработать простую плату без создания принципиальной электрической схемы. Наиболее часто такой способ используется при прототипировании. Рассмотрим его подробнее.

Настройка библиотек

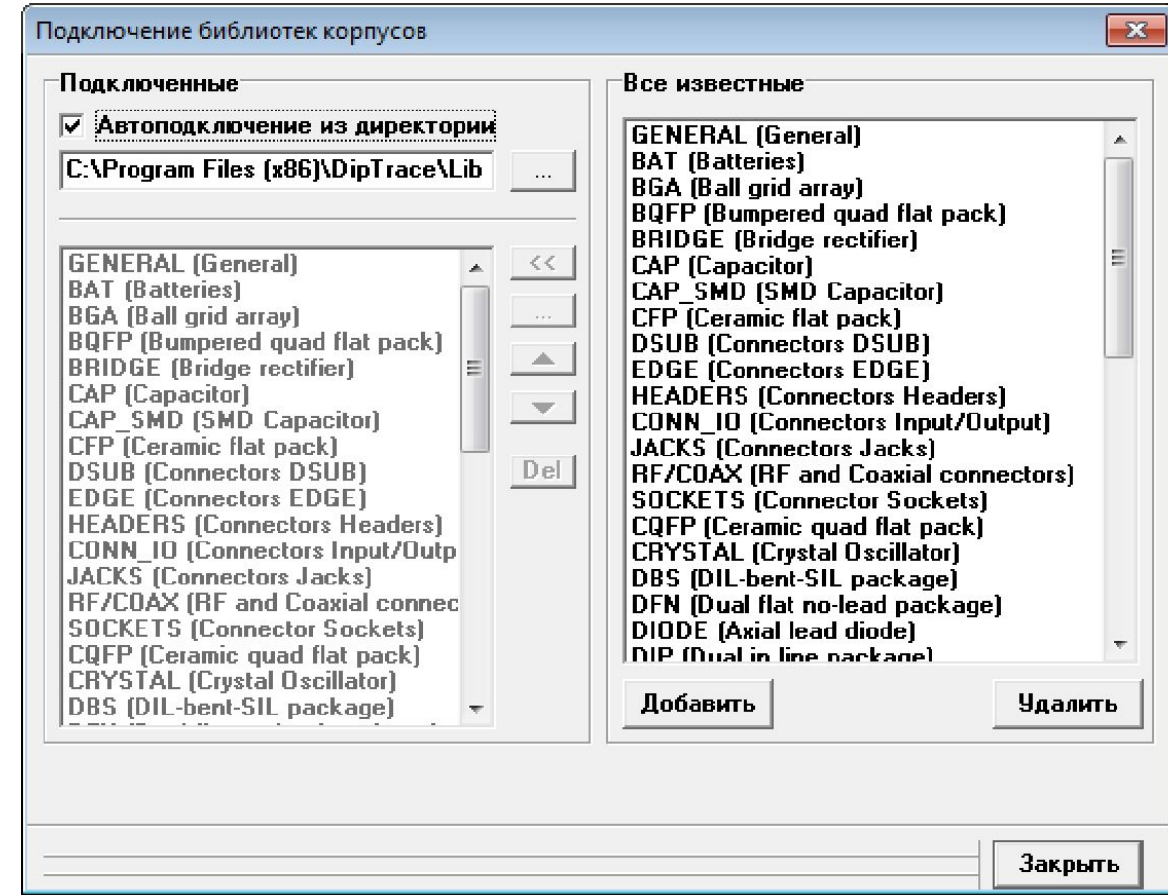
Работать с библиотеками в PCB Layout так же просто как и в Схемотехнике, тем более что система их подключения абсолютно такая же и даже диалоговое окно одинаковое. Единственное отличие это то, что Редактор Плат работает с библиотеками корпусов, а не компонентов. Прежде всего нужно указать программе, где находятся библиотеки корпусов. Для этого необходимо выбрать "Библиотека / Подключение библиотек" из главного меню. В появившемся диалоговом окне два списка. Правый список — это список всех библиотек, известных программе. Он может использоваться при поиске корпусов. Левый список — это список активных библиотек, т.е. библиотек, отображаемых на панели библиотек.

Чтобы добавить или удалить библиотеки в список "Все известные" есть специальные кнопки. Кроме того, все библиотеки со списка активных автоматически добавляются в список известных.

Настройка библиотек

Чтобы настроить список активных библиотек, можно или получить их все из папки или же добавить/удалить с соседнего списка всех известных. В первом случае нужно активировать опцию "Автоподключение из директории", затем выбрать папку используя кнопку "...". Во втором случае — отключить опцию "Автоподключение из директории" и использовать кнопки посередине окна (между списками) для настройки списка активных библиотек.

После настройки списка библиотек закройте диалоговое окно. Если все было сделано верно, на панели над областью создания появится список стандартных библиотек DipTrace и пользовательские



Поиск и установка корпусов

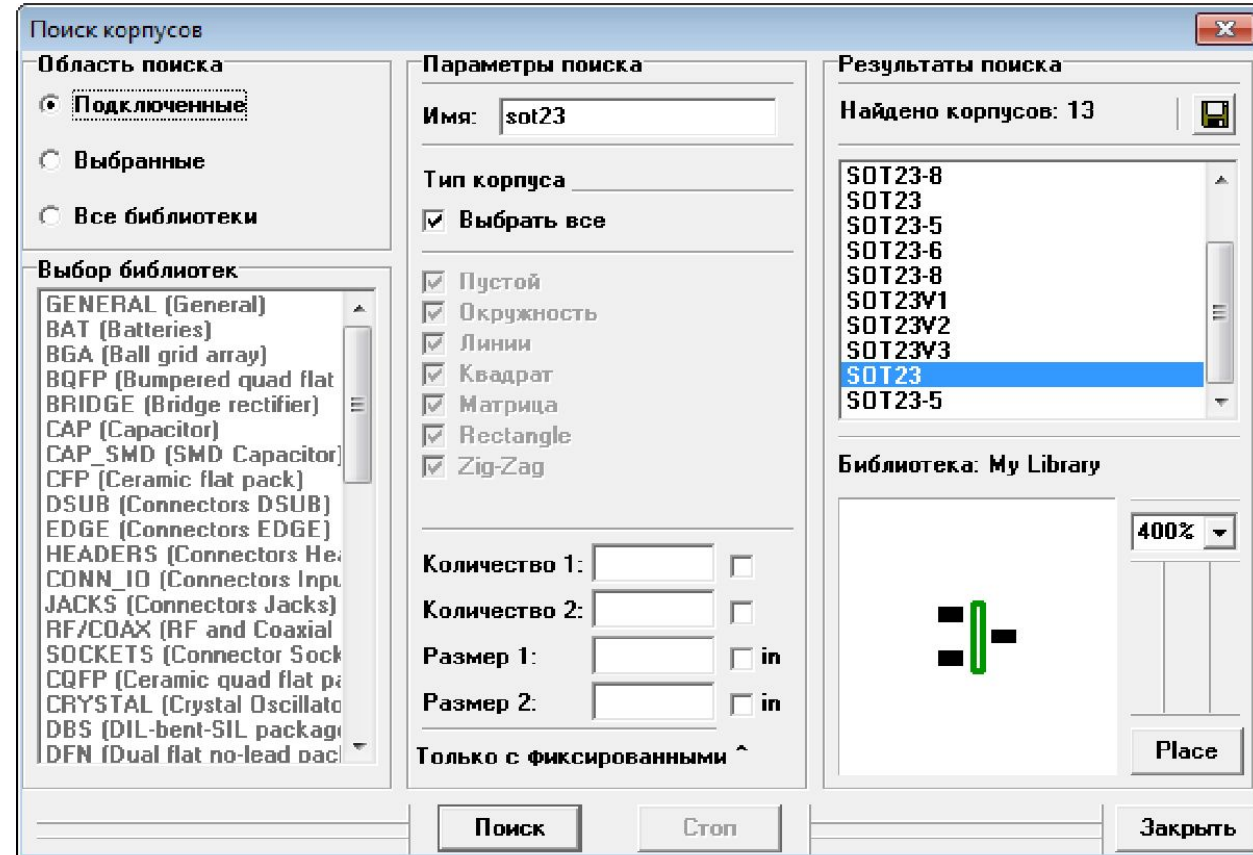
Можно установить корпус в рабочей области, используя несколько способов:

1. Выбрать библиотеку корпусов на панели. После выбора список ее корпусов (посадочных мест под компоненты) появится в левой части окна программы. Выберите один из корпусов левой кнопкой мыши, переместите указатель в нужную точку области построения и снова щелкните левой кнопкой, чтобы установить его. Можно установить несколько таких же корпусов продолжая щелкать левой кнопкой в других точках рабочей области. В списке корпус отображается в уменьшенном виде для того, чтобы было легче найти нужный. Также если известно точное имя корпуса, можно воспользоваться строкой поиска над списком корпусов. Программа найдет первый корпус с такими буквами в имени и прокрутит список к найденному экземпляру. Этот поиск работает только внутри выбранной библиотеки.

Поиск и установка корпусов

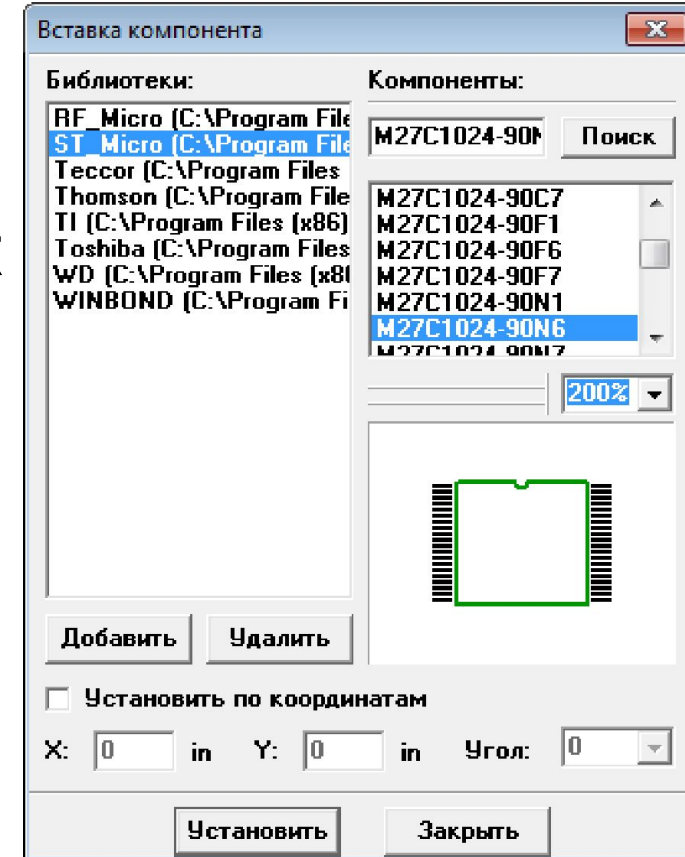
2. Расширенный поиск. Эта опция позволяет найти интересующий компонент не только в активных, но и во всех известных программе библиотеках. Для этого необходимо выбрать "Объекты / Поиск корпусов" из главного меню.

В левой части диалогового окна можно выбрать в каких библиотеках искать корпус, в средней части необходимо указать поисковый запрос. Затем нажать кнопку "Поиск". Результат поиска будет отображен в виде списка в правой части диалогового окна. Каждый корпус можно увидеть в окне предпросмотра (справа внизу) и установить на плату нажатием кнопки "Place".



Поиск и установка корпусов

Выбрать "Объекты / Вставить компонент" из главного меню. Затем выбрать нужную библиотеку и компонент в ней, чтобы установить его на плату. Можно выбирать и библиотеки компонентов, DipTrace автоматически извлечет нужный корпус. В левой части диалогового окна отображается список библиотек, а справа список корпусов выбранной библиотеки и предпросмотр выбранного корпуса. Чтобы добавить (удалить) библиотеку из списка слева необходимо воспользоваться нужной кнопкой. Выбрав библиотеку, можно воспользоваться поиском по библиотеке или же найти нужный корпус самостоятельно прокрутив список корпусов. Для установки корпуса на плату используется кнопка "Установить", для отмены операции — "Заккрыть".



Поиск и установка корпусов

4. Создание посадочных мест прямо в Редакторе Плат. Для простейших плат иногда можно обойтись без использования библиотек, т.е.использовать возможности только PCB Layout. Можно установить пад или монтажное отверстие, используя кнопки на панели объектов, добавить любые фигуры, будь то линия, прямоугольник, текст и т.д. на нужный слой. Затем выделить созданные объекты, щелкнуть правой кнопкой по одному из них и выбрать "Объединить в корпус" в подменю. Программа автоматически создаст новый корпус и присвоит ему метку (RefDes). При необходимости можно мультиплицировать этот корпус, используя копировать/вставить или же копировальную матрицу ("Правка / Создать матрицу" из главного меню). Если обнаружена ошибка в корпусе, можно разгруппировать его (функция "Разбить корпус" в подменю), исправить и затем сгруппировать в корпус снова. Однако настоятельно не рекомендуется пользоваться этим приемом, если разрабатывается плата, которая имеет привязку к схеме!

Установка связей

После установки корпусов в рабочей области, необходимо создать связи между выводами. Вы можете сразу создавать трассы между выводами, а логические связи появятся автоматически. Однако бывают случаи, когда сначала необходимо создать связи без рисования трасс, например, чтобы подключить статические межслойные переходы к медной заливке. В таком случае, используйте следующий метод.

В режиме по умолчанию (когда никакая функция не выбрана) щелкните по одному из выводов корпуса левой кнопкой, затем щелкните по другому выводу той же кнопкой и т.д. Чтобы закончить создание сети, щелкните правой кнопкой.

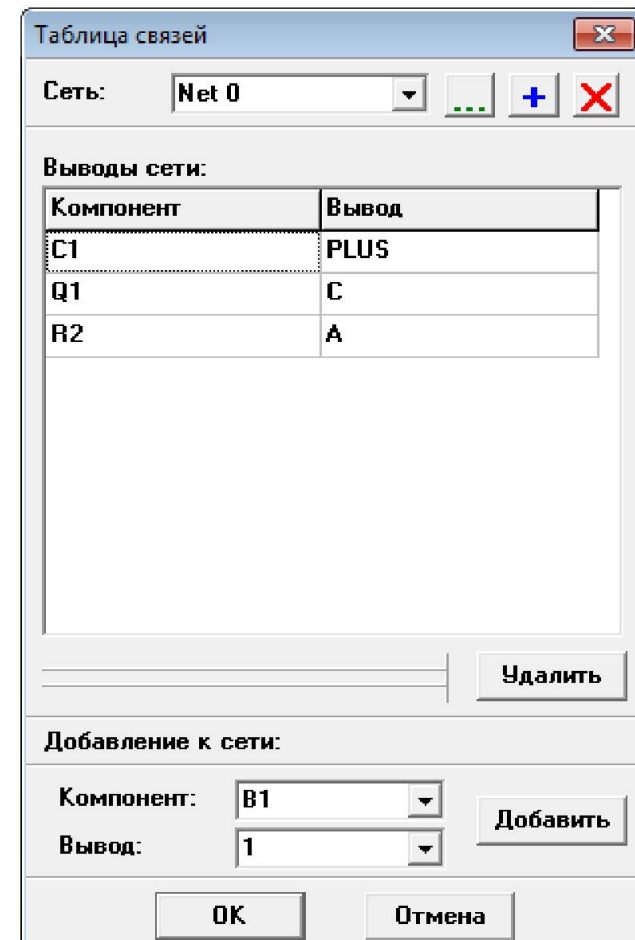
Есть и другие способы. Щелкните правой кнопкой мыши по выводу корпуса и выберите "Добавить в сеть" в подменю. Можете указать сеть из списка или сделать это визуально.

Установка связей

Обратите внимание, если на проекте еще нет ни одной сети, то эта функция будет скрыта.

Аналогично, можно выбрать несколько статических переходов и подключить их к требуемой сети за одно действие. Очень удобно использовать "**Таблицу связей**". Выберите "Трассировка / Таблица связей" из главного меню.

В появившемся диалоговом окне можно выбрать любую сеть из проекта с помощью ниспадающего меню в верхней части окна. Список контактных площадок, включенных в сеть указан ниже. Пады можно легко удалять и добавлять к сети. Кроме того, сама сеть легко переименовывается, добавляется или удаляется с помощью соответствующих кнопок справа от ее имени. Дальнейшие шаги по разработке проекта не зависят от того, каким образом были получены компоненты и соединения на плате — из принципиальной схемы или прямо в Редактор Плат, — и будут рассмотрены ниже.



Импорт схем

Иногда схемотехника проекта может быть создана в сторонних программах, а печатная плата должна быть разработана в DipTrace. Чтобы не рисовать схему заново в DipTrace, можно импортировать список соединений ("нетлист") в одном из поддерживаемых форматов: Accel, Allegro, Mentor, OrCAD, PADS, P-CAD, Protel, Tango. Если сторонняя программа, в которой была создана схема, может экспортировать один из этих форматов, то "нетлист" можно без проблем импортировать в DipTrace.

Для запуска импорта выберите "Файл / Импорт / Netlist/ ..." из главного меню. Затем выберите соответствующий формат и файл.

Преобразование схемы в плату

Если проект сложный, то не стоит создавать все соединения между компонентами прямо в Редакторе Плат, ведь будет очень легко ошибиться. И чем сложнее плата, тем больше вероятность допустить ошибку, рисуя соединения непосредственно в PCB Layout.

В таких случаях правильным вариантом будет сначала создать принципиальную схему в Схемотехнике, затем загрузить ее в PCB Layout. Также такой путь предоставляет больше возможности для визуализации информации, ведения документооборота на предприятии и обновления проекта путем внесения изменений в схему с последующим обновлением платы из схемы или наоборот.

Если у Вас уже есть принципиальная схема, созданная в DipTrace, достаточно открыть файл Схемотехники в Редакторе Плат PCB Layout для загрузки компонентов и сетей. Альтернативным способом преобразования схемы в плату является функция "Преобразовать в плату" в главном меню Схемотехники. В случае, если все компоненты на схеме имеют привязанное посадочное место, загрузка компонентов в PCB Layout пройдет успешно. Однако, если один или несколько компонентов не имеют посадочного места, появится предупреждающее сообщение с перечнем компонентов, которые нужно доработать. Вы можете продолжить загрузку схемотехники и в этом случае, однако следует помнить, что список компонентов и сетей будет неполный. Поэтому следует сначала доработать схему, а затем обновить плату позже.

В результате загрузки схемотехники Вы увидите посадочные места компонентов и линии связей между ними в рабочей области.

Обновление платы со схемы

Довольно часто при работе над проектом возникает необходимость внести изменения в схему и обновить плату в соответствии с этими изменениями. Для того, чтобы сделать это в DipTrace, выберите "Файл / Обновить структуру из схемы" из главного меню Редактора Плат и выберите одну из следующих опций:

- **По компонентам.** Это обновление по так называемым скрытым идентификаторам. Каждый компонент или сеть на схеме и на плате имеют скрытые идентификаторы. Даже если Вы меняете метки компонентов (RefDes), идентификаторы остаются неизменными. Это означает, что и в таком случае можно корректно обновить список сетей без нарушения существующей расстановки компонентов и разводки платы. Обновление по компонентам должно также применяться при обновлении платы из иерархической схемы.
- **По меткам компонентов.** Однако, если Вы создали плату не из схемы, а например импортировали из другого формата, удаляли, копировали и вставляли компоненты, тогда скрытые идентификаторы могут не совпадать со схемой. Обновление по компонентам в таком случае приведет к полному или частичному нарушению проекта, вместо существующих (и возможно уже трассированных) компонентов будут установлены новые, а разводка будет потеряна. Если что-либо имело место — нужно использовать обновление "По меткам компонентов".
- **Исходная схема.** Фактически этот тип обновления является тем же что и "По компонентам", только обновление происходит из последней использованной схемы. Информацию о том, какая именно схема считается исходной, можно проверить с помощью пункта "Информация о плате" ("Файл / Информация о плате" в главном меню).

Границы платы

Прежде чем приступить к расстановке компонентов, необходимо задать границы платы. Печатная плата может быть простой формы или же иметь сложный контур с вырезами и т.д. В проекте может быть только одна граница платы! Попытка создать еще одну приводит к удалению существующей. Одной из частых ошибок является использование "Выреза в плате" вместо "Границ платы". Эти объекты визуально очень похожи, но имеют абсолютно разное применение. Чтобы создать границу платы воспользуйтесь одним из следующих способов:

- 1. Нажмите кнопку "Определение границ платы"** на панели трассировки или выберите "Объекты / Границы платы" из главного меню. Затем поочередно укажите узловые точки контура платы в рабочей области и нажмите "Ввод". Контур платы может состоять также из линий и дуг. Чтобы создать дугу, в режиме рисования контура платы щелкните правой кнопкой и выберите "Режим дуги". В результате следующая точка будет средней точкой дуги. Для выхода из режима создания дуги в контуре платы, щелкните правой кнопкой и выберите "Режим дуги" снова.

Границы платы

2. Создание контура платы по точкам. Выберите "Объекты / Координаты вершин" из главного меню. В появившемся диалоговом окне можно добавить/удалить точки контура платы и ввести их координаты. Также в этом диалоговом окне можно создать границы платы, используя один из стандартных вариантов (прямоугольная, круглая или прямоугольная с закруглениями по углам). При этом, нужно ввести всего несколько параметров: длина, ширина и радиус.

3. Импортировать границы платы из DXF. Этот способ целесообразно применять при сложном контуре платы или же когда исходные данные для проектирования уже заданы в другом пакете (например, механическом CAD приложении).

Если в плате должны быть вырезы любой формы, их можно без усилий сделать в DipTrace. Для этого выберите слой "Вырез в плате" из ниспадающего меню на панели рисования, затем выберите подходящий тип фигуры и нарисуйте замкнутый контур выреза в плате. Он может состоять из нескольких фигур, содержать прямые линии и дуги, главное чтобы контур был замкнут. Плата может иметь несколько вырезов.

Настройка слоев. Общие параметры.

По умолчанию, плата в DipTrace имеет два сигнальных слоя (Верхний и Нижний) и фиксированное количество несигнальных слоев (Маркировка, Графика, Маска, и т.д.). Этого набора будет достаточно для простых плат и проектов средней сложности. Но если плата более сложная, то потребуются добавить несколько сигнальных/экранных слоев, что сделать совсем несложно.

Количество экранных слоев в проекте неограниченно, а количество сигнальных слоев зависит от выбранной лицензии и неограниченно только для полной версии. На данный момент в DipTrace нельзя добавлять несигнальные слои (Маркировка, Графика, Маска, и т.д.).

Сигнальные слои — это слои, которые используются для проведения дорожек, заливки и установки любых других объектов (текст, фигуры, таблицы и др.). Экранные слои могут использоваться для установки одной или нескольких заливок, например полигонов земли и питания. Дорожки на экранных слоях не создаются автотрассировщиком, но могут быть созданы вручную в некоторых случаях. Не рекомендуется делать Верхний и Нижний слои экранными. А вот внутренние слои платы могут быть как сигнальными так и экранными в зависимости от задумки разработчика.

Настройка слоев. Общие параметры.

Рассмотрим типовые структуры печатных плат и принципы настройки слоев для них.

1. Если планируется получить **однослойную печатную плату**, то не стоит вносить никаких изменений в существующий список слоев. Просто следует использовать только один слой для расстановки и трассировки проводников. Другой сигнальный слой нужно оставить неиспользованным. Не важно какой из двух слоев Вы выберете (Верхний или Нижний), главное оставить пустым другой. Например, компоненты со сквозными контактными площадками установите на Верхний слой, а дорожки проводите в Нижнем. Если же компоненты поверхностные, то и дорожки и компоненты должны быть в одном слое. При использовании ручной трассировки, пользователь решает как будут проведена каждая дорожка. Если же трассировать плату автотрассировщиком, следует для начала его настроить чтобы получить разводку в одном слое. Подробнее об этом смотрите в настройках автотрассировщика. На однослойных платах, кроме простейших, будут полезны переемы, которые значительно упростят разводку платы в одном слое. Переемы могут использоваться как при ручной, так и при автоматической трассировке, но только если используется Grid router. Хотя переемы часто используются и на многослойных платах.

Настройка слоев. Общие параметры.

2. Двухслойные платы — наиболее распространенные для небольших и средних по сложности проектов. Компоненты и проводники могут находиться на обеих сторонах платы. Рекомендуется оставить настройки слоев стандартными за исключением, разумеется, настроек отображения.

3. Многослойные платы получаются путем добавления внутренних слоев к уже существующим слоям Верхний и Нижний. Тип внутренних слоев может быть сигнальным или экранным. Рекомендуется, чтобы на плате было парное число слоев, а сама плата была симметричной в разрезе. Для программы, это не имеет значения, но может быть важно для производителя.

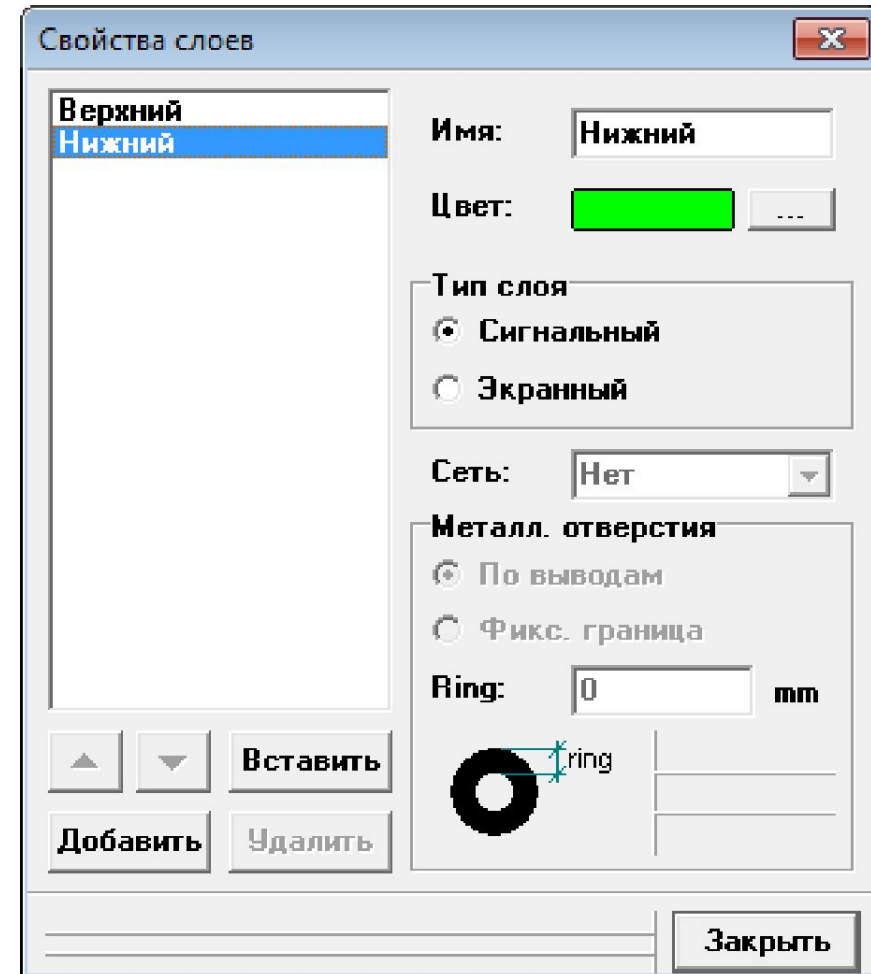
Работа со слоями

Рассмотрим процесс добавления, удаления и изменения типа слоев и настройки параметров их отображения. Настройки слоев доступны после выбора "Трассировка / Свойства слоев" в главном меню, или нажав кнопку на вкладке "Слои" менеджера проекта в правой верхней части экрана. В левой части диалогового окна расположен список сигнальных/экранных слоев. Выбрав один из них, можно настроить имя слоя, цвет проводников и тип слоя. Экранные слои можно подключить к сети и установить параметры металлизированных сквозных отверстий, пересекающих его. Поскольку экранные слои располагаются внутри платы, форма пада в них повторяет форму отверстия в сквозной контактной площадке. Для круглого отверстия будет круглая форма пада, для овального отверстия — овальная. Не имеет смысла делать площадку иной формы, т.к. его все равно ее не будет видно на плате, ведь она на внутреннем слое. Для экранных слоев также можно настроить ширину кольца вокруг отверстия, которое может быть равно размеру падов или же иметь фиксированное значение по отношению к размеру отверстия.

Работа со слоями

В левом нижнем углу диалогового окна находятся кнопки, которые позволяют добавлять, удалять, вставлять и менять местами слои на плате. Разумеется, Верхний и Нижний слои нельзя удалить или переместить по списку.

После настройки слоев, нажмите кнопку "Заккрыть", чтобы применить изменения и закрыть диалоговое окно свойств.



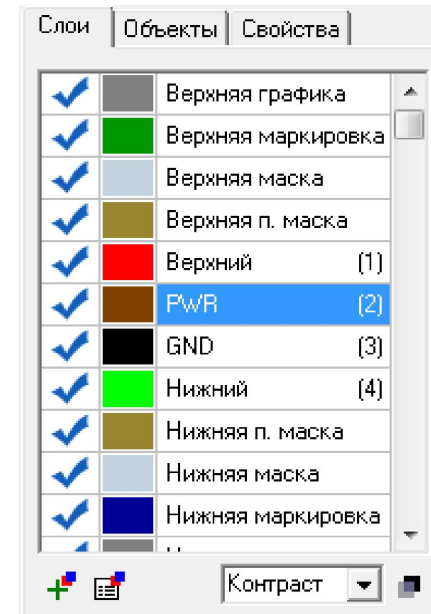
Работа со слоями

Настройки отображения слоев производятся прямо на вкладке "Слой" в правом верхнем углу окна программы (над менеджером проекта).

сигнальных так и несигнальных, а также индивидуально настроить цвет каждого из них. Для включения/отключения отображения слоя, щелкните по синей "галочке" напротив выбранного слоя, а для настройки цвета слоя — по цветному прямоугольнику слева от его имени. Помните, что цвет поверхностных контактных площадок зависит от цвета слоя, на котором они установлены.

Обратите внимание, справа от имени каждого сигнального и экранного слоя в скобках указаны горячие клавиши для быстрого перехода к этому слою. Для слоев Верхний и Нижний можно использовать также клавиши "Т" и "В" соответственно.

Если плата двух- или многослойная, то работать с ней будет очень трудно, если программа будет показывать одновременно все слои. Поэтому в DipTrace существует несколько режимов отображения слоев: "Активный", "Все слои" и "Контрастный". Режим отображения можно выбрать с помощью ниспадающего списка на панели слоев. Уровень контрастности может быть определен от 0 до 100%. Для его настройки воспользуйтесь кнопкой в правом нижнем углу панели слоев.



Межслойные переходы и стили переходов

Переходные отверстия или межслойные переходы (виасы) служат для перевода трассы из одного слоя в другой. По способу создания, переходы в DipTrace делятся на динамические и статические.

Динамический межслойный переход создается программой автоматически, при переходе дорожки из одного слоя в другой при ручной трассировке. Статический переход может быть установлен пользователем или создаваться некоторыми функциями программы — "Установка переходов" (Fanout) и автотрассировщиком Shape router.

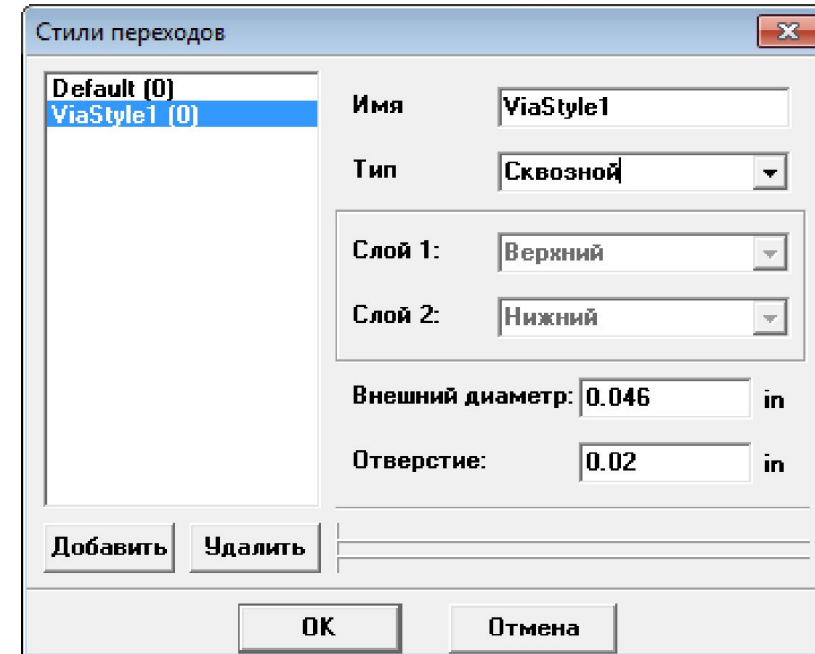
По физическим свойствам (присутствию перехода в слоях) виасы делятся на **сквозные** и **несквозные** (или глухие). Первый тип — это переходы, которые пересекают плату насквозь из верхнего слоя в нижний, делая в плате отверстие. Несквозные — это переходы, которые присутствуют не во всех слоях платы. Разумеется, в двух-слойной плате все виасы сквозные, но в многослойной плате могут использоваться как сквозные так и несквозные.

В одном проекте могут использоваться несколько типов виасов, отличающихся по размеру и физическим свойствам. Но их параметры нужно предварительно задать. Для этого откройте "Трассировка / Стили переходов" из главного меню. Вы увидите диалоговое окно стилей переходов.

Межслойные переходы и стили переходов

В его левой части находится список стилей в текущем проекте. По умолчанию будет только стиль "Default", к которому принадлежат все переходы проекта, он создается автоматически. В скобках указывается количество виасов данного стиля. Для стиля "Default" доступны для редактирования только два параметра: внешний диаметр перехода и диаметр отверстия.

Можно добавить новый стиль нажав кнопку "Добавить". Затем выберите его в списке, после чего можно будет изменить имя, тип и размеры виасов этого стиля. Если выбрать "Несквозной" тип перехода, то необходимо будет указать пару слоев этого перехода (верхний и нижний слои через которые будет проходить виас).



Классы сетей

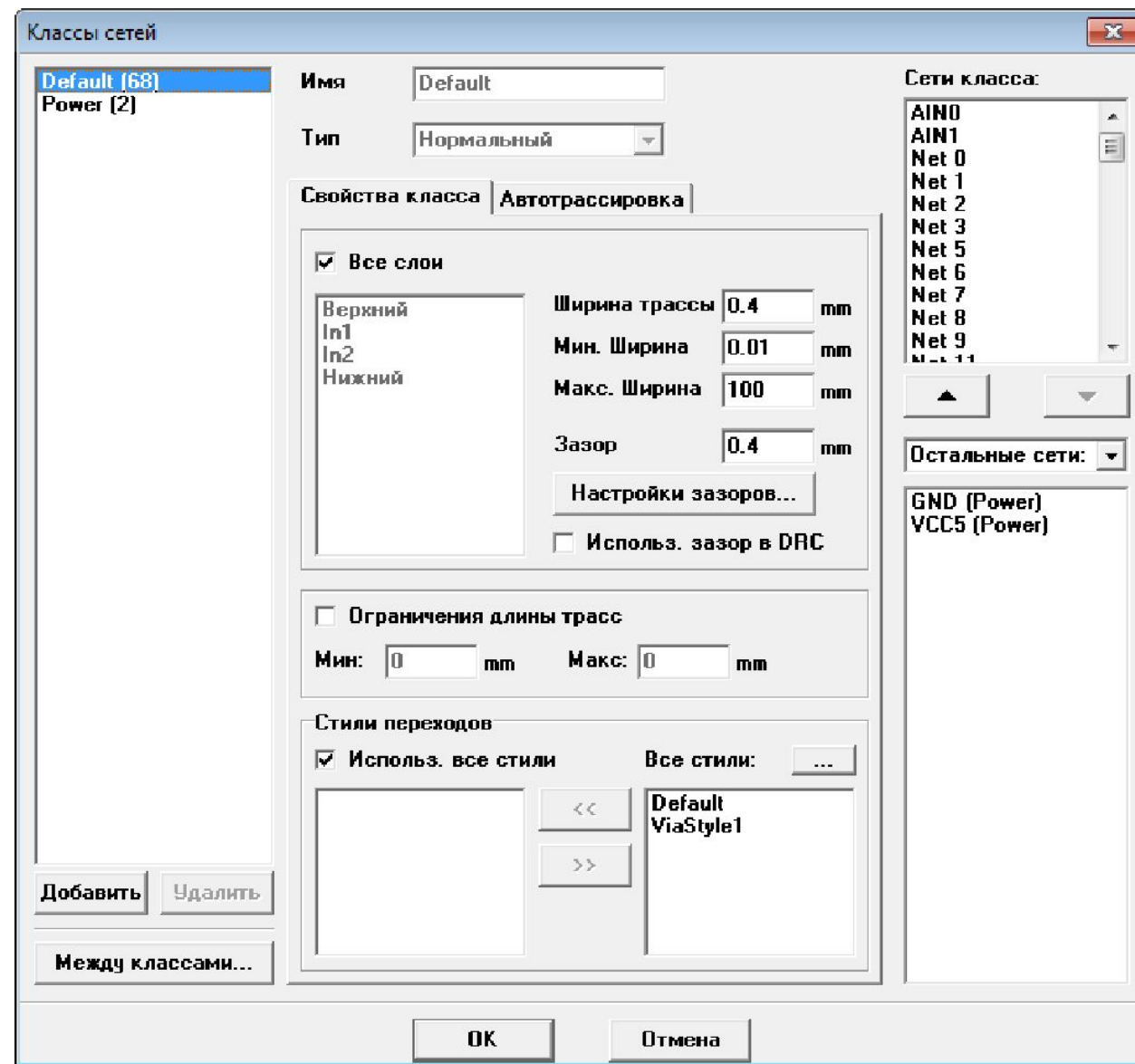
Для проектов средней и большой сложности практически невозможно помнить все параметры и требования, предъявляемые к разным сетям платы. Особенно если дизайнер платы работает над несколькими проектами параллельно. Например, некоторые сети должны выдерживать большой ток, а другие — иметь повышенную изоляцию (зазор) по отношению к соседним сетям и т.д. Для быстрой настройки этих параметров служит функция "Классы сетей". Чтобы открыть окно настроек классов сетей, выберите "Трассировка / Классы сетей" из главного меню.

Изначально, все сети находятся в классе "Default". Исключением может быть ситуация, когда Вы загружаете проект, созданный в предыдущих версиях DipTrace, когда система классов сетей не поддерживалась. В этом случае программа может автоматически сгруппировать сети в нет классы по свойствам.

В левой части диалогового окна Вы видите список нет классов в проекте. Его можно редактировать, используя кнопки сразу под списком. "Default" класс нельзя ни переименовать, ни удалить. В скобках рядом с именем класса указывается количество сетей, принадлежащих к нему.

Классы сетей

Для выбранного класса сетей, в центре окна указываются его параметры: имя, тип, параметры трассировки, используемые межслойные переходы и т.д. В правом верхнем углу окна находится список сетей, принадлежащих к данному классу, а в правом нижнем углу — список всех остальных сетей.



Свойства класса

На вкладке "**Свойства класса**" указаны общие параметры, такие как ширина трассы, зазоры, ограничения длины трассы и использование межслойных переходов.

Параметры ширины трассы и зазоров могут быть общими для всех слоев платы или же индивидуальными для каждого. Если опция "Все слои" включена, то ширина трасс, зазоры и другие параметры одинаковы для сетей класса на всех слоях. Если она отключена — параметры сетей данного класса могут отличаться в зависимости от того на каком слое они проведены. Для того чтобы определить их, уберите галочку "Все слои", список слоев станет активным. Выбирайте поочередно каждый из слоев платы и вводите параметры для каждого из них.

Параметр "**Ширина трассы**" указывает требуемую ширину трассы сетей данного класса. Однако допускаются сужения и расширения трасс в некоторых местах. Параметры "Мин. Ширина" и "Макс. Ширина" устанавливают пределы, допустимые при изменении ширины трассы.

Свойства класса | Автотрассировка

Все слои

Верхний	Ширина трассы	0.4	mm
In1	Мин. Ширина	0.01	mm
In2	Макс. Ширина	100	mm
Нижний	Зазор	0.4	mm

Настройки зазоров...

Использовать зазор в DRC

Ограничения длины трасс

Мин: 0 mm Макс: 0 mm

Стили переходов

Использовать все стили Все стили: ...

<< Default ViaStyle1 >>

Свойства класса

Параметр "**Зазор**" устанавливает какими должны быть зазоры между различными объектами. Можно указать общее значение, или же нажать кнопку "Настройки зазоров" и указать различные значения для зазоров между разными типами объектов. Параметры зазоров из настроек классов сетей применяются автотрассировщиком. Но их также можно включить и в проверку **правил дизайна (DRC)**, выбрав соответствующую опцию.

"**Ограничения длины трасс**" может применяться для ограничения разницы длины сетей в классе. Это актуально для разводки высокоскоростных шин данных, диф. пар и др.

Настройка "**Стили Переходов**" позволяет выбрать какие стили из всех доступных в проекте можно использовать при трассировке данного класса сетей. Если выбрана опция "Используй. Все стили", при трассировке сетей данного класса будут применяться все стили переходов проекта. Если эта опция отключена, то можно указать какие именно стили будут использованы.

Автотрассировка

На вкладке "**Автотрассировка**" находятся свойства автотрассировки сетей данного класса.

Опция "**Приоритет**" позволяет изменить приоритет разводки сетей класса. Имеет диапазон значений от 0 до 200. Чем больше число в этом поле, тем более качественной может получиться трассировка.

Опция "**Макс. переходов в сети**" ограничивает количество межслойных переходов для сети. Если выставить значение опции равным 0, то автотрассировщик будет разводить сети класса вообще не используя переходы.

Опция "**Макс. избыточная длина**" устанавливает максимально допустимое превышение кратчайшего пути при трассировке сети.

Опция "**Слои трассировки (сигнальные)**" позволяет указать в каких слоях трассировать сети данного класса. Если включена опция "**Настр. трассировщика**", то берутся настройки текущего автотрассировщика ("**Трассировка / Параметры автотрассировки**" из главного меню). Если же она отключена, то нужно указать слои, в которых трассировать сети (переместить имена слоев из правого списка в левый с помощью соответствующих кнопок).

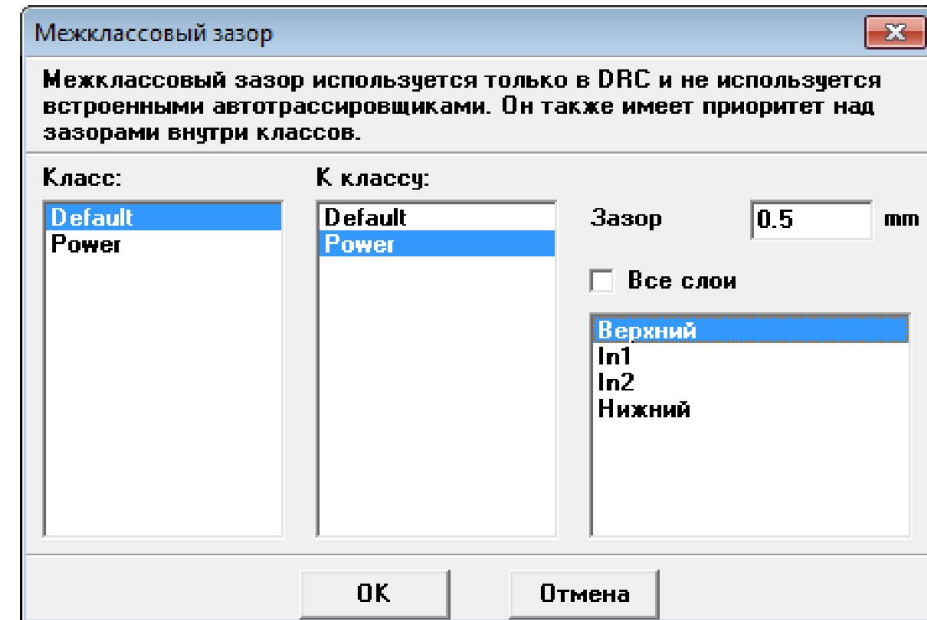
The screenshot shows a dialog box titled "Свойства класса" (Class Properties) with a sub-tab "Автотрассировка" (Autotrace). The dialog contains several settings:

- Приоритет:** A text input field containing the value "0".
- Макс. переходов в сети:** A text input field containing the value "10000".
- Макс. избыточная длина:** A text input field containing the value "10000" followed by the unit "mm".
- Слои трассировки (сигнальные)** (Signal layers):
 - Настр. трассировщика** (Designer settings): A checkbox that is checked.
 - Все слои:** A list of signal layers: "Верхний", "In1", "In2", and "Нижний".
 - Navigation buttons: "<<" and ">>" buttons are located between the "Настр. трассировщика" checkbox and the "Все слои" list.

Межклассовый зазор

Если в проекте используется несколько классов сетей, то может случиться такая ситуация, что параметры зазоров каждого класса могут конфликтовать друг с другом. В таких случаях нужно установить параметры "Между классами". Для открытия этих параметров щелкните по соответствующей кнопке в окне Классы сетей.

В данном диалоговом нужно выбрать два класса из разных списков и ввести значение зазора между ними. Зазоры могут отличаться по слоям.



Загрузка и сохранение правил

Опытный разработчик плат, имеющий за плечами немало проектов, наверняка может составить несколько шаблонов-заготовок печатных плат на основе типовых проектов, которые встречаются в его практике наиболее часто. Каждый раз, когда нужно разработать новую плату, можно просто загрузить уже готовый шаблон правил дизайна, который включает в себя все настройки проверки дизайна, слои, стили переходов и классы сетей, чтобы не создавать их заново. Возможность сохранения перечисленных правил также актуальна, если Вы заказываете печатные платы у одного производителя. Ограничения на параметры минимальных зазоров, ширины трасс и диаметра отверстий могут быть введены один раз и потом использоваться для дальнейших проектов.

Чтобы сохранить шаблон со всеми правилами, выберите "Трассировка / Сохранить правила" из главного меню.

Если нужно загрузить правила в текущий проект, выберите "Трассировка / Загрузить правила" из главного меню, затем укажите файл с сохраненными настройками (это файл с расширением ".rul") или файл другого проекта DipTrace (с расширением ".dip"), чтобы извлечь из него настройки.

Барьеры позиционирования и трассировки

Иногда необходимо ограничить расстановку компонентов или проведение трасс в какой-либо области на печатной плате. Для этого в DipTrace служат функции "Барьер позиционирования" и "Барьер трассировки". Эти ограничения будут учитываться функциями автопозиционирования и автотрассировки, а также проверяться функцией DRC (опционально, только ограничения области трассировки).

Для того, чтобы указать ограничения для расстановки компонентов нужно создать фигуру в слое "Барьер Позиционирования". Выбор слоя производится из ниспадающего меню на панели рисования. Могут быть использованы любые фигуры, позволяющие создавать замкнутый контур.

Теперь DipTrace не поставит в заданной области ни одного компонента, но автотрассировщик будет проводить там дорожки. Барьеры трассировки создаются аналогично, но фигуры должны быть установлены на слой "Барьер Трассировки". Барьеры могут быть произвольной формы, главное чтобы контур был замкнут. Нажав правой кнопкой на фигуре и выбрав "Свойства фигуры из подменю" можно выбрать на каком слое будет располагаться барьер и изменить его свойства.

Порядок выполнения работы

1. Запустите PCB Layout. По умолчанию, рабочая область будет пуста, пока не откроете какой-либо файл.
2. Настройте библиотеки. Подключите стандартные библиотеки и ранее созданную пользовательскую библиотеку корпусов. Убедитесь, что нужные библиотеки появились на панели библиотек.
3. Выберите любую библиотеку на панели, затем выберите какой-нибудь корпус левой кнопкой мыши из списка корпусов библиотеки и переместите курсор в рабочую область. Установите несколько корпусов, желательно из разных библиотек. Также попробуйте другие способы установки.
4. Щелкните левой кнопкой по одному из выводов любого компонента. Программа автоматически перейдет в режим создания сетей. Затем щелкните по другому выводу (другого или этого компонента). Будет создана новая сеть и Вы увидите синюю линию логической связи. Продолжая щелкать по другим выводам, Вы можете добавить еще несколько выводов в эту сеть. Для завершения создания сети, щелкните правой кнопкой в любой свободной точке области построения. Создайте еще несколько сетей. Обратите внимание, что при попытке подключения к одному из выводов, который уже включен в одну из сетей, программа предложит объединить сети, перенести вывод в новую сеть или отменить действие. Для удаления вывода из сети, щелкните по выводу и выберите "Удалить из сети" в подменю.
5. Откройте "Трассировка / Таблица связей". Здесь Вы можете посмотреть список сетей, а также их выводов. Выводы можно добавить или удалить к/из выбранной сети. В этом же окне можно добавлять и удалять сети.

Порядок выполнения работы

6. Поэкспериментировав с созданием сетей вручную, удалите все компоненты в рабочей области. Для этого используйте "Ctrl+A" чтобы выбрать все объекты, затем кнопку "Del", чтобы удалить.
7. Выберите "Файл / Открыть" из главного меню и выберите файл схемотехники своего проекта. Если все компоненты на схеме содержат подключенные корпуса, загрузка пройдет без каких-либо ошибок и предупреждений. В противном случае, программа выведет сообщение, что определенные компоненты не содержат подключенного корпуса. В таком случае, Вам необходимо вернуться в Схемотехнику и исправить схему (подключить оставшиеся корпуса).
8. После загрузки схемы, на рабочей области будут располагаться все компоненты, а между ними синими линиями отображаться нужные связи. Чтобы предотвратить случайное изменение связей, заблокируйте структуру, используя "Трассировка / Заблокировать структуру связей". Выберите "Позиционирование / Упорядочить компоненты" из главного меню, то компоненты будут упорядочены в центре начала координат.
9. Создайте границу будущей платы одним из трех способов, описанных в разделе методических указаний. Форма платы не обязательно должна быть прямоугольной. Для определения размера платы необходимо также рассчитать площадь, занимаемую компонентами платы с учетом зазоров между ними (см. л.р. №1). Расположите компоненты рядом с границей платы.
10. Настройке стили переходов. Откройте "Трассировка / Стили переходов" из главного меню. Создайте свой стиль переходов с диаметром отверстия 0,6 мм и диаметром перехода 0,3 мм.
11. Настройте классы сетей. Откройте "Трассировка / Классы сетей" из главного меню. По умолчанию, все сети находятся в классе "Default". Создайте класс "Power" и добавьте в него сети GND и VCC вашего проекта. После этого, настройте параметры зазоров и ширину трасс для двух классов.

Требования к оформлению отчета

Отчет лабораторной работы должен содержать:

1. Титульный лист с темой лабораторной работы и ее целью.
2. Импортированный и упорядоченный проект из схематики со связями.
3. Границу проектируемой платы с монтажными вырезами и отверстиями.
4. Копию экрана с настроенными стилями переходов.
5. Копию экрана с настроенными классами сетей.