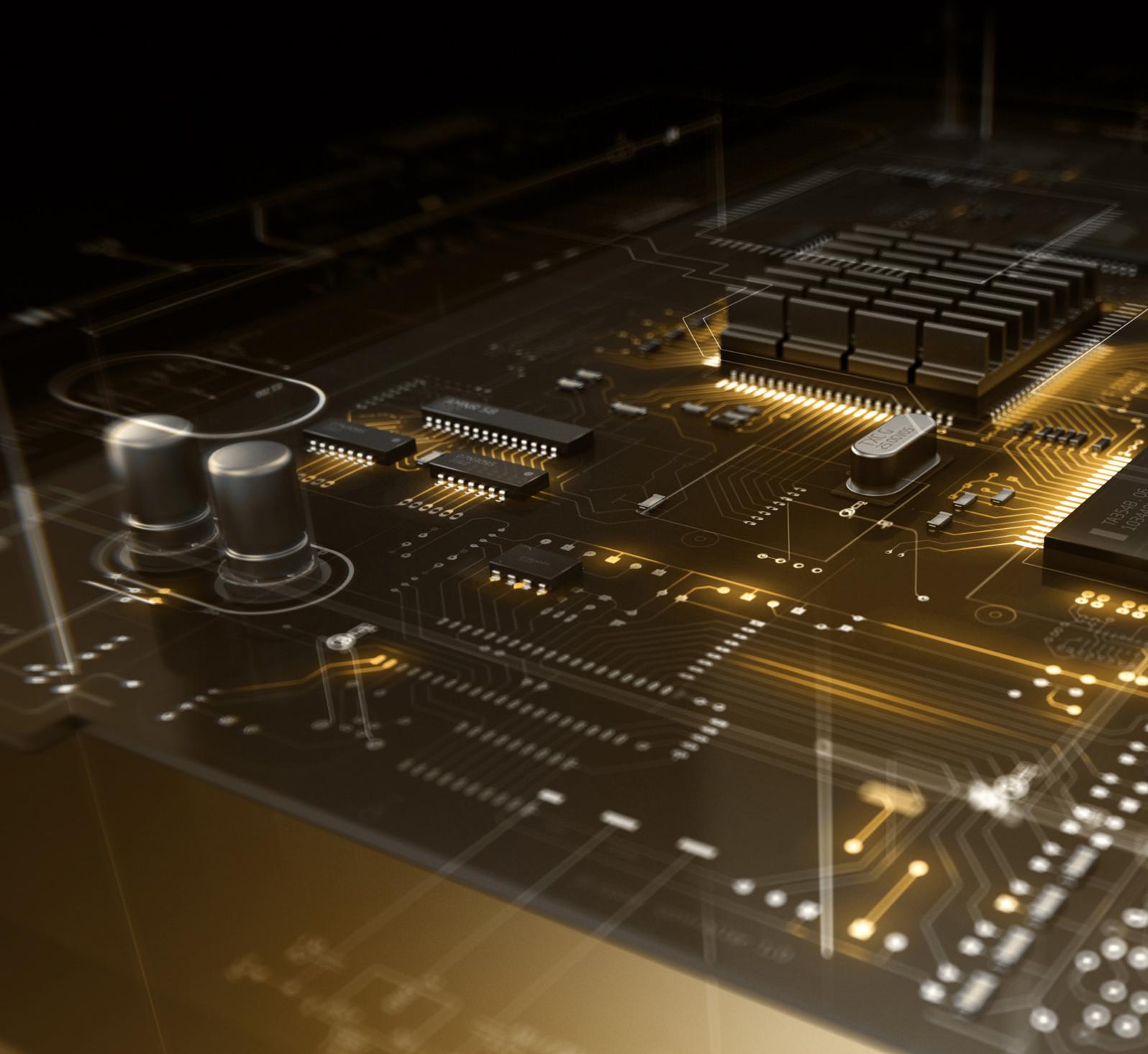


***Altium***<sup>®</sup>

РУКОВОДСТВО ПО ПЕРЕХОДУ  
С CADENCE OrCAD<sup>®</sup>  
НА ALTIUM DESIGNER



<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>1. РЕДАКТОРЫ И ИНТЕРФЕЙСЫ</b>	6
Единый интерфейс и Приложения	6
OrCAD PCB Designer	7
<b>2. МАРШРУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b>	8
<b>3. ФАЙЛОВАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТОВ</b>	10
<b>4. НАСТРОЙКА СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b>	13
Основные настройки схемотехнического редактора	13
Основные настройки текущих листов схемы	15
Настройка шаблонов оформления листов схемы	16
<b>5. КОНЦЕПЦИЯ БИБЛИОТЕК</b>	17
Оффлайн библиотеки	17
Онлайн библиотеки	19
<b>6. ПОИСК И ДОБАВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В ПРОЕКТ</b>	21
Панель библиотек и поиск компонентов	21
Размещение компонентов	23
Design Cache	23
<b>7. СОЗДАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ</b>	25
Типы соединений	25
Свойства и параметры цепей	26
Область действия идентификаторов цепей	27
<b>8. ИЕРАРХИЯ И МНОГОКАНАЛЬНОСТЬ</b>	28
Создание иерархии	28
Синхронизация блоков	29
Многоканальность	30
<b>9. ПОИСК И НАВИГАЦИЯ НА СХЕМЕ</b>	31
Поиск по тексту	31
Навигация по объектам	32
<b>10. ПРОВЕРКА СХЕМЫ И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК</b>	34
Набор правил проверки	34
Поиск и выделение ошибок	36

<b>11. ПОДГОТОВКА BILL OF MATERIALS</b> .....	37
Выбор свойств и шаблонов.....	37
ActiveBOM.....	38
<b>12. БАЗОВЫЕ НАСТРОЙКИ РЕДАКТОРА ТОПОЛОГИИ</b> .....	40
Настройка системы единиц и шага сетки.....	40
Точка начала координат.....	41
Контроль цвета и видимости объектов и слоев.....	42
<b>13. СОЗДАНИЕ ШАБЛОНА ТОПОЛОГИИ</b> .....	45
Создание контура платы.....	45
Отверстия для крепления платы.....	46
Зоны запрета для трассировки и размещения компонентов.....	47
<b>14. СОЗДАНИЕ СТЕКА СЛОЕВ И ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ</b> .....	48
Создание стека слоев.....	48
Создание стека переходных отверстий.....	49
<b>15. УПАКОВКА СХЕМЫ И ПЕРЕХОД К РАЗРАБОТКЕ ТОПОЛОГИИ</b> .....	50
Список цепей и сообщение об ошибках.....	50
Обзор объектов в редакторе топологии после первой загрузки.....	52
<b>16. РАЗМЕЩЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ</b> .....	54
Размещение вручную.....	54
Быстрое (полуавтоматическое) размещение компонентов.....	55
Размещение компонентов по схеме.....	56
<b>17. СОЗДАНИЕ КЛАССОВ ОБЪЕКТОВ</b> .....	57
Создание классов компонентов и цепей.....	57
Создание дифференциальных пар.....	59
Создание расширенных цепей.....	61
<b>18. ЗАДАНИЕ ПРАВИЛ DRC</b> .....	65
Общий подход к заданию ограничений.....	65
Создание правил в схематехническом редакторе.....	67
Задание базовых правил.....	69
Настройка режимов контроля правил.....	73
<b>19. КОНТРОЛЬ ВИДИМОСТИ И ЦВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ</b> .....	74
Контроль видимости связей.....	74
Установка цвета связей.....	76

<b>20. ИНСТРУМЕНТЫ ТРАССИРОВКИ</b> .....	78
Интерактивная ручная трассировка.....	78
Авто-интерактивная трассировка.....	80
<b>21. РАБОТА С ПОЛИГОНАМИ</b> .....	81
Правила подключения выводов и переходных отверстий к полигонам.....	81
Редактирование полигонов.....	82
Приоритет заливки.....	84
Отображение полигонов.....	85
<b>22. ПРОВЕРКА DRC И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК</b> .....	87
Отчет DRC и визуальный контроль ошибок.....	87
Панель PCB Rules And Violations.....	89
<b>23. ПОДГОТОВКА ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА</b> .....	90
Настройка и генерация Gerber файлов.....	90
Таблица отверстий и файл сверловки.....	93
Файлы Output Job.....	96
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. НАСТРОЙКА И ЗАПУСК ТРАНСЛЯТОРА ФАЙЛОВ CADENCE ORCAD В ALTIUM DESIGNER</b> .....	97
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ИНСТРУМЕНТЫ СОЗДАНИЯ БИБЛИОТЕК</b> .....	99
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. УПАКОВКА СХЕМЫ И ПЕРЕХОД К РАЗРАБОТКЕ ТОПОЛОГИИ ПОСЛЕ ТРАНСЛЯЦИИ ПРОЕКТА ИЗ ORCAD</b> .....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Данное руководство предназначено для пользователей, которые переходят с OrCAD/Allegro PCB Designer на Altium Designer. Даже если вы впервые открыли Altium Designer и еще не знакомы с тонкостями работы в этой САПР, то данное руководство значительно ускорит освоение базовых возможностей программы в максимально сжатые сроки. Оно написано экспертами, отлично владеющими функционалом OrCAD/Allegro PCB Designer и Altium Designer и много лет посвятившими изучению этих популярных САПР. Ориентируясь на ваш опыт работы с системами проектирования от Cadence вы без труда сможете перейти на систему Altium Designer, которая имеет неоспоримые преимущества перед другими аналогичными продуктами.

Руководство построено так, чтобы вы смогли сравнить OrCAD и Altium на всех этапах маршрута разработки – от создания проекта и библиотек до подготовки файлов для производства. В руководстве будут рассмотрены следующие темы:

- Интерфейс Altium Designer
- Основные настройки
- Создание библиотек компонентов
- Создание библиотеки посадочных мест
- Компиляция интегрированной библиотеки
- Схема электрическая принципиальная
- Постобработка схемы
- Подготовка шаблона печатной платы
- Размещение и трассировка
- Проверка правил проектирования
- Подготовка данных для производства

В каждом разделе будут рассмотрены соответствующие инструменты Altium Designer и OrCAD PCB Designer совместно. Естественно, будут освещены такие вопросы как подготовка Bill of Materials, Annotation, Search and Navigation и другие.

Основное преимущество Altium Designer перед другими системами проектирования – это единая среда проектирования, единая программная оболочка, в которой запускаются все необходимые вам редакторы. В программе реализован общий подход к управлению объектами схемы и топологии. Это принципиальное отличие от других систем проектирования, таких как Cadence OrCAD/Allegro и Mentor PADS, помогает быстро освоить инструменты Altium Designer, перейдя к практической работе. Благодаря наличию таких удобных универсальных элементов управления, как панель инструментов **Active Bar** или панель Properties, реализованных в схемном и топологическом редакторах, Altium Designer является невероятно удобной и интуитивно понятной САПР.

На сегодняшний день Altium Designer – единственная САПР, доступная по стоимости организациям любого уровня, а также индивидуальным разработчикам, в которой есть весь необходимый функционал для работы над проектами различной степени сложности. Даже если вы работали долгое время в других САПР, то вы сможете без труда транслировать ваши наработки в Altium Designer, благодаря наличию превосходных встроенных в Altium Designer трансляторов. Кроме этого, система отлично интегрируется в маршрут разработки электромеханических проектов в единой связке с MCAD-системами. Мощная 3D-среда в Altium Designer обладает высокой производительностью и высококачественным рендерингом. Вы можете создавать даже многоплатные проекты, где несколько проектов печатных плат электрически связаны между собой.

Итак, давайте начнем. В добрый путь!

## 1. РЕДАКТОРЫ И ИНТЕРФЕЙСЫ

### Единый интерфейс и Приложения

Altium Designer – это единая универсальная программная оболочка, под управлением которой запускаются все редакторы. Это не мешает вам работать с несколькими мониторами и, к примеру, переносить на отдельный монитор редактор топологии (просто перенесите вкладку документа на соседний монитор). Основу системы управления в программе составляют всевозможные панели, которые легко активируются кнопкой **Panels** в правом нижнем углу окна на строке состояния. Главными из них являются панель *Projects*, *Libraries*. Рабочие панели могут быть в открытом состоянии, как например, *Projects* на Рис. 1, и в свернутом, как например, *Libraries*. Вы можете свободно перемещать панели с одного края окна на другой. Кроме того, в верхней части редакторов присутствует так называемая панель инструментов **Active Bar**, на которой представлены кнопки для наиболее часто используемых команд.

Если вы делаете двойной щелчок мышью по документу в панели *Projects*, например, листу схемы, то этот документ появляется на экране, а его вкладка отображается над самим документом. Можно открыть много документов и переключаться между ними при помощи горячих клавиш **Ctrl+Tab** или просто щелкая по вкладкам (Рис. 1.1).

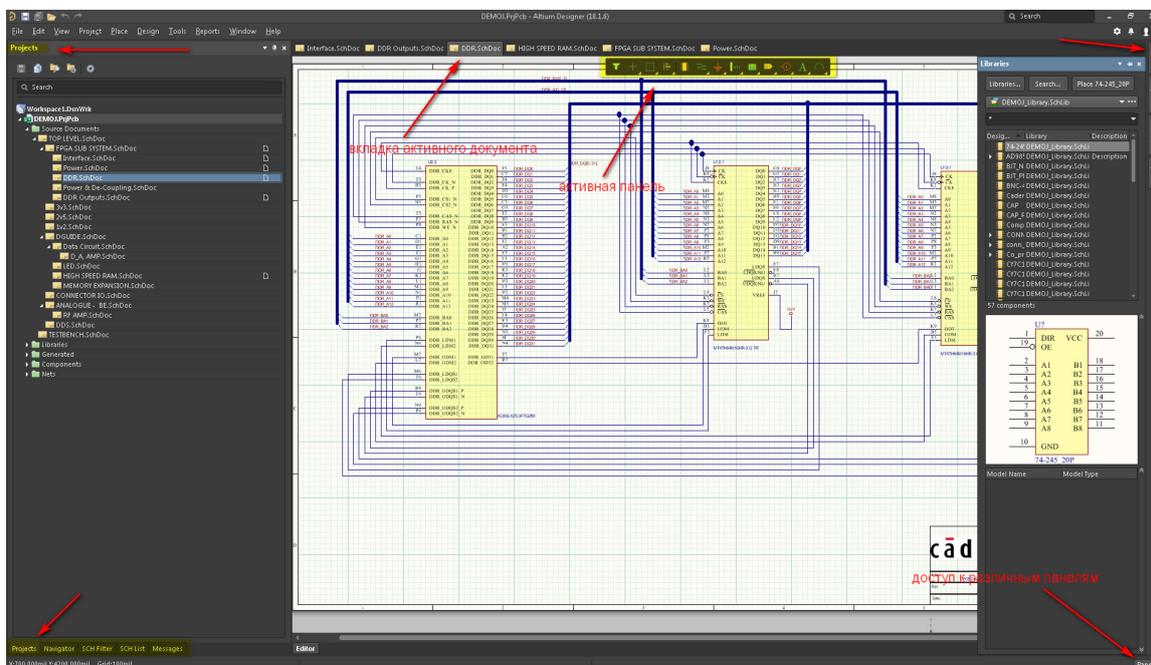


Рис. 1.1 - Интерфейс Altium Designer

Вы можете нажать на вкладку активного документа правой кнопкой мыши (ПКМ) и выбрать команду **Split Vertical** из контекстного меню для отображения данного документа в отдельном окне. Это же контекстное меню позволяет вам вернуться к однооконному режиму при помощи команды **Merge All**.

Ваш проект Demoj загружен и вся его структура теперь отображается на панели *Projects* с новым расширением `*.PrjPcb`. В структуре проекта откройте папку `Libraries\Schematic Library Documents` и откройте библиотеку `Demoj_Library.SchLib`. После этого справа внизу будет доступна вкладка панели *Sch Library*. Нажмите на нее, чтобы просмотреть структуру транслированной библиотеки проекта. Эта библиотека была создана автоматически из всех компонентов, которые сейчас размещены у вас на схеме. Она также доступна на панели *Libraries*. Вы можете развернуть эту панель как это показано на Рис. 1.1 выше, и выбрать ее из выпадающего списка сверху панели *Libraries*. Библиотека необязательно должна входить в состав проекта.

## OrCAD PCB Designer

Как вы видели, в организации двух систем Altium Designer и OrCAD PCB Designer есть серьезные отличия. OrCAD – это набор разных приложений, которые запускаются через меню Пуск или при передаче нетлиста, как это происходит в случае с OrCAD PCB Editor. OrCAD Capture совершенно не похож по своей идеологии и системе управления на OrCAD PCB Editor – это абсолютно разные приложения, между которыми мало общего.

В OrCAD Capture также есть свой *Project Manager*, но на нем отображаются далеко не все файлы, входящие в проект (Рис. 1.2).

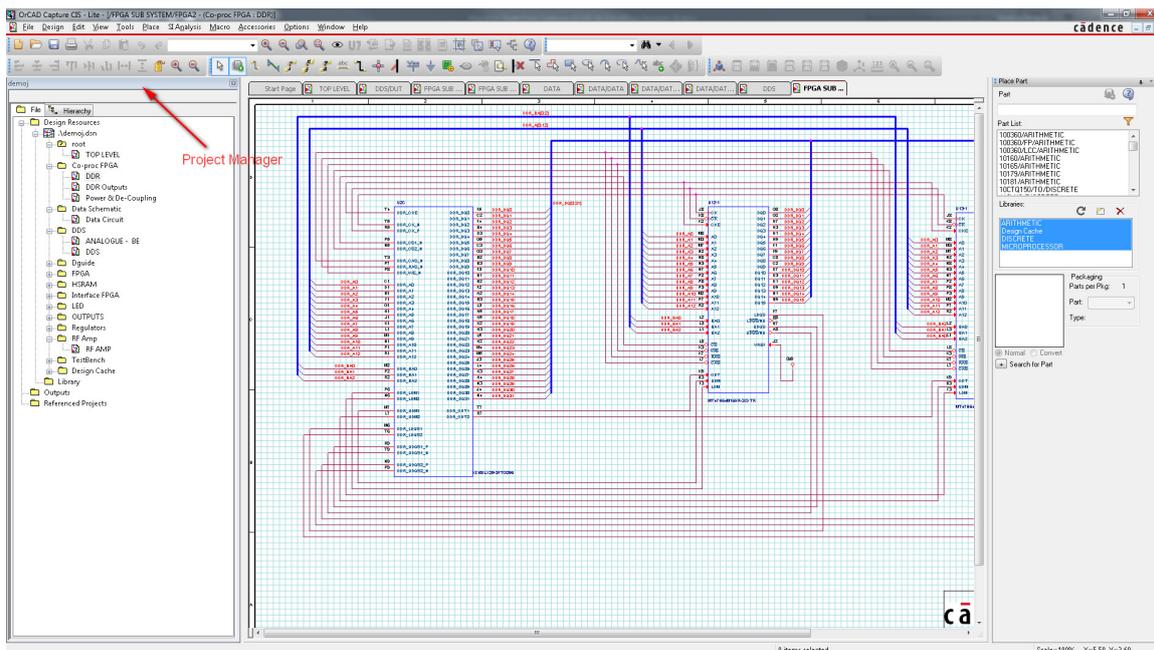


Рис. 1.2 - Интерфейс OrCAD Capture

OrCAD Capture имеет традиционный интерфейс, где все команды запускаются либо из основного меню, либо с панелей инструментов. Для работы с библиотеками открывается панель *Place Part*. Однако набор рабочих панелей здесь ограничен и, например, все свойства отдельных элементов дизайна, цепей, компонентов, символов питания и заземления и других, редактируются через специальный *Property Editor*. В Altium Designer свойства указанных выше элементов редактируются через специальную панель *Properties*, что более удобно.

## 2. МАРШРУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В этой части мы рассмотрим маршрут проектирования в Altium Designer. В целом он не сильно отличается от маршрута OrCAD PCB Designer, но в целом представляет собой более организованное решение.

Маршрут разработки печатной платы, к которому вы привыкли в OrCAD PCB Designer, по сути, состоит в работе с двумя основными приложениями – OrCAD Capture для создания компонентов и схем и OrCAD PCB Editor для создания посадочных мест и топологии. В расширенном варианте сюда может входить моделирование электрических схем в OrCAD PSpice, анализ целостности сигналов в OrCAD Signal Explorer (OrCAD PCB SI), подготовка проектов ПЛИС в OrCAD FPGA System Planner, а также автоматическая трассировка в SPECCTRA (Allegro PCB Router) (Рис. 2.1).

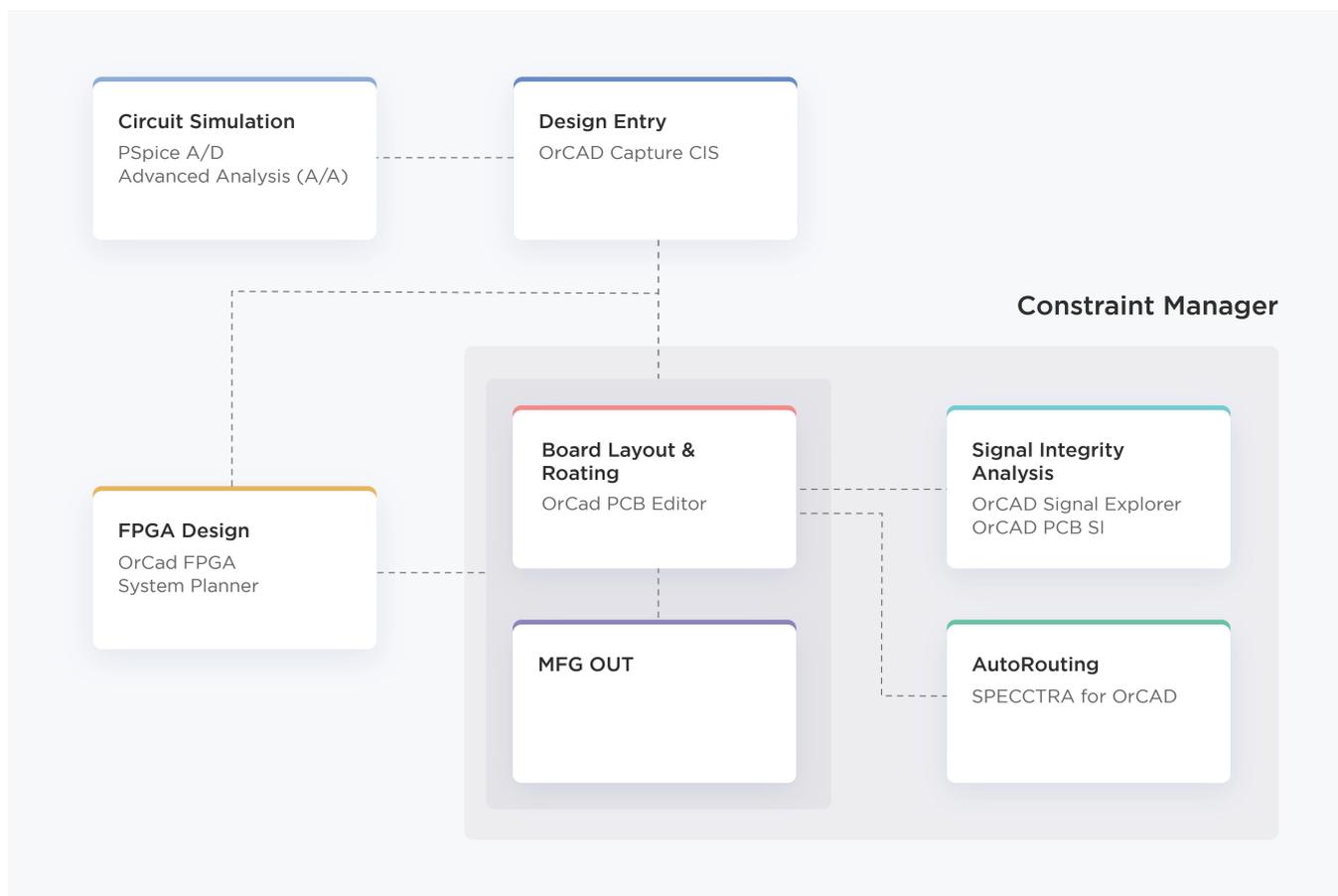


Рис. 2.1 - Маршрут разработки в OrCAD PCB Designer

Передача данных между OrCAD Capture и OrCAD PCB Designer происходит строго на основе текстового нетлиста, состоящего из трех файлов `pst*.dat`. Все свойства компонентов и цепей, правила разработки, информация о классах и комнатах также передаются посредством нетлиста с учетом специального файла конфигурации `allegro.cfg`.

Altium Designer предлагает более оптимизированный и структурированный подход – создается проект печатной платы на основе главного файла проекта, который объединяет в себе все входящие документы – листы схем, файлы топологии (возможно включить в проект несколько файлов), файлы библиотек и т.д. Во время процесса ECO все изменения, включая классы, комнаты, правила разработки и т.д., выводятся в специальном окне, где пользователь может отклонить или оставить любое из передаваемых изменений. Вы можете достаточно тонко настроить процесс ECO через опции проекта. Кроме этого, дополнительно в состав Altium входит технологический модуль CAMtastic для просмотра и обработки выходных файлов для производства (Рис. 2.2).

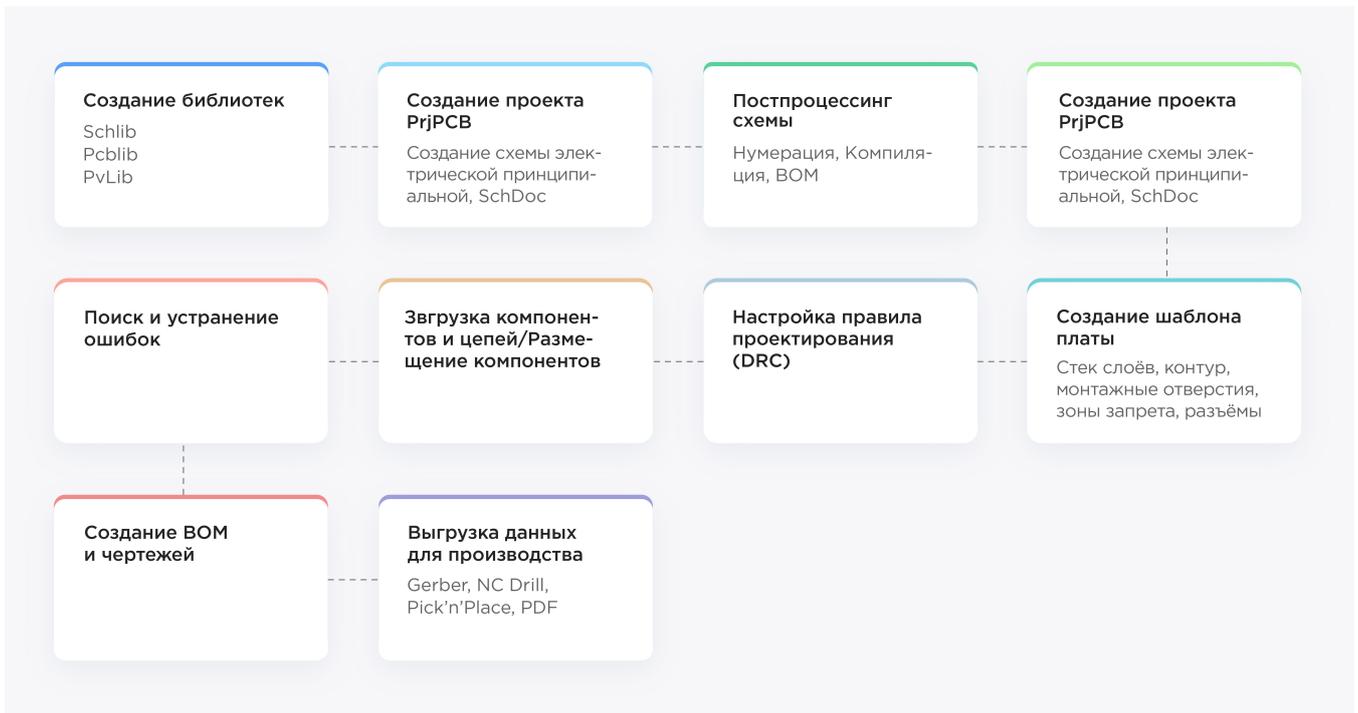


Рис. 2.2 - Маршрут разработки в Altium Designer

## 3. ФАЙЛОВАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТОВ

В этой части мы рассмотрим то, как выглядит структура проекта и входящие в него файлы в *Altium Designer*. Здесь есть ряд особенностей в сравнении с *OrCAD PCB Designer*, например, наличие отдельного файла для каждого листа схемы, единый файл проекта и т.д.

Как вы знаете и как это уже отмечалось выше OrCAD это набор разных по своему характеру приложений. Это также хорошо прослеживается по файловой структуре. На панели *Project Manager* отображается только схемотехническая часть проекта. Это прежде всего файл схемы \* .dsn, куда входят все листы и вся иерархическая структура, библиотеки компонентов \*.olb и ряд других файлов, которые выводятся на панель *Project Manager* в OrCAD Capture (Рис. 3.1).

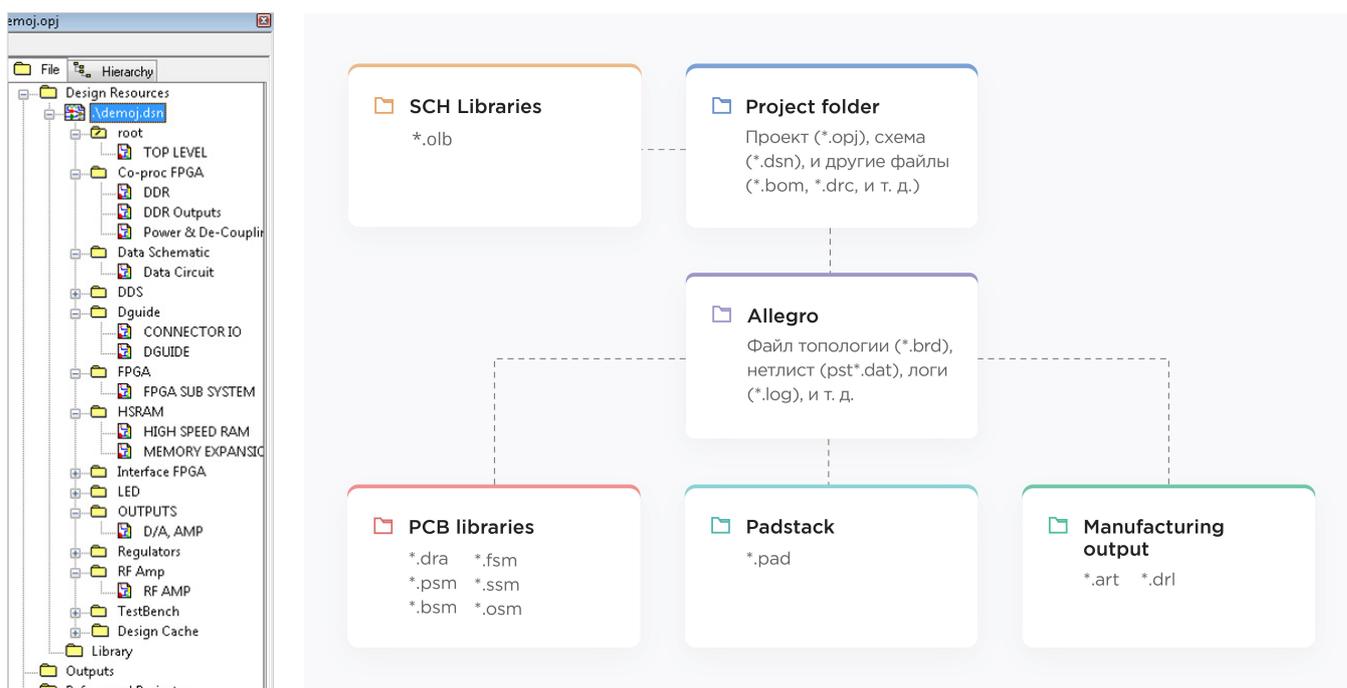


Рис. 3.1 - Структура проекта на панели *Project Manager* в *OrCAD Capture* и типовая структура директорий проекта *OrCAD PCB Designer*

На панели *Project Manager* не отображаются данные по файлам топологии (\* .brd) и различного типа библиотекам (\* .psm, \* .bsm, \* .ssm и т.д.). *OrCAD PCB Editor*. В этом как вы увидите дальше кроется принципиальное различие между двумя системами. *OrCAD* в своей файловой структуре здесь выглядит более архаичной и в чем-то разрозненной системой, что обусловлено ее историей развития.

Проект *Altium Designer* в самом простом случае может состоять из трех типов файлов:

- \*.PrjPcb – заглавный файл проекта печатной платы
- \*.SchDoc – файл листа схемы
- \*.PcbDoc – файл топологии платы

Аналогично OrCAD PCB Designer для управления файлами проекта в Altium Designer существует специальная панель – *Projects*. Однако, в отличие от OrCAD, здесь отображаются все файлы, входящие в проект, включая файлы библиотек, выходные файлы для производства и даже файлы других программ, например, BOM файл в формате Excel и т.д. Структура директорий проекта также напоминает OrCAD (Рис. 3.2).

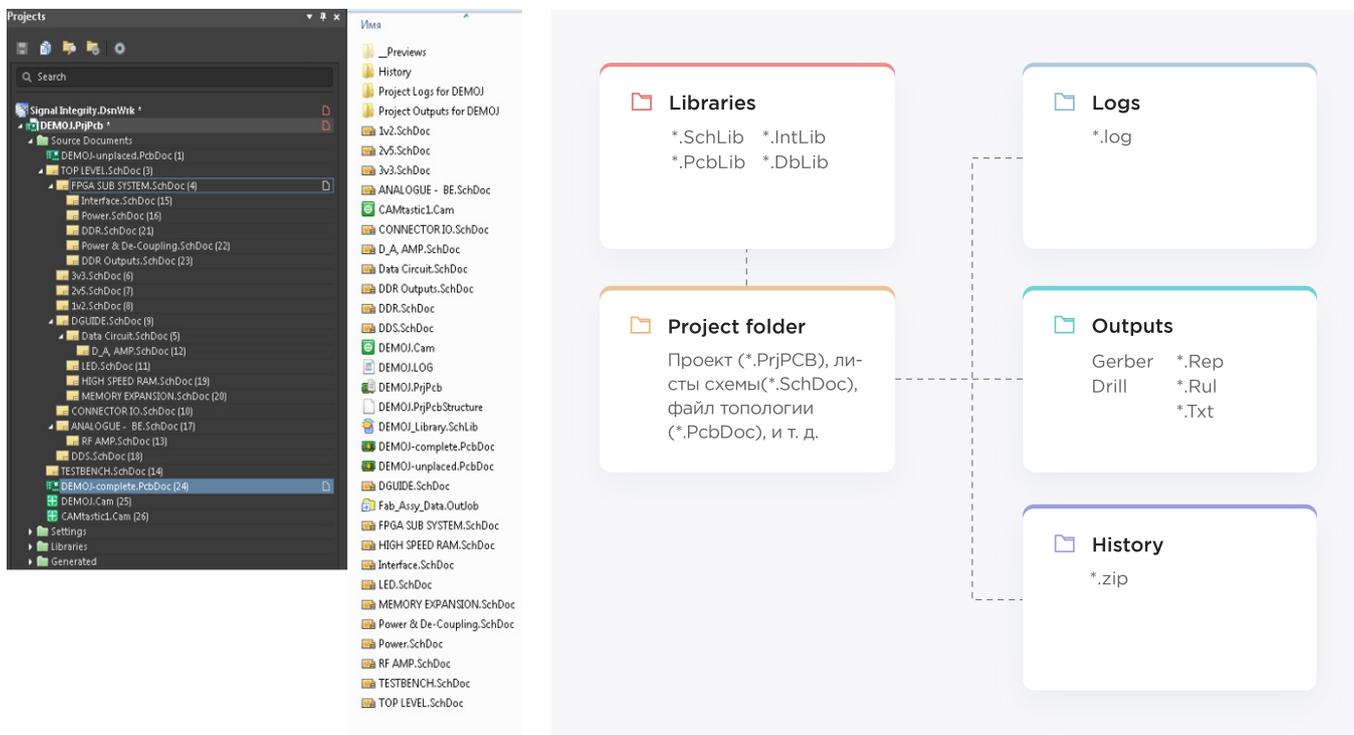


Рис. 3.2 - Панель *Project* и типовая структура директорий проекта Altium Designer

Еще одно принципиальное отличие – каждый лист схемы в Altium Designer является отдельным файлом. Это сделано для удобства управления файлами, контроля истории изменений и возможности восстановления каждого файла проекта по-отдельности. Вы можете видеть, что в папке с проектом также формируются директории для выходных файлов, для логов и специальная папка *History*, откуда можно восстанавливать сохраненные копии документов.

Вы можете перетаскивать файлы между проектами на панели *Projects*. Файлы, находящиеся за пределами директории с проектом, но входящие в его состав, отображаются в виде ярлыка, со стрелкой на иконке.

В Altium Designer создать новый проект можно в диалоговом окне *PCB Project*, которое можно открыть с помощью команды **File » New » Project » PCB Project**. После создания проект также появится на панели *Projects* как пустой файл с расширением \*.PrjPcb.

Именно с создания нового главного файла проекта \*.PrjPcb начинается разработка печатной платы в Altium Designer. О проекте печатной платы в Altium Designer необходимо знать следующую начальную информацию:

1. Заглавный файл проекта \*.PrjPcb содержит только настройки и ссылки на все входящие в него документы – листы схемы (\*.SchDoc), файл топологии (\*.PcbDoc), библиотеки компонентов (\*.SchLib) и т.д.
2. Каждый лист схемы – это отдельный файл с расширением \*.SchDoc.
3. Все файлы одного проекта должны храниться в одной директории с заглавным файлом. Это упростит всю дальнейшую работу.
4. На панели *Projects* отображается статус каждого документа и проекта в целом:  – есть изменения,  – документ открыт.
5. Для закрытия всего проекта необходимо нажать по заглавному файлу ПКМ и выбрать команду **Close Project** из контекстного меню. В этом меню вы также найдете команду для закрытия всех документов.
6. Для удаления документов из проекта достаточно перетащить их на пустое поле на панели *Projects* или нажать ПКМ и выбрать команду **Remove from Project** контекстного меню.
7. Все документы, не входящие в проект, отображаются как *Free Documents*.

Вы можете добавлять новые файлы в проект командой **Add New To Project** контекстного меню заглавного файла проекта (Рис. 3.3).

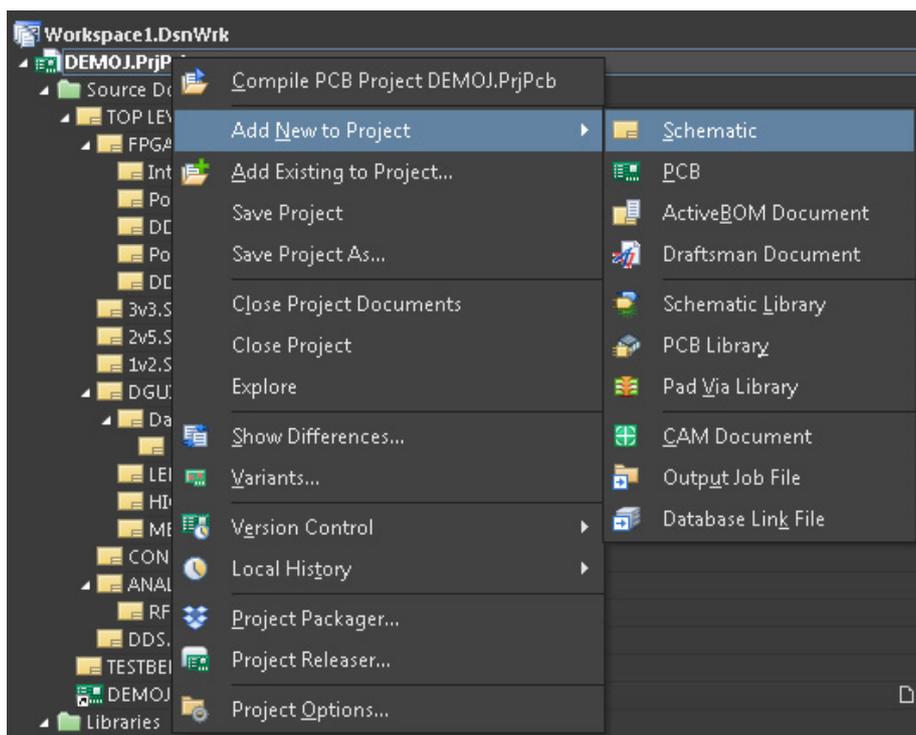


Рис. 3.3 - Создание нового файла в рамках проекта печатной платы

После создания нового файла пересохраняйте его в папке с проектом, как об этом было упомянуто выше.

Обратите внимание, если вы не можете быстро найти нужный документ, компонент, цепь и т.д., то воспользуйтесь строкой поиска **Search** на панели *Projects*. Это значительно ускорит вашу работу.

## 4. НАСТРОЙКА СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В этом разделе мы рассмотрим основные настройки схмотехнического редактора *Altium Designer*, в том числе настройки для текущих документов, а также применение шаблонов оформления чертежей схемы.

### Основные настройки схмотехнического редактора

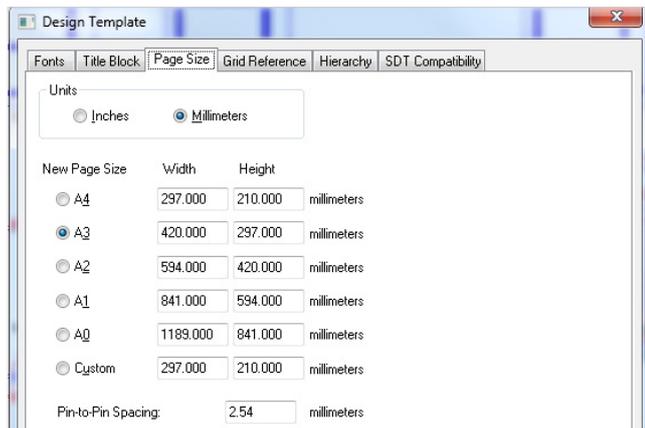


Рис. 4.1 - Настройка единиц измерения и шага сетки в OrCAD Capture

В схмотехническом редакторе OrCAD Capture вы выполняете все базовые настройки перед созданием нового проекта в диалоговом окне *Design Template*, открываемом с помощью команды **Options** » **Design Template** главного меню. Здесь на вкладке **Page Size** выбираются единицы измерения, шаг сетки, который определяется параметром **Pin-to-Pin Spacing** и размер листа (Рис. 4.1).

Стиль и цвет сетки определяется в диалоговом окне *Preferences* (**Options** » **Preferences**) на вкладках **Grid Display** и **Color/Prints** соответственно.

Все редакторы в Altium Designer настраиваются через единое диалоговое окно *Preferences*, доступ к которому можно получить в верхнем правом углу редактора или при нажатии ПКМ в области документа (Рис. 4.2).

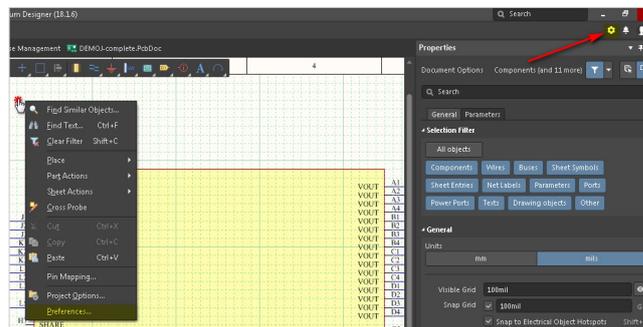


Рис. 4.2 - Переход к настройкам Altium Designer

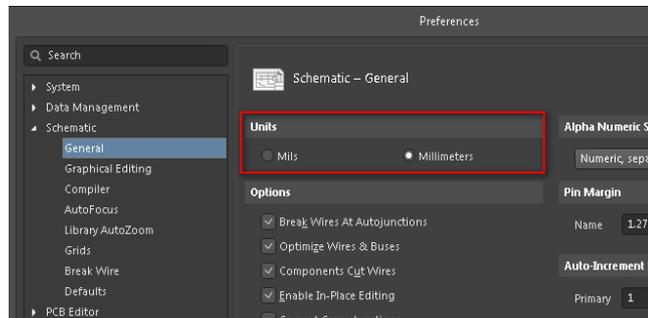


Рис. 4.3 - Установка единиц измерения в Altium Designer

В разделе **Schematic** вы найдете все настройки для схмотехнического редактора. Для настройки единиц измерения перейдите на страницу **Schematic - General** (Рис. 4.3).

Для настройки сетки необходимо перейти на страницу **Schematic - Grids**. Здесь, в отличие от OrCAD Capture, вы определяете сразу все параметры – стиль, цвет и шаг сетки (Рис. 4.4).

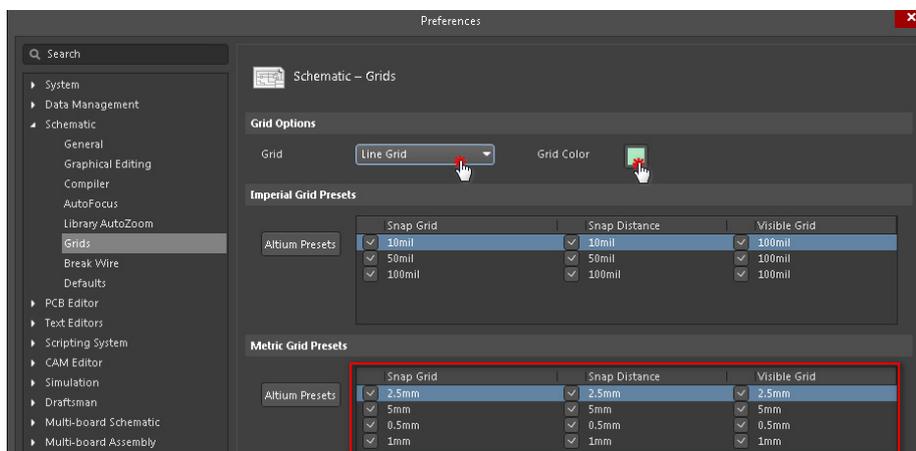


Рис. 4.4 - Настройка сетки в Altium Designer

Как вы можете видеть, сетка здесь условно делится на три составляющие – сетку привязки, расстояние привязки и видимую сетку. Рекомендуется для всех трех сеток устанавливать одинаковые значения, чтобы не путаться при работе над схемой и библиотекой компонентов. Для добавления дополнительного шага просто нажмите ПКМ и выберите значение из подменю **Add GridSetting**. Вы также можете вручную изменять значения шага.

Шрифты для всех элементов схемы в OrCAD Capture настраиваются в том же диалоговом окне *Design Template (Options » Design Template)* на вкладке **Fonts**, где вы можете задать шрифты для всех элементов, таких как **Part Reference**, **Text**, **Pin Name**, **Pin Number** и других (Рис. 4.5).

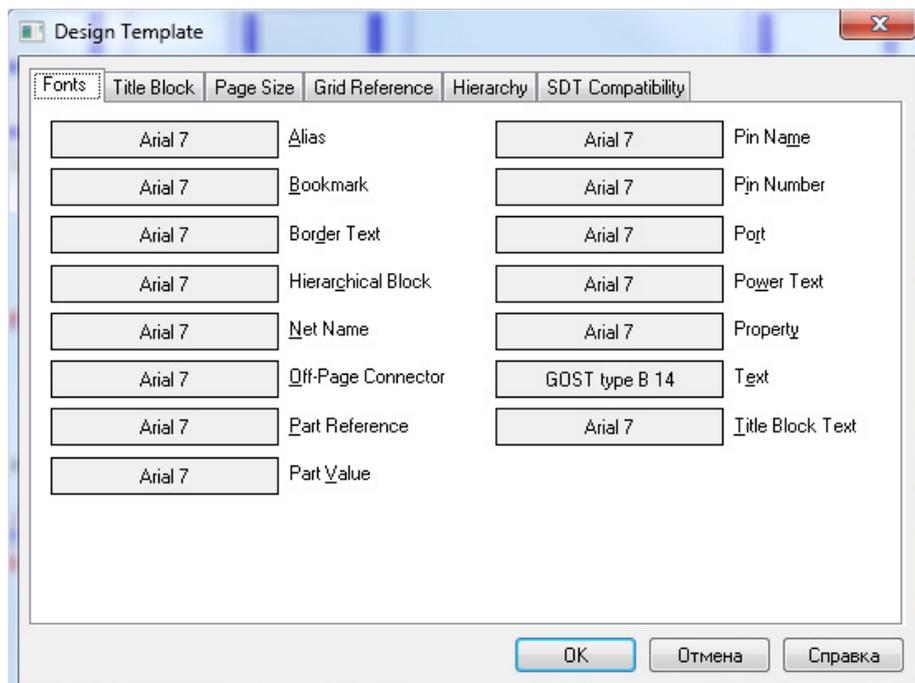


Рис. 4.5 - Окно настройки шрифтов в OrCAD Capture

Цвет различных объектов в OrCAD Capture настраивается в диалоговом окне *Preferences* (**Options** » **Preferences**) на вкладке **Color/Prints**.

В Altium Designer вы можете перейти на страницу **Schematic - Defaults** диалогового окна *Preferences* и здесь, выбрав соответствующие единицы измерения, задать шрифты и цвет для всех элементов схемы, подобно тому, как это делается в OrCAD. Например, для задания позиционным обозначениям нужного шрифта и цвета просто выберите объект **Designator**, и настройки его шрифта отобразятся справа от списка объектов (Рис. 4.6).

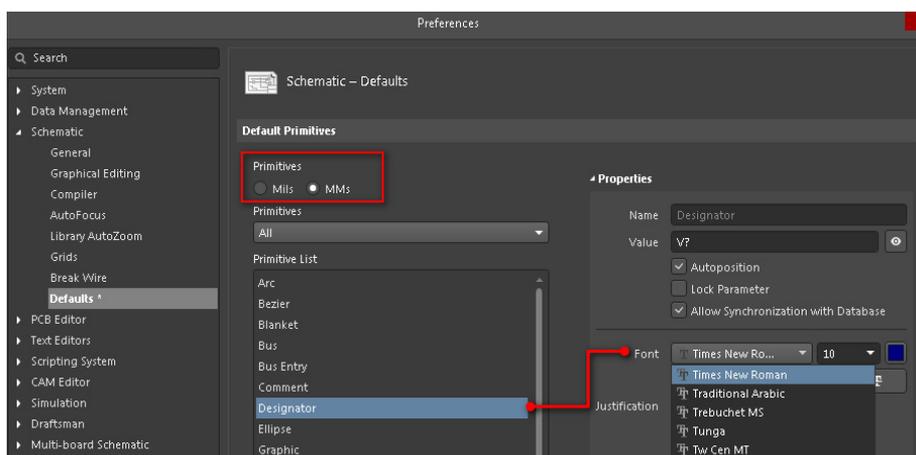


Рис. 4.6 - Настройка цвета и шрифта для объектов в Altium Designer

## Основные настройки текущих листов схемы

В OrCAD Capture настройки для текущих листов схемы, такие как размер листа и единицы измерения вы можете изменить в диалоговом окне *Schematic Page Properties* (**Options** » **Schematic Page Properties**). Эти настройки от рассмотренных выше отличаются только тем, что невозможно для уже созданного проекта поменять основной шаг сетки. Вы можете задать шаг сетки, кратный текущему, в диалоговом окне *Preferences* на вкладке **Grid Display** через параметр **Grid Spacing**.

В Altium Designer поменять настройки для текущих листов вы можете через панель *Properties* в режиме **Document Options** (активен, когда в рабочей области нет выделенных объектов). На этой панели доступны настройки единиц измерения, сетки, размера листа и т.д.. Также поменять шаг сетки вы можете при помощи клавиши **G** (Рис. 4.7).

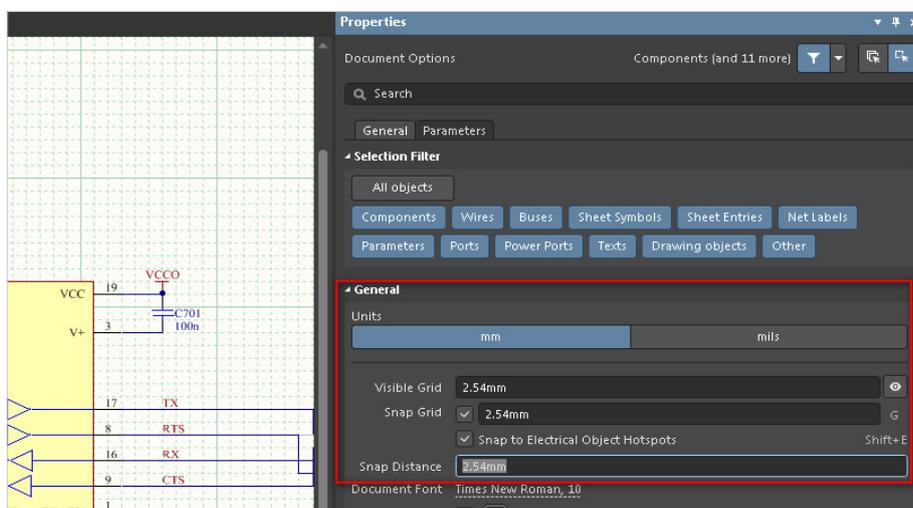


Рис. 4.7 - Основные настройки для текущего листа схемы в Altium Designer

## Настройка шаблонов оформления листов схемы

Перед началом работы в OrCAD Capture вы можете настроить размер листа и его шаблон по умолчанию. Для заполнения основной надписи используются настройки на вкладке **Title Block** диалогового окна *Design Template*. Здесь вы заполняете основные текстовые параметры, такие как автор документа, его номер и другие. Изменение положения основной надписи происходит автоматически с изменением размера листа. Если у вас возникает необходимость изменить форматку, то это можно сделать по команде меню **Place » Title Block**. При этом вы выбираете элементы оформления листа из встроенной библиотеки `carsum.olb` или из любой вашей библиотеки, где такие форматки присутствуют.

В Altium Designer форматку по умолчанию можно задать через параметр **Template** страницы **Schematic - General** диалогового окна *Preferences* (Рис. 4.8).

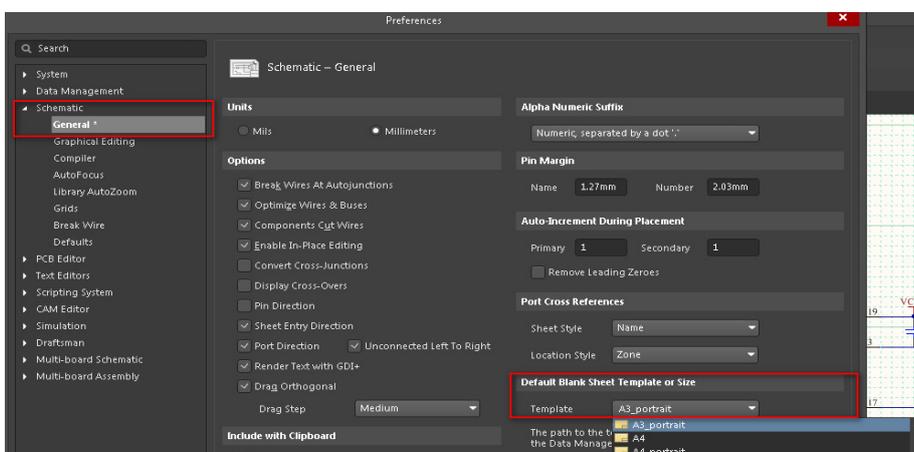


Рис. 4.8 - Выбор форматки по умолчанию для новых листов схемы в Altium Designer

Поменять ее для текущего листа можно при помощи все той же панели *Properties* в режиме **Document Options**, в разделе **Page Options** (Рис. 4.9).

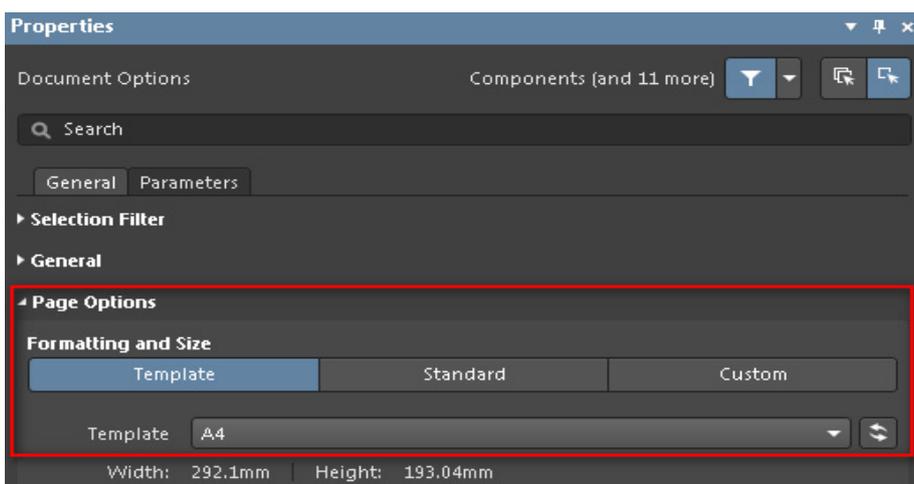


Рис. 4.9 - Изменение форматки для текущего листа схемы через панель *Properties*

Также замена шаблонов возможна через группу команд меню **Design » Templates**.

Заполнение основной надписи происходит через панель *Properties* на вкладке **Parameters**. При создании форматки также, как и в OrCAD, здесь в Altium Designer используются параметры документов, которые могут принимать любые значения. Именно их значения вы можете изменить на вкладке **Parameters**.

## 5. КОНЦЕПЦИЯ БИБЛИОТЕК

Данный раздел содержит описание концепции библиотек *Altium Designer*, а также их сравнение их с концепцией библиотек *OrCAD*.

### Оффлайн библиотеки

Система OrCAD содержит большое количество базовых библиотек, которые поставляются в комплекте с программой и могут быть использованы как для разработки топологии, так и для моделирования электрических схем при помощи PSpice. Это схемотехнические библиотеки с расширением \*.olb, например, библиотека дискретных устройств *Discrete.olb*, библиотека микроконтроллеров *Microcontroller.olb*, библиотека операционных усилителей *OPAMP.olb* и другие. Библиотеки Spice моделей также достаточно обширны и имеют расширение \*.lib. Например, библиотека биполярных транзисторов *bjn.lib*, диодов Шоттки *chottky.lib* и другие (Рис. 5.1).

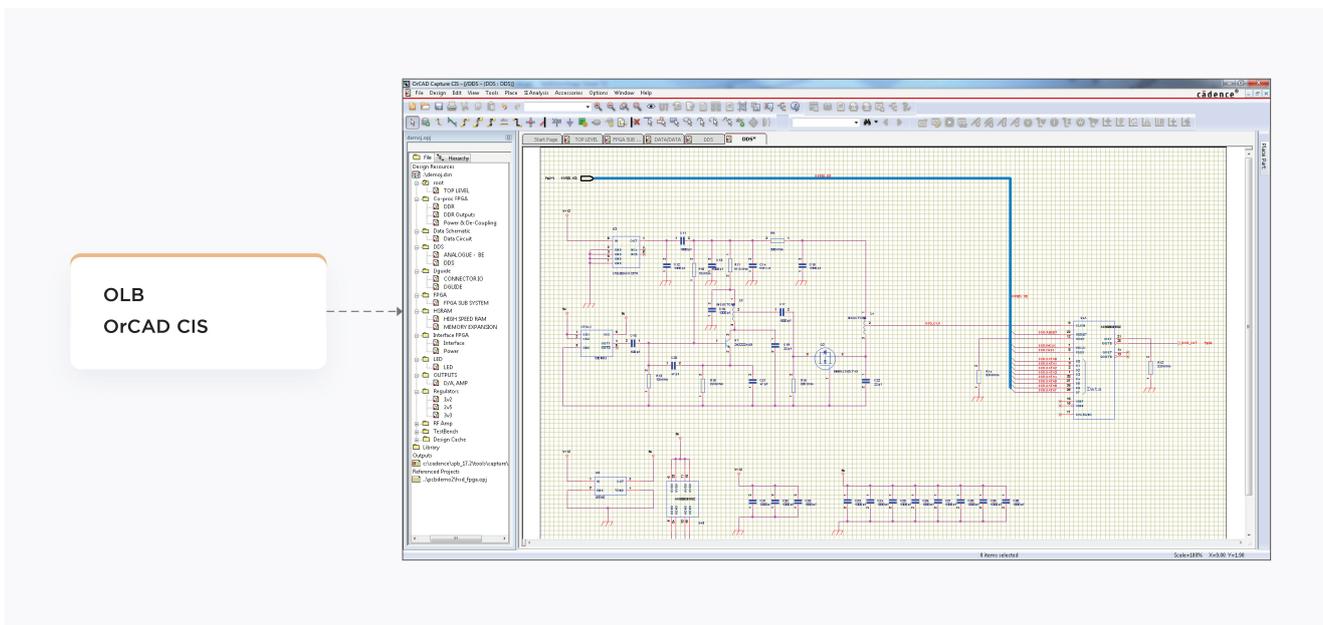


Рис. 5.1 - Библиотеки OrCAD Capture

Библиотеки посадочных мест в базовом комплекте OrCAD представлены в виде файлов \*.psm и парных им \*.dra файлов, где каждая пара psm и dra – это отдельное посадочное место. Также отдельными файлами представлены библиотеки падстечков с расширением \*.pad. Для нестандартных форм выводов возможно создание Share символов с расширением \*.ssm с последующей интеграцией в pad (Рис. 5.2).

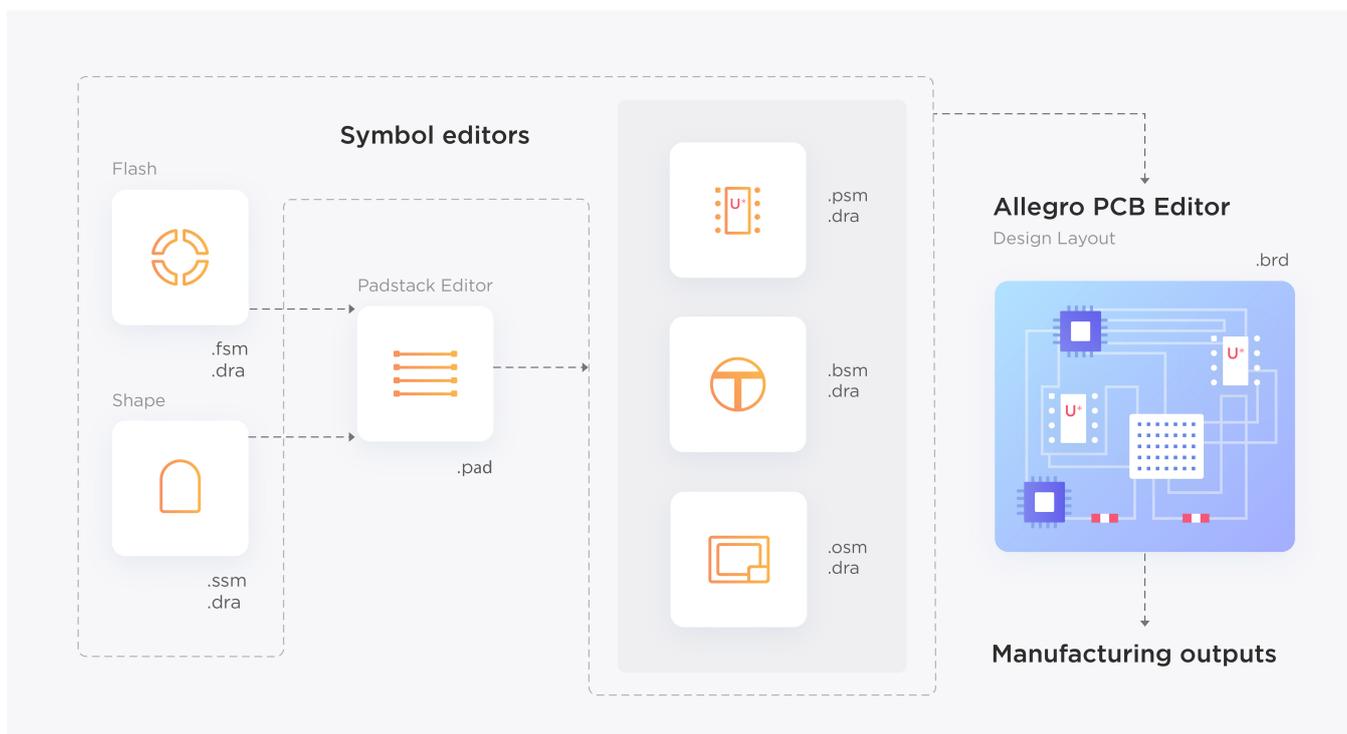


Рис. 5.2 - Структура библиотек PCB Editor

Интегрированных библиотек в OrCAD нет, а подключение символов схемы и платы происходит на уровне свойств компонентов. Вы можете присвоить посадочное место просто внося его название в значение свойства **PCB Footprint** как на уровне библиотеки, так и на уровне схемы.

Вы можете скачивать библиотеки для OrCAD с сайтов производителей. Отдельного ресурса, где существует готовая БД компонентов для OrCAD, нет.

Как показано на Рис. 5.2, вы также можете использовать систему OrCAD CIS для параметрического поиска, верификации и добавления размещения компонентов в проекте с применением драйвера ODBC, что позволяет интегрировать OrCAD с корпоративной системой документооборота.

Altium Designer предлагает несколько типов файловых библиотек. Стандартные библиотеки компонентов с расширением `*.SchLib` имеют тот же смысл, что и `*.olb` в OrCAD. Вы можете использовать их при создании схемы. Принципиально отличаются библиотеки посадочных мест, которые имеют расширение `*.PcbLib`. В одном файле `*.PcbLib` может содержаться множество посадочных мест. Вы можете объединить библиотеки `*.SchLib` и `*.PcbLib` в одну интегрированную библиотеку `*.IntLib`. Дополнительно вы можете использовать систему CIS по аналогии с OrCAD. В Altium это называется библиотекой базы данных компонентов `DbLib`, которая может быть построена на основе файла описания Excel, Access, SQL и других табличных систем и систем управления БД. Подключение БД в Altium производится на основе стандартного интерфейса ODBC. Также вы можете использовать библиотеки `*.CmpLib`, предназначенные для использования в рамках системы Altium Vault (Рис. 5.3).

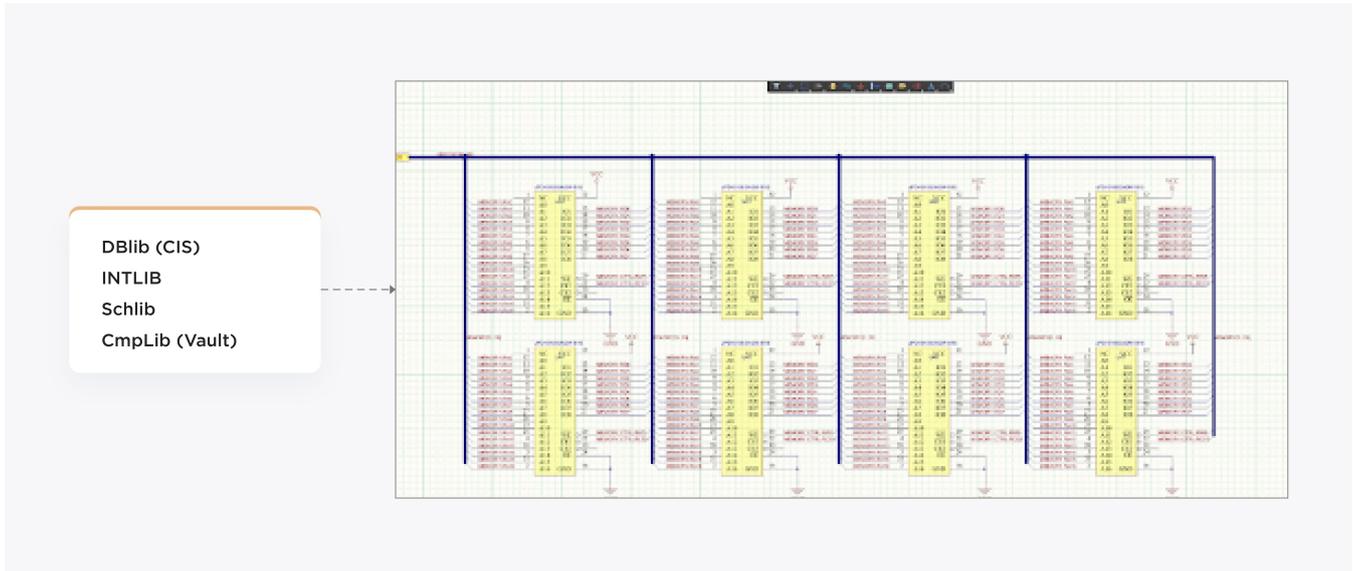


Рис. 5.3 - Библиотеки Altium Designer

## Онлайн библиотеки

OrCAD PCB Designer не содержит как таковой онлайн библиотеки, которую можно подключить через встроенную рабочую панель. Вы можете скачивать готовые библиотеки с сайтов производителей компонентов или через платный модуль Ultra Librarian.

Altium предлагает своим пользователям помимо офлайн библиотек также доступ к глобальной библиотеке **Altium Content Vault**. Это ресурс, который доступен всем лицензионным пользователям Altium содержит большое количество готовых библиотек компонентов с параметрической информацией для быстрого поиска и создания документации. Доступ к библиотеке осуществляется непосредственно из схемотехнического редактора Altium Designer при помощи панели *Explorer* (Рис. 5.4).

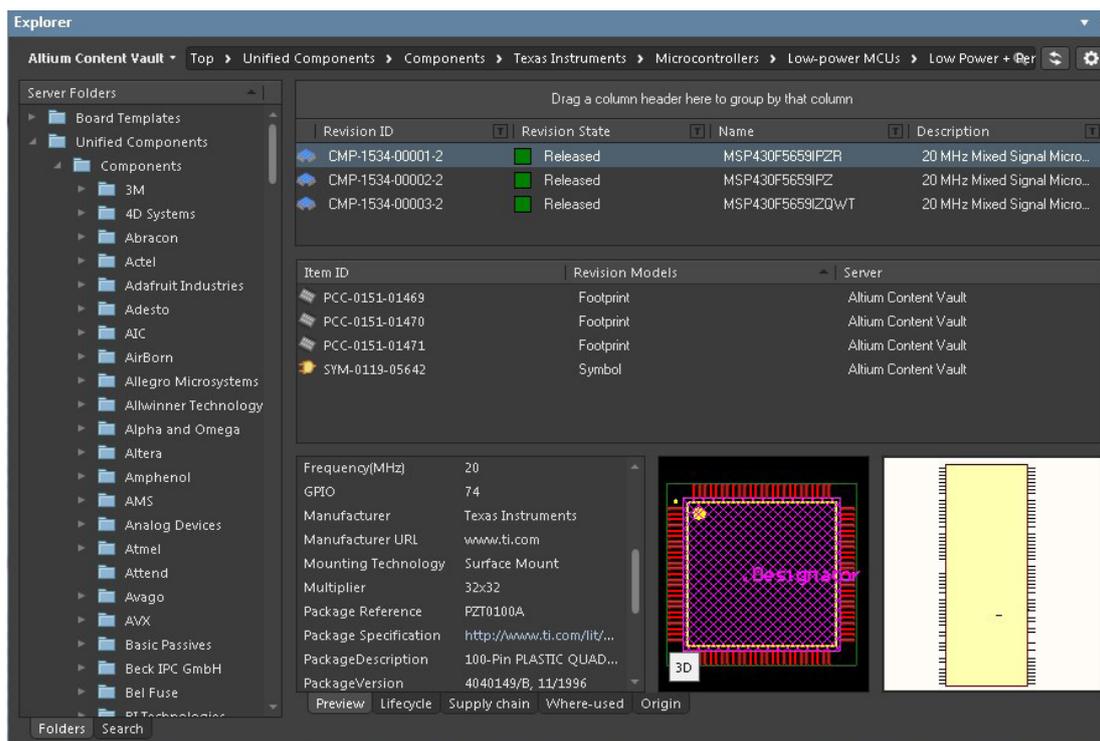


Рис. 5.4 - Панель Explorer с данными глобальной библиотеки Altium Content Vault

Вы можете формировать ваши собственные библиотеки на основе компонентов Vault и использовать их совместно со стандартными библиотеками SchLib, IntLib, DbLib.

## 6. ПОИСК И ДОБАВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В ПРОЕКТ

В данном разделе будут рассмотрены инструменты поиска и добавления компонентов на схему в *Altium Designer* и проведена аналогия с *OrCAD Capture*.

### Панель библиотек и поиск компонентов

OrCAD Capture содержит несколько способов размещения компонентов на схему. Самый простой это панель *Place Part* (вызывается кнопкой **P**). Здесь вы можете подключить нужную вам библиотеку и выбрать компонент для размещения на схеме (Рис. 6.1).

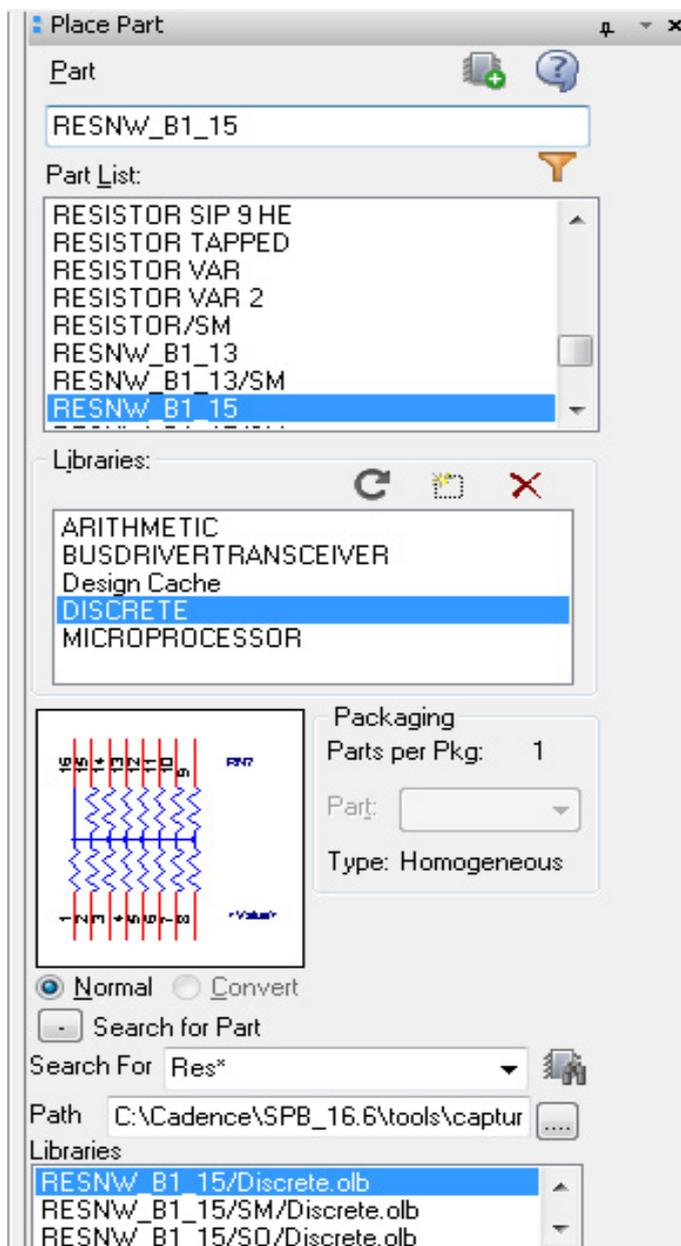


Рис. 6.1 - Панель *Place Part* в *OrCAD Capture*

На данной панели вы также можете воспользоваться поиском в секции **Search For Part**. В качестве критерия поиска может выступать только название компонента в библиотеке.

Основной панелью для поиска и размещения компонентов на схему в Altium Designer является панель *Libraries*. Данная панель по умолчанию находится в свернутом состоянии в правой части окна редактора. Если она отсутствует, то просто активируйте ее при помощи кнопки **Panels** в правом нижнем углу окна программы. При помощи кнопки *Libraries* в верхней части панели вы можете подключить библиотеки компонентов, включая библиотеку базы данных, библиотеку Vault и другие. При помощи кнопки **Search** осуществляется поиск компонентов по заданным директориям на основе критериев пользователя (название, производитель, номер и т.д.) (Рис. 6.2):

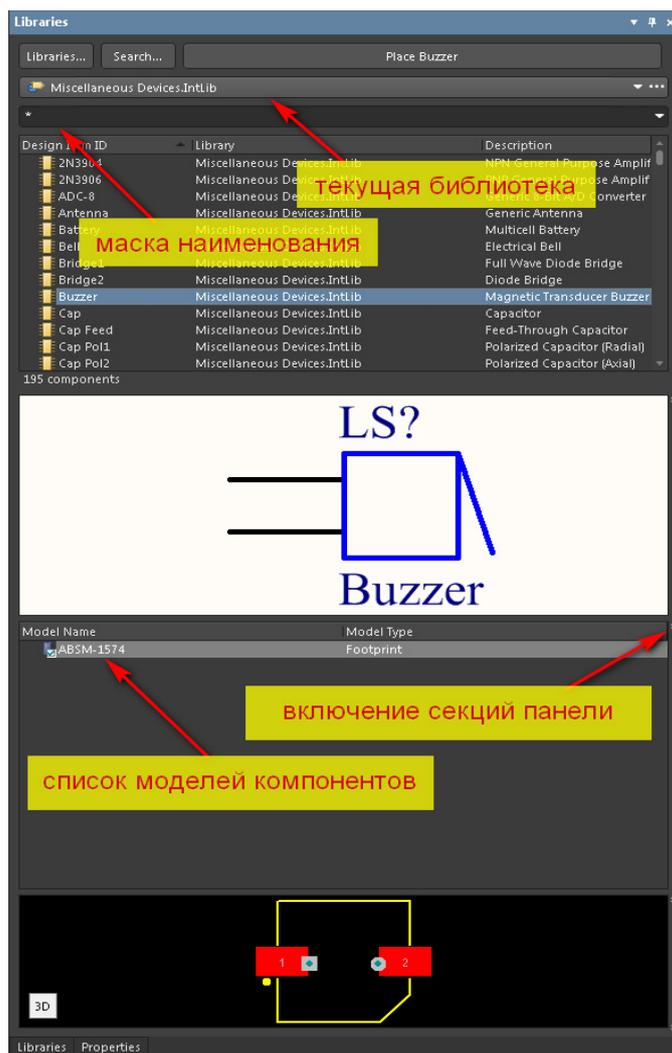


Рис. 6.2 - Панель Libraries

По умолчанию все стандартные библиотеки располагаются в директории `C:\Users\Public\Documents\Altium\AD18\Library`. Если вам необходимо подключить дополнительные библиотеки, то просто нажмите на кнопку **Libraries**. Здесь на вкладке **Project** отображается список библиотек, которые входят в состав текущего проекта. На вкладке **Installed** в нижней части окна в строке **Library Path Relative** То указывается общая директория с библиотеками. Если необходимо подключить библиотеки из других директорий, то необходимо нажать на кнопку **Install » Install From file/Vault**.

На панели *Libraries* в верхнем выпадающем списке вы выбираете одну из подключенных библиотек, в следующей строке вводите маску названия, чтобы ускорить поиск по имеющимся компонентам в выбранной библиотеке.

## Размещение компонентов

После выбора нужного компонента в OrCAD Capture на панели *Place Part* вы делаете двойной клик и компонент перемещается на схему. Для стандартных действий доступны следующие клавиши: **R** – поворот, **H/V** – зеркальное отображение по горизонтали и вертикали. Сочетание **Ctrl+E** позволяет в момент размещения перейти в окно базовых свойств.

Вы можете размещать компоненты с включенной автоматической нумерацией. Программа будет отслеживать уже имеющиеся номера в проекте и присваивать вновь размещаемым компонентам номера по порядку. Можно отключить автонумерацию. Также доступна функция автоматической нумерации всех компонентов схемы.

В Altium Designer компонент размещается на схеме простым перетаскиванием его с панели Libraries или при помощи кнопки Place в верхней части панели. При размещении вы можете открыть список стандартных клавиш при помощи клавиши ~. Наиболее часто используемые кнопки – это **Пробел** (поворот компонента), **X** (зеркальное отображение по горизонтали), **Y** (зеркальное отображение по вертикали).

Altium Designer не содержит функции, при которой компонентам автоматически присваиваются номера при размещении их на схеме. Вы можете воспользоваться широкими возможностями автоматической нумерации компонентов.

## Design Cache

Как вам известно все компоненты, которые попадают на схему в OrCAD хранятся в «директории» проекта, которая называется Design Cache. Вы можете при помощи Design Cache повторно использовать компоненты в рамках проекта, произвести замену компонента и его обновление. Вы также можете создать новую библиотеку \*.olb и сохранить в нее все компоненты из Design Cache (Рис. 6.3).

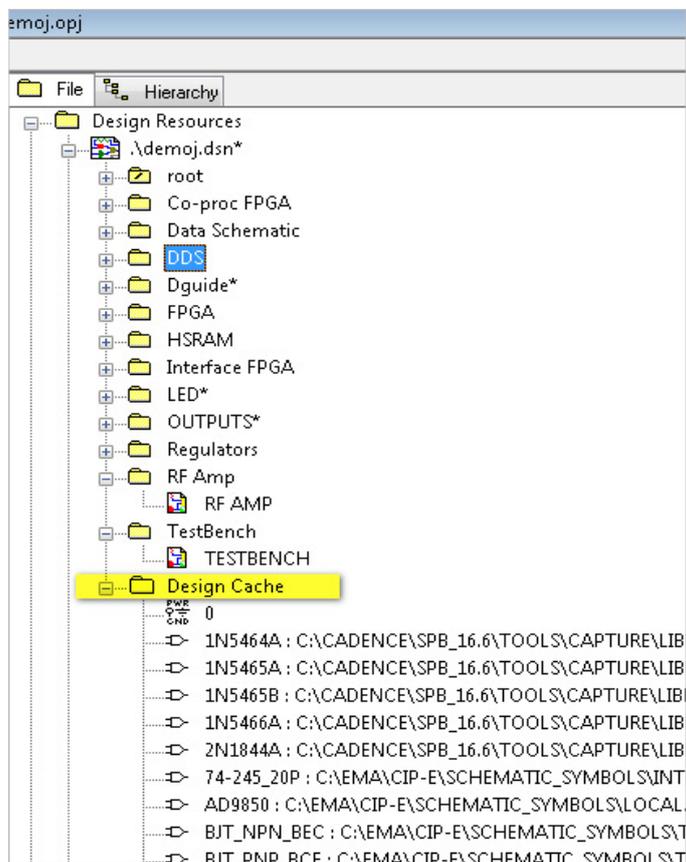


Рис. 6.3 - Design Cache на панели Project Explorer в OrCAD Capture

В Altium Designer нет Design Cache, но компоненты также хранятся в памяти схемной страницы. Вы точно также можете создать библиотеку проекта. Для этого достаточно использовать команду **Design » Make Schematic Library/ Make Integrated Library**. Для обновления и замены компонентов из библиотек предусмотрена отдельная команда **Tools » Update From Libraries** (Рис. 6.4).

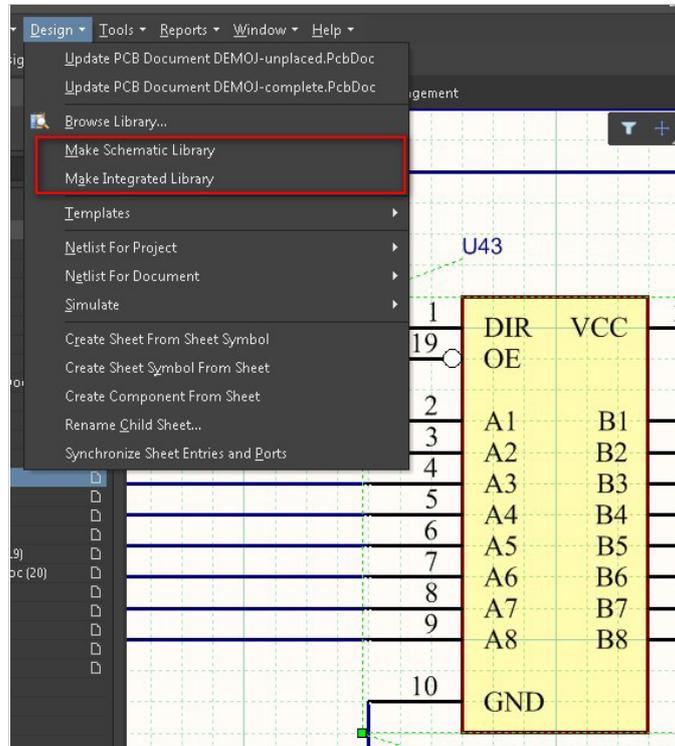


Рис. 6.4 - Команды для создания библиотеки из проекта

## 7. СОЗДАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ

В данном разделе будут рассмотрены объекты электрических связей на схеме *Altium Designer*, свойствах цепей и области действия идентификаторов цепей в *Altium Designer*.

### Типы соединений

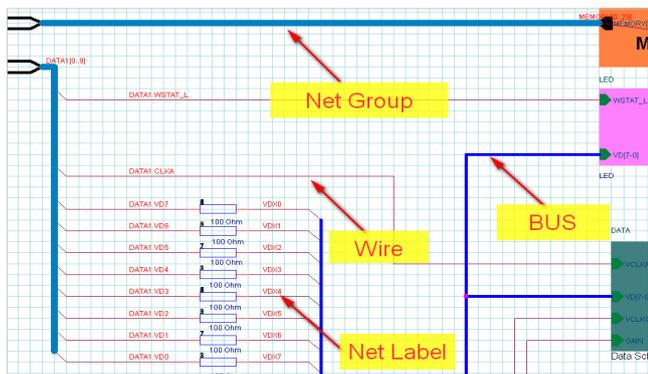


Рис. 7.1 - Типы соединений в OrCAD Capture

OrCAD Capture позволяет создавать как одиночные цепи (**Wire**), так и линии групповой связи (**BUS, Net Group**) (Рис. 7.1). Все эти объекты можно найти в меню **Place** или воспользоваться клавишами **W, B, U** соответственно.

Altium Designer позволяет создавать аналогичные объекты различными способами, включая **Active Bar** и горячие клавиши (Рис. 7.2).

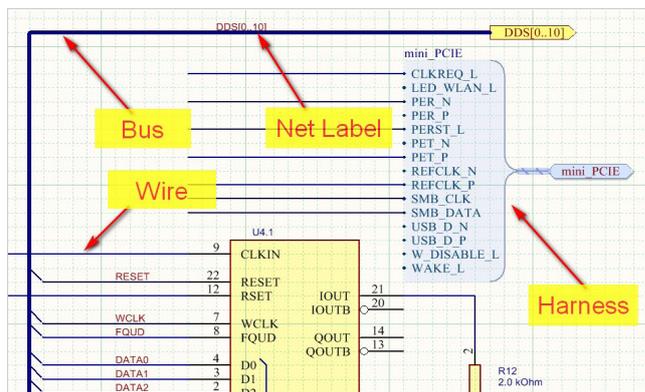


Рис. 7.2 - Типы соединений в Altium Designer

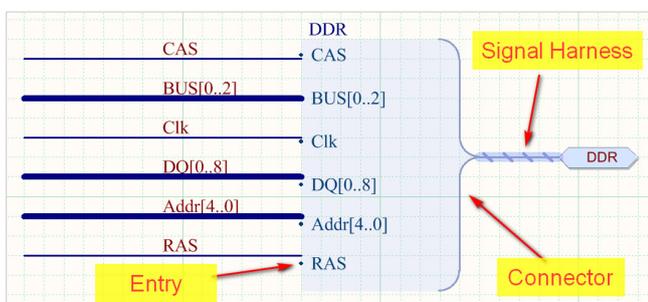


Рис. 7.3 - Объект *Harness* в Altium Designer

Есть небольшая разница в том, как описываются **Net Group** в OrCAD и **Harness** в Altium Designer – идентичные по своему предназначению линии групповой связи. Для создания **Harness** используется группа команд **Place » Harness**. Необходимо в первую очередь разместить **Harness Connector**, затем размещаются входные сигналы **Harness Entry**. Для соединения **Harness** размещается специальный тип линии **Signal Harness** (Рис. 7.3).

Вы можете повторно использовать Harness по команде **Place » Harness » Predefined Harness Connector**. Описания Harness хранятся в текстовых файлах, которые можно найти в структуре проекта на панели *Projects* в разделе *Settings\Harness Definitions Files*.

## Свойства и параметры цепей

A	
	DATA1.CLKA
<b>Color</b>	Default
<b>IREF</b>	Pg(1^,14!,15!,16
<b>Is Global</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Line Style</b>	Default
<b>Line Width</b>	Default
<b>MIN_LINE_WIDTH</b>	0.15
<b>MIN_NECK_WIDTH</b>	
<b>Net ID</b>	30661

Рис. 7.4 - Пример свойств цепи в OrCAD Capture

В OrCAD Capture вы можете присваивать различные свойства цепям, размещаемым на схеме. Например, в *Property Editor* вы можете указать свойство **MIN\_LINE\_WIDTH** и тем самым определить минимальную ширину трасс для данной цепи. Любое из свойств может быть видимым. Вы также можете изменить толщину и цвет цепей на схеме (Рис. 7.4).

В Altium Designer на схеме можно поменять только ширину и цвет цепей через панель *Properties*. Никаких дополнительных параметров для цепей указать нельзя (Рис. 7.5). Если необходимо указать правило для топологии, то это делается через специальные директивы.

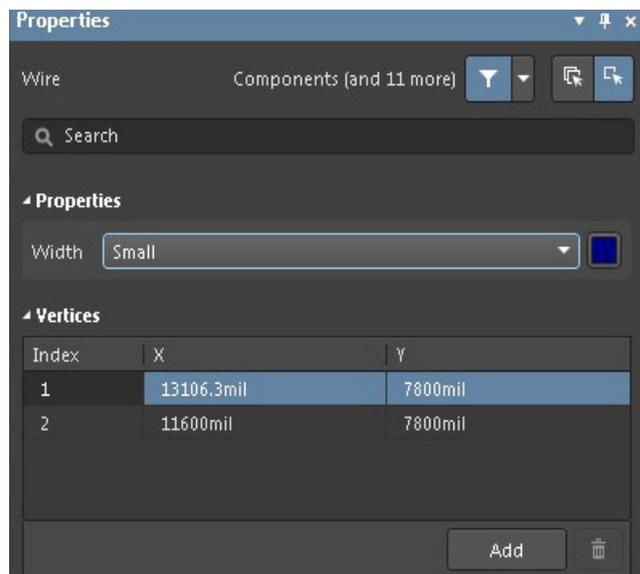


Рис. 7.5 - Пример свойств цепи в Altium Designer

## Область действия идентификаторов цепей

В OrCAD Capture все подчинено строгой структуре межстраничных переходов. Вы можете поставить одинаковые метки цепей по команде **Place » Net Label** на разных листах схемы, но соединятся между собой они будут, если на их концах стоит межстраничный переход (**Off-Sheet Connector**) или порт (**Port**). В иерархических проектах соединения между главными и подчиненными схемами происходит только через порты.

В Altium Designer вы также можете использовать межстраничные переходы и порты. Однако, вы можете менять область действия идентификаторов цепей в диалоговом окне *Project Options* (**Project » Project Options**) на вкладке **Options**. Здесь для этого используется параметр **Net Identifier Scope** (Рис. 7.6).

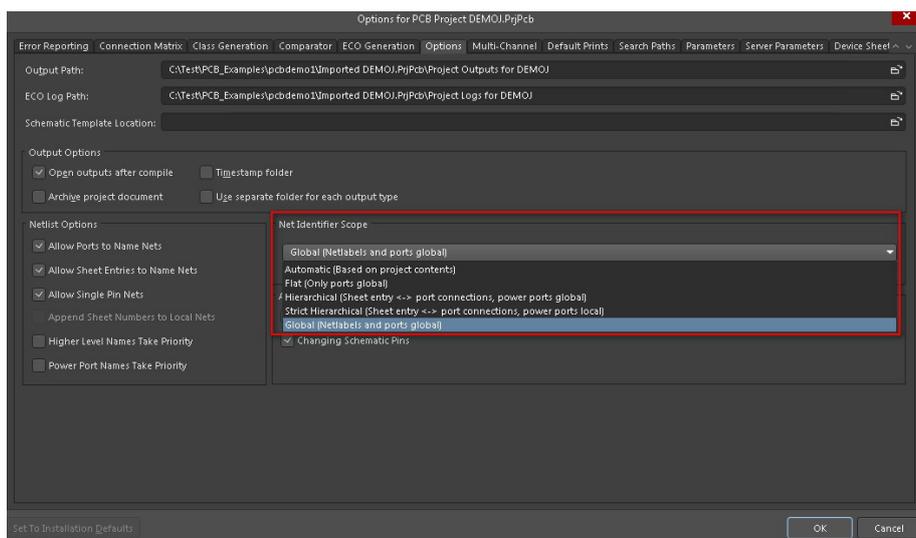


Рис. 7.6 - Изменение области действия меток цепей в опциях проекта Altium Designer

- **Automatic** (на основе содержимого проекта) – этот режим автоматически выбирает, какой из режимов использовать основываясь следующими критериями:
  - при наличии листа верхнего уровня, используется *Hierarchical*;
  - если листа верхнего уровня нет, но присутствуют порты, используется *Flat*;
  - если листа верхнего уровня и портов нет, то используется *Global*.
- **Flat** (глобальные только порты) – все порты с одинаковым наименованием будут подключены на всех листах в единую цепь, метки цепей являются локальными для каждого листа. Эта опция может быть использована для многолистовых проектов. Не рекомендуется для больших проектов, поскольку это может вызвать трудность отслеживания цепи на всех листах.
- **Hierarchical** (Лист <-> порты соединения, порты питания глобальные) – подключение по вертикали между портом и входом листа. Связь между листами осуществляется на листе верхнего уровня иерархии. Также порты питания являются глобальными – все порты питания с одинаковыми именами объединяются в одну цепь в пределах всего проекта.
- **Strict Hierarchical** (Лист <-> порты соединения, порты питания локальных) – работает аналогично режиму **Hierarchical**, с той лишь разницей, что порты питания осуществляют локальную связь в пределах листа.
- **Global** (метки цепей и порты глобальные) – одноименные метки цепей и порты объединяются в единую цепь на всех листах проекта.

## 8. ИЕРАРХИЯ И МНОГОКАНАЛЬНОСТЬ

В данном разделе будет рассказано о том, как создается иерархия и многоканальность в проектах *Altium Designer*. Также будет затронут вопрос синхронизации иерархических блоков и подчиненных листов схемы.

### Создание иерархии

Создание иерархического проекта в OrCAD Capture вы можете вести традиционно в двух направлениях – сначала создается блок, а затем подчиненная схема («сверху-вниз») или вначале вы создаете схему, а затем представляете ее как иерархический блок на основной схеме («снизу-вверх»). Иерархический блок размещается по команде **Place** » **Hierarchical Block**. Затем на блоке размещаются выходы, **Place** » **Hierarchical Pin**. В свойствах блока необходимо указать название подсхемы, позиционное обозначение и тип (Рис. 8.1).

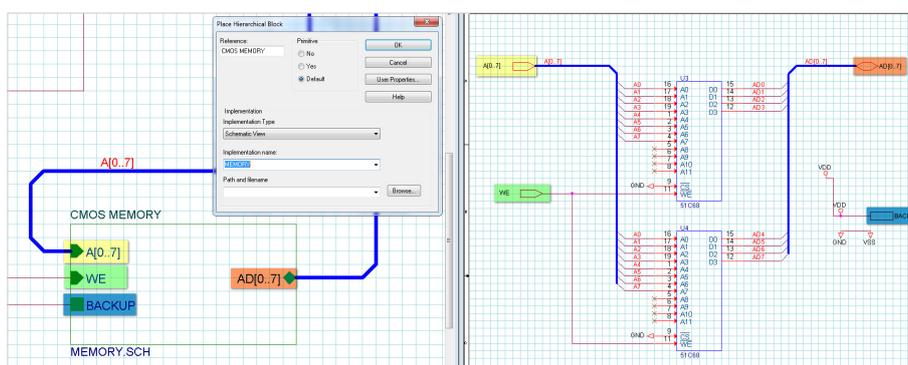


Рис. 8.1 - Иерархический блок и подчиненная схема в OrCAD Capture

В Altium Designer иерархический блок называется **Sheet Symbol**, а вывод блока называется **Sheet Entry**. Размещаются они через меню **Place**. Все свойства блока и выводов можно определить через панель **Properties**. Вы можете использовать такую же методология работы с блоками, как и в OrCAD Capture. Точно также можно создать сначала схему, а потом блок и наоборот (Рис. 8.2).

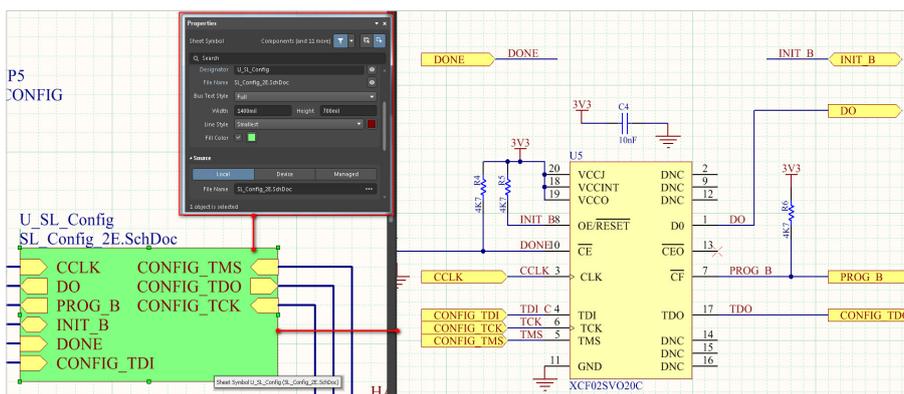


Рис. 8.2 - Иерархический блок и подчиненная схема в Altium Designer

Все команды для работы с Sheet Symbol вы найдете в меню **Design**. Например, для преобразования блока в схемный лист используется команда **Design » Create Sheet From Sheet Symbol**. Обратная команда **Design » Create Sheet Symbol From Sheet** позволяет создать блок из листа схемы. При этом вы можете выбирать из какого листа будет создан блок (Рис. 8.3).

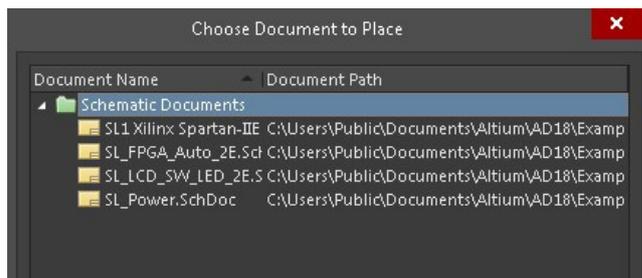


Рис. 8.3 - Выбор листа схемы для создания блока в Altium Designer

## Синхронизация блоков

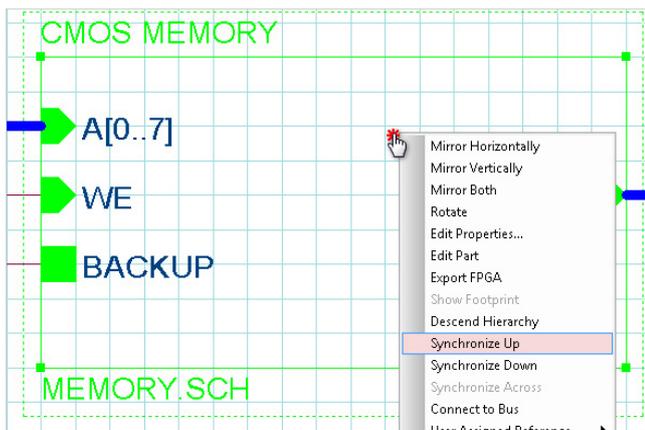


Рис. 8.4 - Синхронизация схемы и иерархического блока в OrCAD

В OrCAD синхронизация схемы и блока по портам и выходам соответственно происходит при помощи меню ПКМ по команде **Synchronize Up/Down** (Рис. 8.4).

В Altium Designer для синхронизации вы используете команду **Design » Synchronize Sheet Entries And Ports**. В окне синхронизации будут отображаться вкладки для всех блоков и вы можете выбрать выходы и порты для синхронизации (Рис. 8.5).

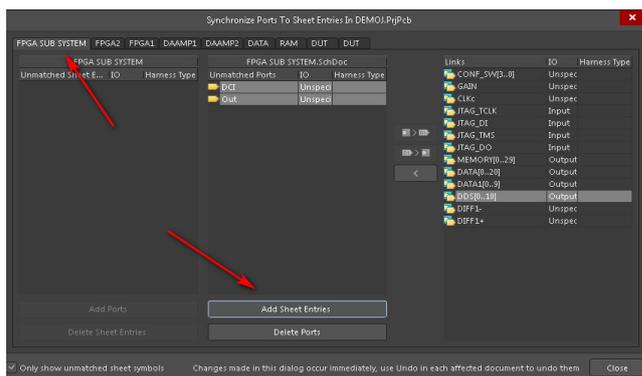


Рис. 8.5 - Синхронизация Sheet Symbol в Altium Designer

## Многоканальность

В OrCAD Capture вы можете создать копию блока на листе схемы тем самым обеспечить многоканальность (Рис. 8.6).

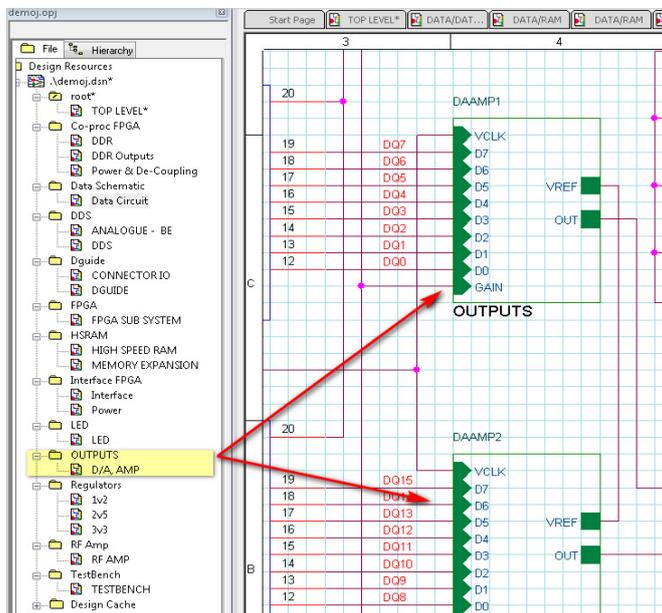


Рис. 8.6 - Многоканальный иерархический блок в OrCAD Capture

Если говорить о многоканальности, то в отличие от OrCAD Capture в Altium Designer вам нет необходимости копировать блок несколько раз на схеме. В Altium Designer принята следующая методология по работе с многоканальными блоками:

1. Вместо Reference Designator прописывается специальное слово Repeat с наименованием каналов и их номерами.
2. Каждый канал в итоге преобразуется в отдельную комнату на плате, где, после размещения и трассировки одной комнаты, вы сможете получить несколько одинаковых фрагментов топологии, скопированных по образцу (аналог Reuse Module).

Вот так выглядит многоканальный блок в Altium Designer после добавления в него директивы Repeat (Рис. 8.7).

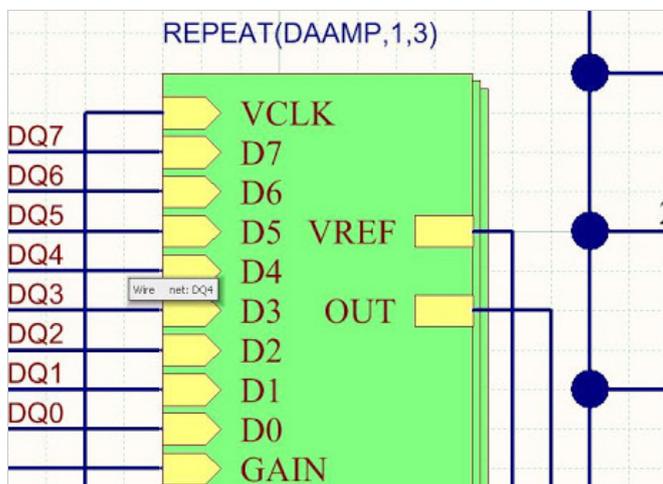


Рис. 8.7 - Многоканальный иерархический блок в Altium Designer

## 9. ПОИСК И НАВИГАЦИЯ НА СХЕМЕ

В этом разделе будут рассмотрены различные варианты поиска компонентов и цепей на схеме в *Altium Designer*.

### Поиск по тексту

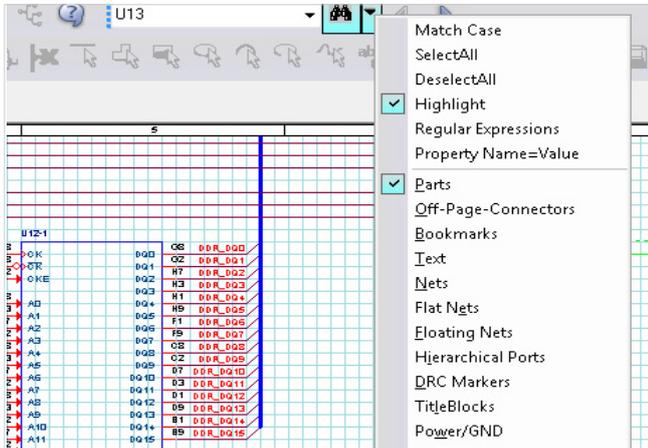


Рис. 9.1 - Панель инструментов поиска в OrCAD Capture

В OrCAD Capture вы можете нажать **Ctrl+F** и задать критерии поиска. В строке поиска вы вводите название цепи или любого другого объекта. Но при этом необходимо внимательно следить за тем откуда вы производите этот поиск и выбран ли соответствующий объект для поиска. Если поиск запускается на листе, то только в пределах этого листа возможно найти тот или иной объект. Для поиска по всему проекту следует сначала выбрать проект на панели *Project Manager*, а затем запустить поиск по соответствующим критериям (Рис. 9.1).

Результаты поиска отображаются на панели *Find Window* (Рис. 9.2).

Reference	Value	Source Part	Source Library	Page	Page Number	Schematic	Zone	Location X-Coordinate	Location Y-Coordinate
BT1	4V	BATTERY	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	5C	520	420
C1	30 pF	CAPACITOR	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	2A	160	160
C2	30 pF	CAPACITOR	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	3A	260	160
C3	10 uF	CAPACITOR POL	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	2B	130	330
C4	470 uF	CAPACITOR POL	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	4B	440	190
C5	470 uF	CAPACITOR POL	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	7B	770	220
CMOS MEMORY	MEMORY.SCH			CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	6C	660	400
D1	CR0127	BRIDGE	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	3A	360	150
D2	1N4004	DIODE	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	5A	570	170
D3	1N4001	DIODE	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	6C	610	390
D4	1N4001	DIODE	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	5C	580	420
POWER SUPPLY	POWER.SCH			CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	4C	390	440
Q1	NPN	NPN	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	3B	250	310
Q2	TIP31C	NPN	C:\PROGRAM FILES\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\DEVICE.OLB	POWER.SCH	3	POWER	5A	600	150

Рис. 9.2 - Панель *Find Window* с результатами поиска

В Altium Designer также достаточно нажать **Ctrl+F** для запуска стандартного инструмента поиска компонентов и цепей по тексту. Просто выберите по каким критериям и в какой части проекта вы хотите найти то или иной объект (Рис. 9.3).

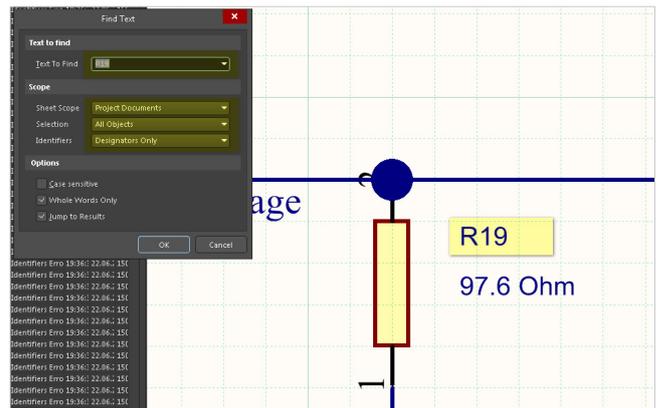


Рис. 9.3 - Поиск компонента при помощи инструмента Find Text

## Навигация по объектам

Object ID	Name	Page	Page Number	Schematic	Part Pin
N00121(UnNamed Wire)	N00121	CMOSCPU.SCH	1	CMOSCPU	U1.16.CMOS MEMORY.WE
CMOS MEMORY.WE(Port)	N00121	MEMORY.SCH	2	MEMORY	U3.11.U4.11

Рис. 9.4 - Панель Navigation Window

Инструментом навигации в OrCAD Capture также является панель Navigation Window, которая появляется если выбрать цепь и из меню ПКМ активировать **Signals** (Рис. 9.4).

Если выбрать проект в *Project Manager* и перейти в меню **Edit » Browse**, то можно вывести список доступных в этом меню объектов с возможностью навигации (Рис. 9.5).

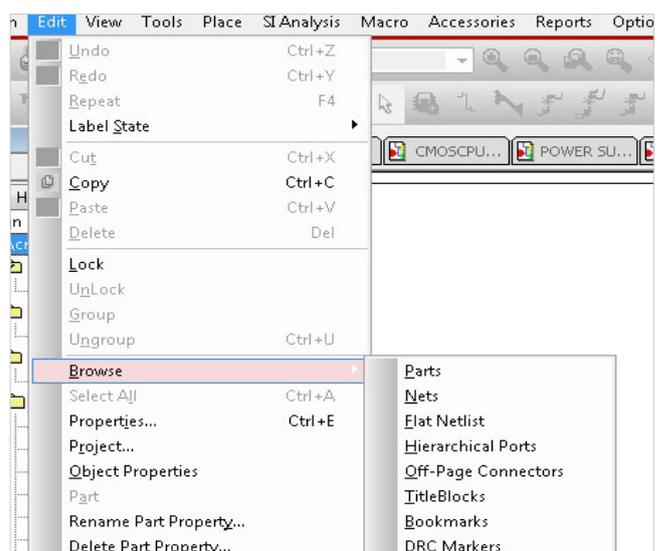


Рис. 9.5 - Вызов навигации по объектам в OrCAD Capture

Отличным инструментом для навигации в Altium Designer по схеме является панель Navigator. При помощи этой панели вы без труда найдете нужный компонент или цепь. Откройте панель, в верхней секции данной панели нажмите ПКМ – **Compile All** – в нижних секциях панели будет выведен список всех цепей и компонентов. Щелкая по каждому объекту, вы увидите его на экране крупным планом. Интересным представляется инструмент под названием **Connectivity Graph**. Активируйте его из меню правой кнопки мыши, и программа при выборе цепи покажет точки подключения данной цепи на схеме (Рис. 9.6). Для отключения графа нажмите **Ctrl+C**.

Кнопка **Interactive Navigation** в верхней части панели Navigator позволяет вам выбирать цепи вручную на схеме и программа покажет их точки подключения. Вы также можете щелкнуть в режиме интерактивной навигации выводу иерархического блока или выбрать порт. В этом случае программа покажет ответную часть на соответствующем листе схемы.

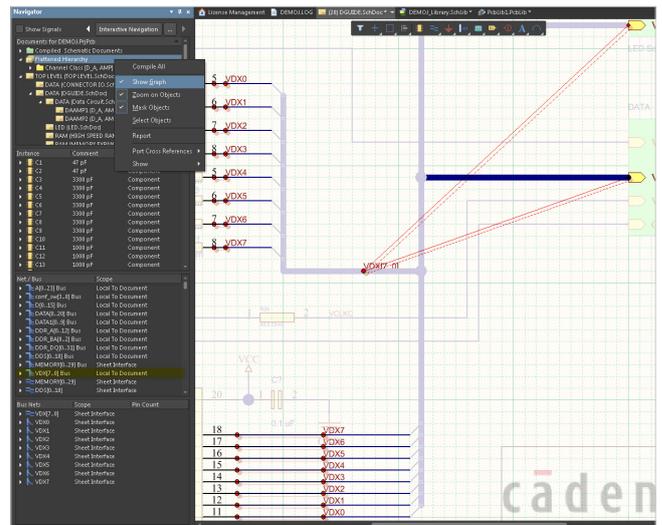


Рис. 9.6 - Панель Navigator и граф соединений

## 10. ПРОВЕРКА СХЕМЫ И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК

Здесь будет рассмотрена система контроля над ошибками на схеме в *Altium Designer*.

### Набор правил проверки

Проверка ошибок, их поиск и устранение в OrCAD Capture возможна несколькими способами. Для настройки проверки используется диалоговое окно *Design Rule Check (Tools » Design Rule Check)*. В этом диалоговом окне вы отмечаете тип ошибок, которые вы хотите проверять **Run Electrical Rules** и **Run Physical Rules**, на вкладках *Electrical Rules* и *Physical Rules* выбираете проверяемые правила (Рис. 10.1).

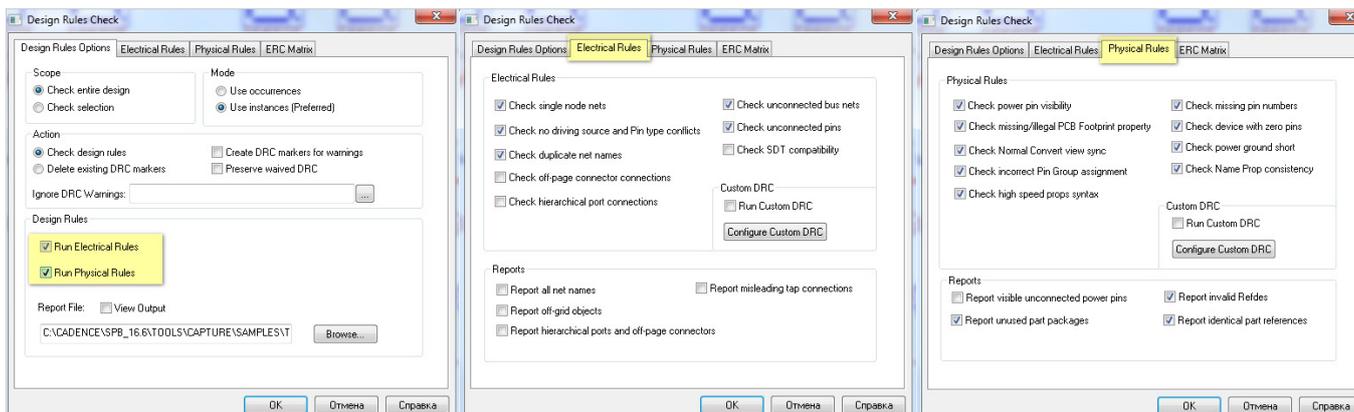


Рис. 10.1 - Настройка правил проверки ошибок в OrCAD Capture

В OrCAD Capture принято два уровня ошибок: **Warning** и **Error**.

Среди прочих можно, например, отметить следующие ошибки:

- **Check duplicate net names** - проверка дубликатов имен цепей
- **Check no driving source and Pin type conflicts** - отсутствие источника сигнала и конфликт выводов
- **Check missing/illegal PCB Footprint Property** - проверка на отсутствие или неправильную запись свойства PCB Footprint

На вкладке **ERC Matrix** отображается матрица соединений, аналогично тому как это сделано в *Altium Designer* (Рис. 10.2).

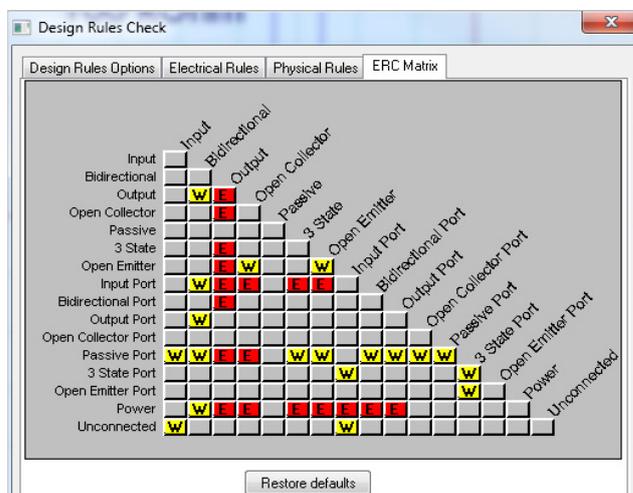


Рис. 10.2 - Матрица соединений в OrCAD Capture

В Altium Designer для схемы процесс проверки правил проектирования осуществляется в рамках компиляции проекта. Все правила, на основе которых осуществляется проверка, содержатся в диалоговом окне *Project Options* (**Project » Project Options**) на вкладках **Error Reporting** и **Connection Matrix**. На вкладке **Error Reporting** все типы нарушений поделены на группы в соответствии с типом объектов, например, нарушения связанные с цепями или нарушения связанные с компонентами (Рис. 10.3).

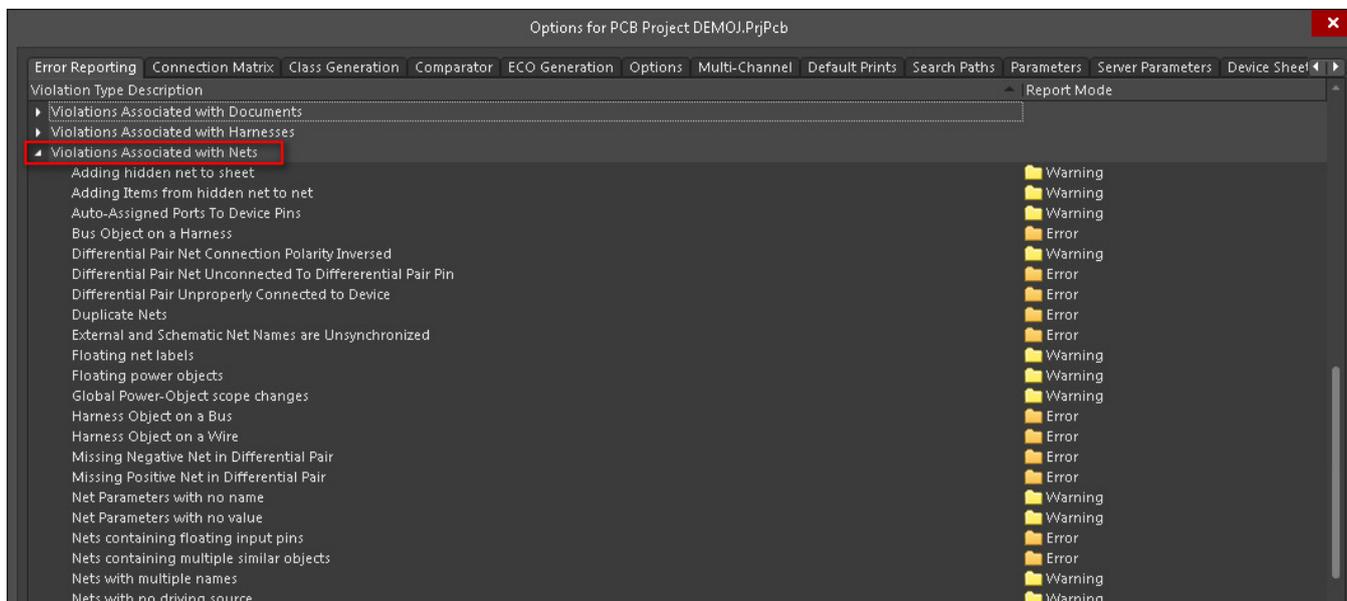


Рис. 10.3 - Настройка проверок для схемы в Altium Designer

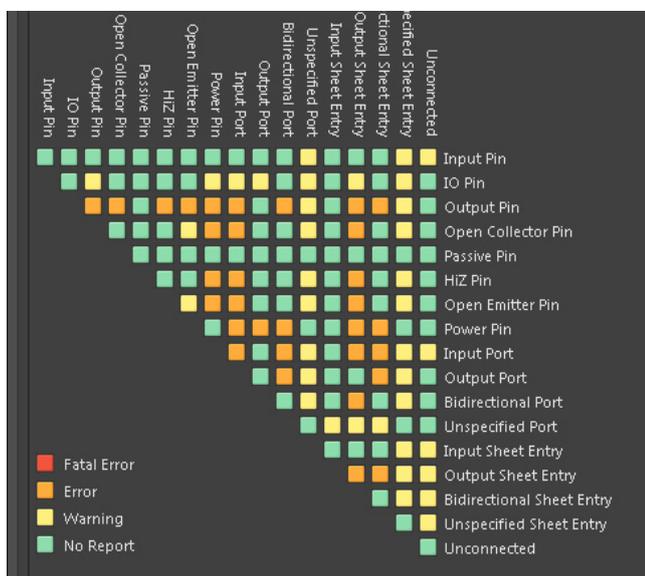


Рис. 10.4 - Вкладка *Connection Matrix* диалогового окна *Project Options*

Для каждого нарушения можно указать уровень его значимости – No Report, Warning, Error, Fatal Error. Это позволяет устранить наиболее критически важные ошибки в проекте и игнорировать несущественные нарушения.

В качестве аналогов упомянутых выше проверок в OrCAD здесь можно привести следующие для Altium Designer:

- Duplicate Nets – дублирование цепей
- Net with no driving Source – цепь без источника сигнала
- Missing Components Models – отсутствие посадочного места

На вкладке **Connection Matrix** пользователь выбирает уровень ошибок при подключении выводов различного типа на схеме (Рис. 10.4).



## 11. ПОДГОТОВКА BILL OF MATERIALS

Здесь рассматривается вопрос подготовки отчета *Bill of Materials (BOM)*, а также новый подход к его формированию в *Altium Designer* при помощи инструмента *ActiveBOM*.

### Выбор свойств и шаблонов

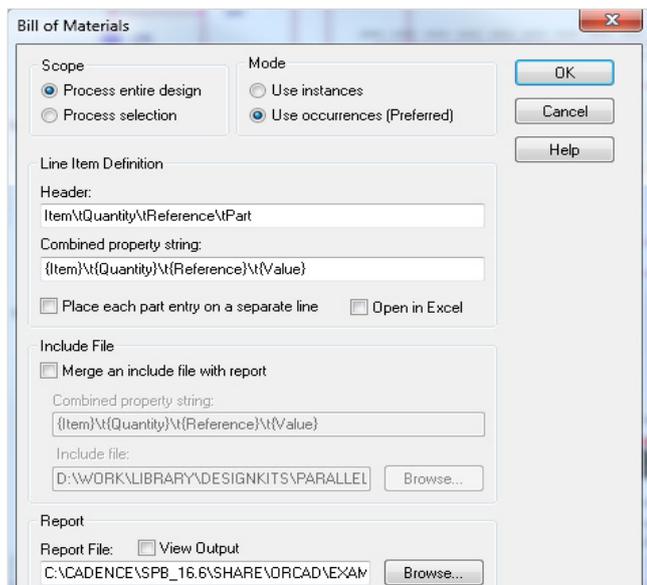


Fig. 11.1 - BOM generating in OrCAD Capture

Для формирования BOM в OrCAD Capture вы можете задействовать стандартный способ **Tools » Bill of Materials** (Рис. 11.1).

Здесь вы указываете заголовки атрибутов в строке **Header** и сами атрибуты, которые должны считываться у компонентов схемы, в строке **Combined property string**. Вы можете использовать генерацию в формате Excel.

Как вы видите это разительно отличается от того, что предлагает вам Altium Designer. Создание BOM в OrCAD Capture классическим способом возможно только по одному встроенному шаблону.

Если у вас имеется опция CIS и подключена БД, на основе которой была создана схема, то вы можете использовать дополнительный способ генерации BOM из диалогового окна *Standard Bill of Materials (Reports » CIS Bill of Materials » Standard)*. Здесь из столбца **Select Properties** вы выбираете свойство и переносите его в правый столбец **Output Format**, формируя тем самым список атрибутов, которые должны выводиться в BOM. Здесь вы можете использовать как атрибуты компонентов на схеме, так и атрибуты компонентов из БД CIS, при условии, что она подключена и соответствует компонентам схемы (Рис. 11.2).

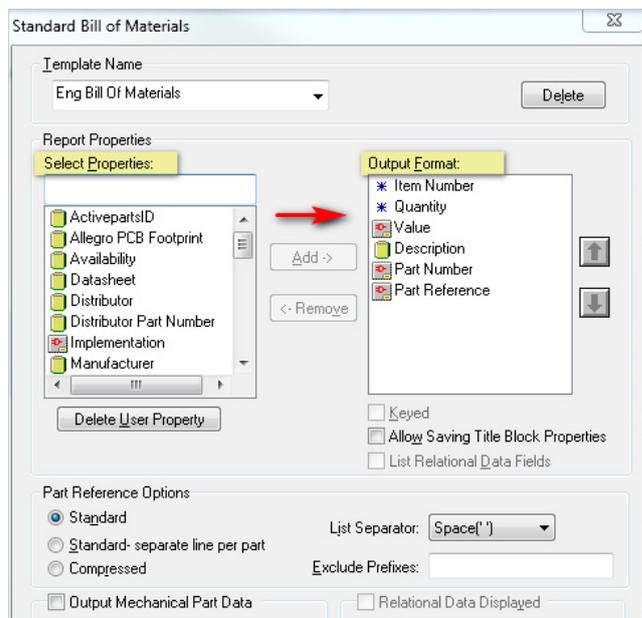


Рис. 11.2 - Создание BOM при помощи опции CIS в OrCAD Capture

Дополнительным способом в OrCAD Capture служит генерация BOM на основе шаблонов Crystal Report. В программу встроены некоторые базовые шаблоны, но для создания новых вам необходима лицензия на Crystal Report или можно использовать бесплатную альтернативу, где поддерживается формат Crystal Report. Для работы с этим типов отчетов в OrCAD Capture используется диалоговое окно *Crystal Reports Bill of Materials (Reports » CIS Bill of Materials » Crystal Reports)*.

Генерация BOM в Altium Designer происходит через диалоговое окно *Bill of Materials (Reports » Bill of Materials)*. Здесь необходимо определить атрибуты компонентов, которые должны войти в BOM, задать формат и шаблон. Все атрибуты отлично транслируются со схемы OrCAD Capture, и их можно включить в BOM файл. Просто выберите их в разделе **All Columns** и поставьте напротив нужного атрибута метку в столбце **Show**. Отмеченные атрибуты отобразятся в основной таблице **Bill of Materials**. В разделе **Export Options** выберите формат выходного файла. Опции **Add to Project** и **Open Exported** позволяют добавить файл BOM непосредственно в структуру проекта и открыть после генерации соответственно. В секции **Excel Options** выберите подходящий шаблон Excel из папки с шаблонами (по умолчанию директория C:\Users\Public\Documents\Altium\AD18\Templates). Кнопка **Export** в левом нижнем углу окна *Bill of Materials* позволяет сгенерировать BOM (Рис. 11.3).

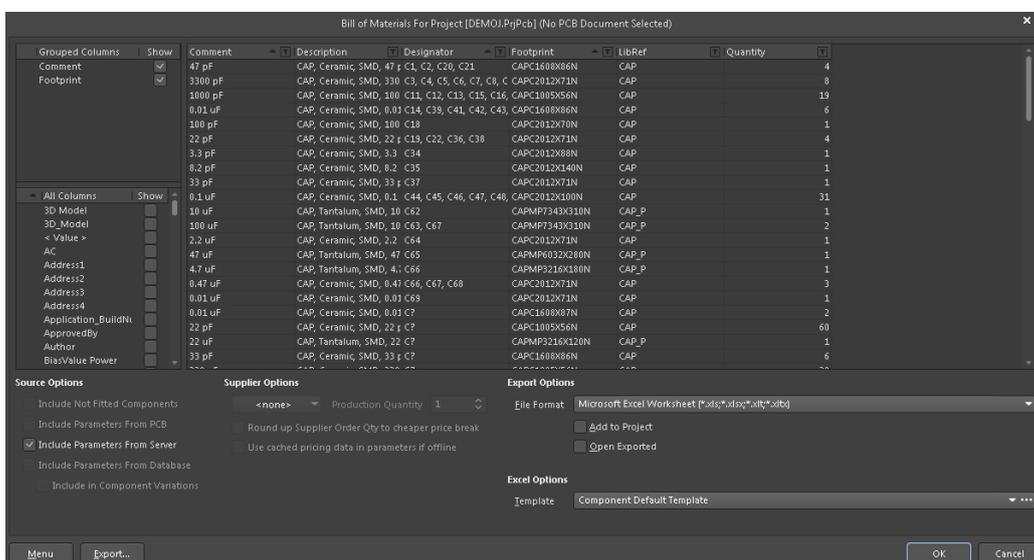


Рис. 11.3 - Окно настройки и генерации Bill of Materials в Altium Designer

## ActiveBOM

Одним из наиболее интересных и эффективных инструментов в Altium Designer является ActiveBOM. Это специальный тип документа с расширением .BomDoc, который вы можете добавить в проект стандартным способом, например, через меню **File » New » ActiveBOM Document**. Это интерактивный перечень элементов и одновременно спецификация для вашего проекта, который способен взаимодействовать с каталогами поставщиков через Интернет. БД поставщиков, такие как Farnell, Digi-Key, Future Electronics и других содержат каталоги на миллионы позиций с актуальной параметрической информацией и стоимостью. ActiveBOM в автоматическом режиме позволяет вам загрузить все ключевые атрибуты компонентов, которые необходимы для перечня и спецификации, а также подобрать оптимальную стоимость и поставщика. Кроме этого, ActiveBOM проверит текущие атрибуты компонентов на схеме на правильность заполнения, покажет какие компоненты имеют истекший срок годности или позиции, по которым нельзя найти поставщика.

Для автоматического поиска информации о компонентах вашего проекта на панели *Properties* в секции **Solutions** нажмите на кнопку **Manufacturer Link - Edit**. В окне *Define Manufacturer Link Fields* укажите название параметра, который отвечает за производителя и за номер компонента производителя (Рис. 11.4).

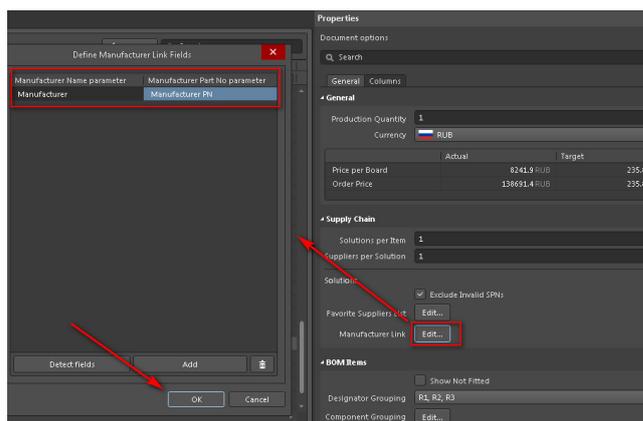


Рис. 11.4 - Выбор ключевых параметров компонентов на панели *Properties* при работе с ActiveBOM

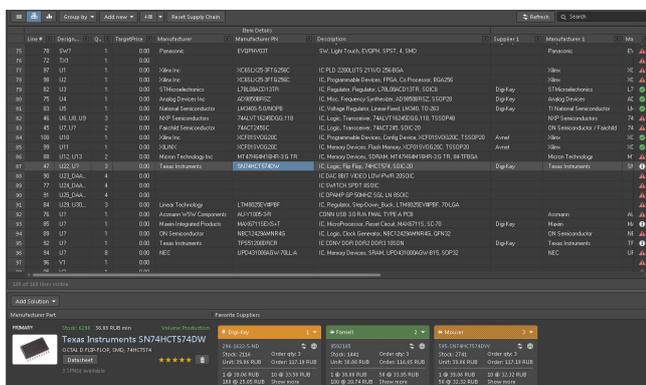


Рис. 11.5 - Окно ActiveBOM после загрузки решений для компонентов

Далее просто нажмите кнопку **Refresh** над списком компонентов и через некоторое время в нижней части окна ActiveBOM появятся все решения для каждого компонента, если они имеются (Рис. 11.5).

Обратите внимание на секцию **BOM Checks** в нижней части панели *Properties*, где вы сможете настроить проверку и увидеть ошибки для вашего BOM. Напротив каждой позиции BOM отражается ее статус по итогам проверки (Рис. 11.6).

Об этом инструменте можно долго рассказывать, но в рамках нашего руководства по переходу ограничимся данной первичной информацией, которая дает представление об этом замечательном инструменте. Сгенерировать выходной BOM вы также как и в предыдущем описанном способе можете через меню **Reports » Bill of Materials**, запуская эту команду в режиме работы с ActiveBOM.

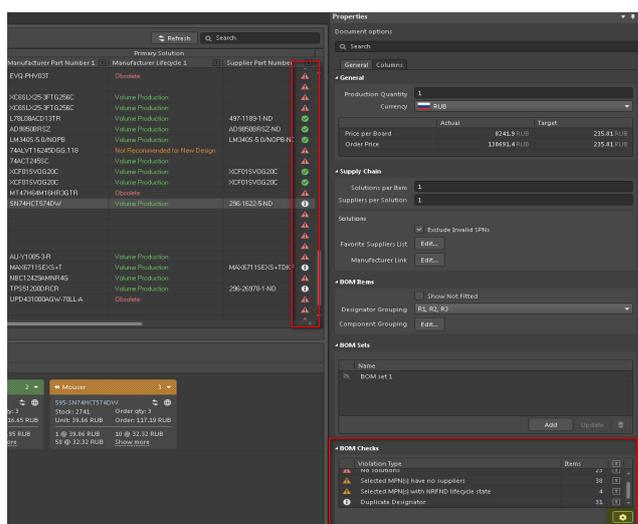


Рис. 11.6 - Проверка BOM на наличие ошибок

## 12. БАЗОВЫЕ НАСТРОЙКИ РЕДАКТОРА ТОПОЛОГИИ

Здесь будут рассмотрены настройки системы единиц, шага сетки, точки начала координат и цветовой палитры.

### Настройка системы единиц и шага сетки

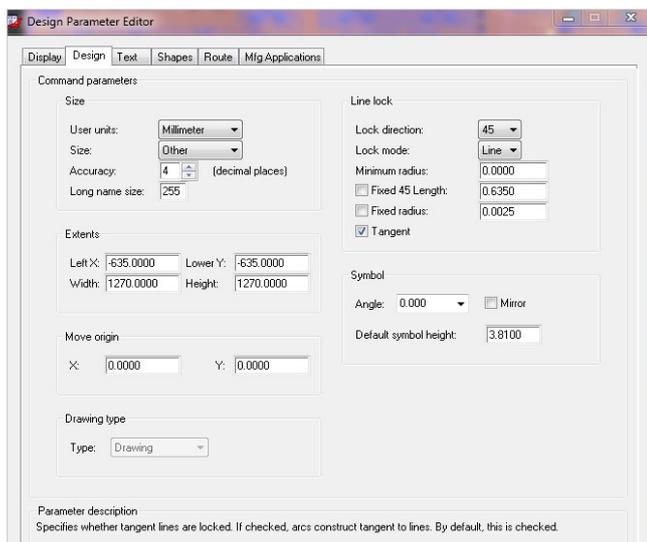


Рис. 12.1 - Настройки системы единиц в OrCAD PCB Editor

В OrCAD PCB Editor система единиц настраивается в диалоговом окне *Design Parameters Editor (Setup » Design Parameters)*, на вкладке **Design**. Здесь же вы можете настроить точность проекта, размер рабочего поля и другие параметры (Рис. 12.1).

Шаг сетки можно настроить в это же диалоговом окне на вкладке **Display** через кнопку **Grids** или через меню **Setup » Grids**. В диалоговом окне настройки сетки вы можете задать сетку для каждого слоя по отдельности или для всех сразу. Существует две сетки **Etch** и **Non-Etch** – для всех сигнальных слоев и для всех несигнальных соответственно (Рис. 12.2).

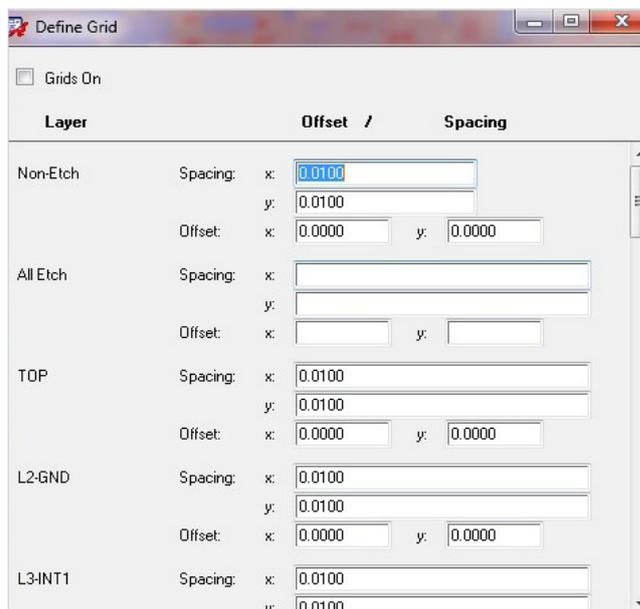


Рис. 12.2 - Настройка сетки в OrCAD PCB Editor

Настройка единиц измерения и шага сетки в Altium Designer происходит через панель *Properties* в режиме **Board** (который активен, когда в рабочей области нет выделенных объектов) в секции Grid Manager (Рис. 12.3).

Вы можете оставить в **Grid Manager** только глобальную сетку и изменять ее шаг при помощи клавиши **G**. Дополнительно при помощи кнопки **Add** можно добавить дополнительную прямоугольную или полярную сетку. Можно менять область действия сетки, например, использовать ее только для размещения компонентов.

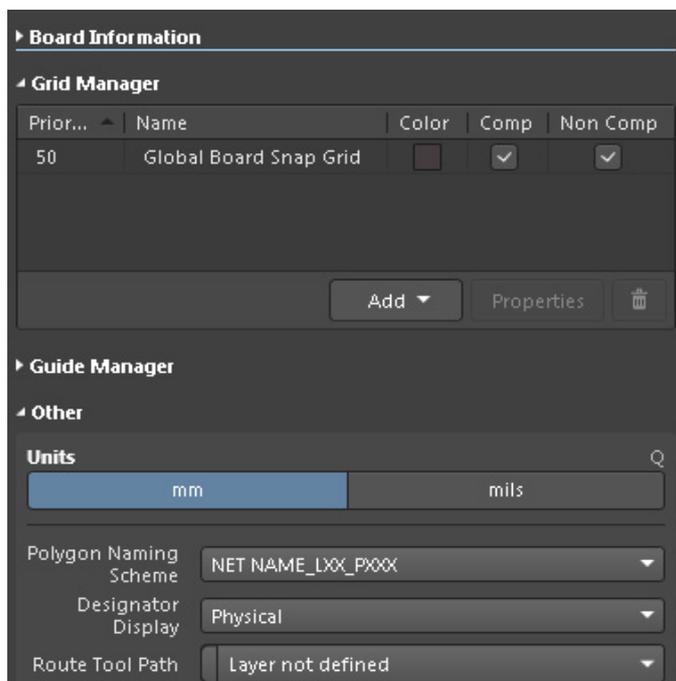


Рис. 12.3 - Настройка шага сетки в Altium Designer на панели *Properties*

## Точка начала координат

В OrCAD PCB Editor точку начала координат можно переместить по команде **Setup » Change Drawing Origin**. Вы можете отключить отображение данной точки через диалоговое окно *Design Parameter Editor* (**Setup » Design Parameters**), опция **Display Origin** на вкладке **Display**. Также в настройках **Display – Color/Visibility – Drawing Format** можно поменять цвет и отключить соответствующий слой *Drawing\_Origin* (Рис. 12.4).

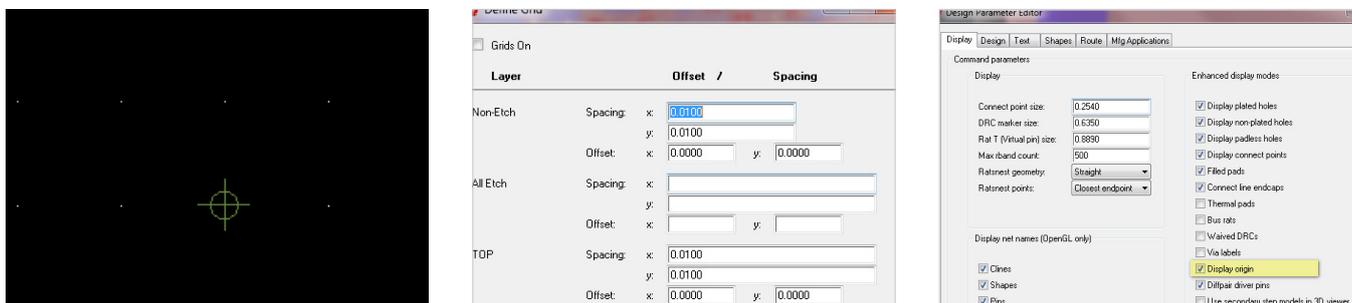


Рис. 12.4 - Вид и настройка точки начала координат в OrCAD PCB Editor

В Altium Designer вы также можете перенести точку Origin при помощи команды меню **Edit » Origin » Set**. Команда **Reset** в этом меню позволяет перенести Origin в положение по умолчанию. Изменение видимости и цвета Origin возможно через панель *View Configuration* (Рис. 12.5).

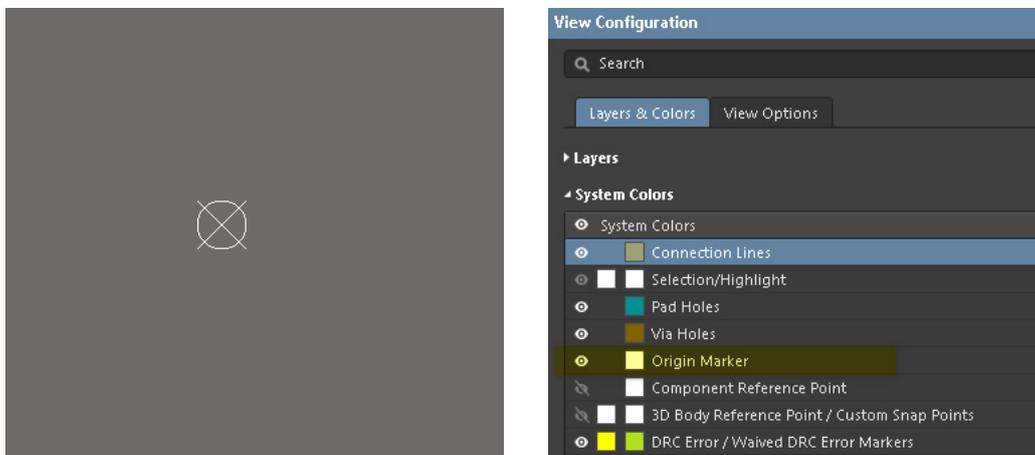


Рис. 12.5 - Вид и настройка начала координат в Altium Designer

## Контроль цвета и видимости объектов и слоев

В OrCAD контроль видимости и цветовых настроек можно вести через диалоговое окно *Color Dialog* (**Display » Color/Visibility**). Здесь в категории **Display** вы можете настроить системные цвета, например, Background, Via, Grids и т.д. (Рис. 12.6).

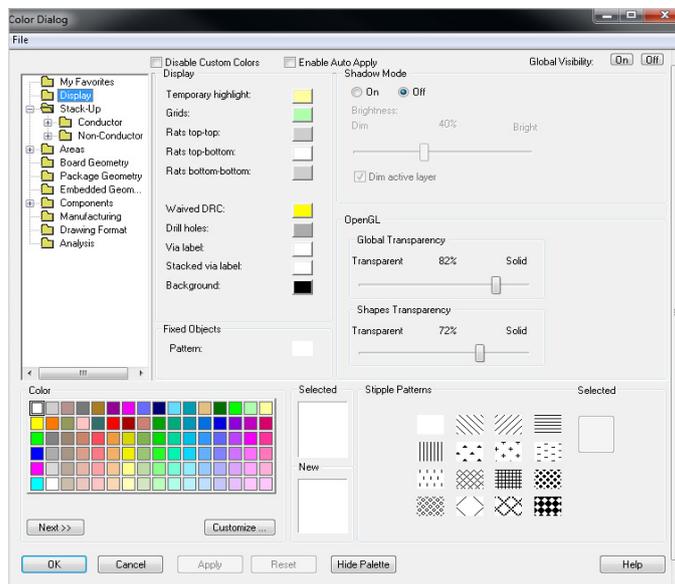


Рис. 12.6 - Окно настройки системных цветов в OrCAD PCB Editor

Помимо этого для пользователей доступна панель *Visibility*, где можно быстро поменять цвет и видимость для сигнальных слоев и слоев Plane. В выпадающем списке **Views** можно выбрать сочетания видимых слоев, которые в данный момент необходимы пользователю (Рис. 12.7).

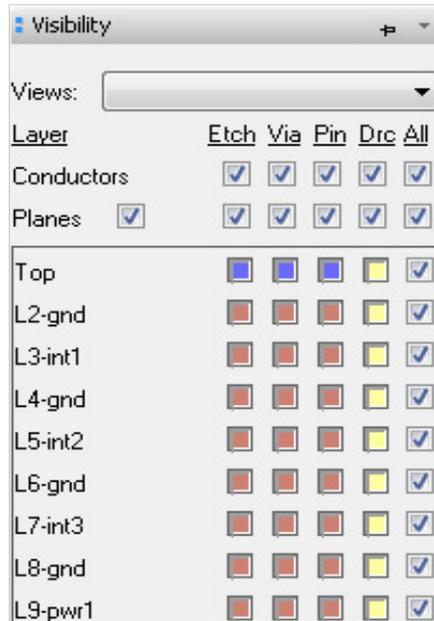


Рис. 12.7 - Панель *Visibility* в OrCAD PCB Editor

Altium Designer помимо панели *View Configuration*, где вы можете управлять системными цветами и цветами слоев, также позволяет вам оперативно менять цвета при помощи ленты слоев, расположенной под изображением платы. Просто нажмите ПКМ и выберите интересующее вас команду (Рис. 12.8).

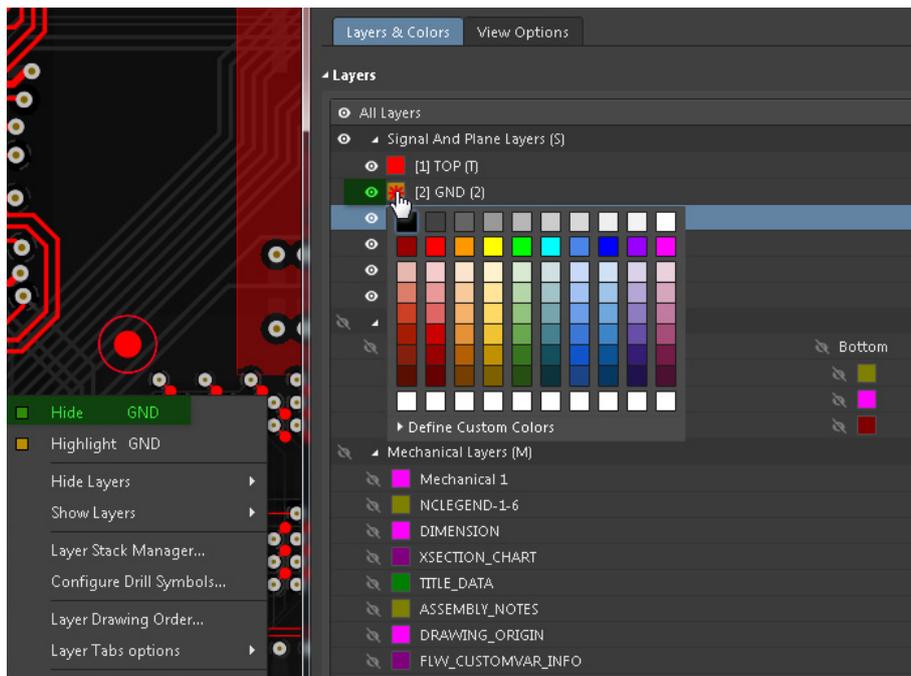


Рис. 12.8 - Изменение цвета и видимости слоев в Altium Designer

Вы также можете переходить в режим отображения одного слоя при помощи клавиш **Shift+S**. В это режиме вы можете видеть контуры остальных (помимо активного) слоев и при повторном нажатии **Shift+S** полностью их скрыть. Эту настройку вы также можете поменять на панели *View Configuration* на вкладке **View Options** (Рис. 12.9).

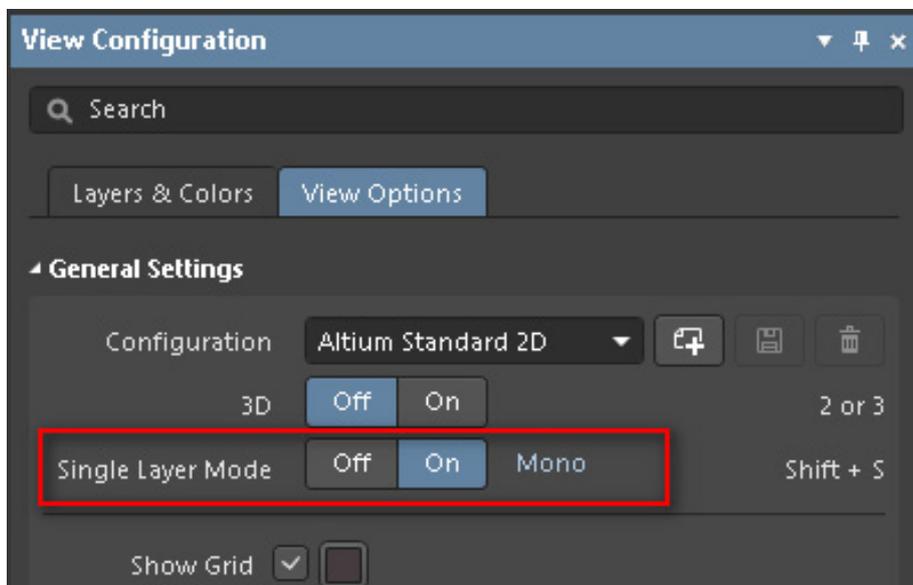


Рис. 12.9 - Переключение в режим одного слоя в Altium Designer

## 13. СОЗДАНИЕ ШАБЛОНА ТОПОЛОГИИ

В данной разделе будут рассмотрены вопросы создания контура платы, размещения крепежных отверстий и зон запрета для трассировки проводников и размещения компонентов.

### Создание контура платы

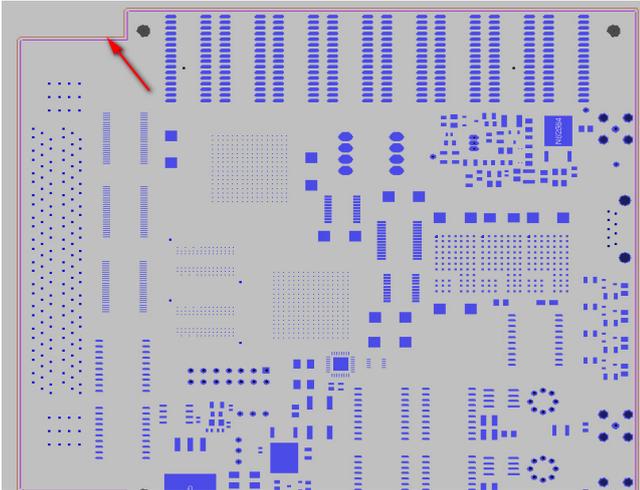


Рис. 13.1 - Контур платы в OrCAD PCB Designer

Контур печатной платы в OrCAD PCB Designer размещается на специальном зарезервированном слое (подклассе) `Board_Geometry\Outline`. Вы можете нарисовать его при помощи линий или полигонов. Специальным цветом область платы не отличается от остального рабочего поля (Рис. 13.1).

В Altium Designer наличие линий контура необязательно. Область печатной платы отображается отдельным цветом, который можно настроить через панель *View Configuration* в секции **System Colors**. Через панель *Properties* вы легко сможете поменять слой линии контура. Даже если эта линия была удалена, то ее легко восстановить по команде **Design » Board Shape » Create Primitives From Board Shape**. Как правило под линию контура выбирается отдельный механический слой (Рис. 13.2).

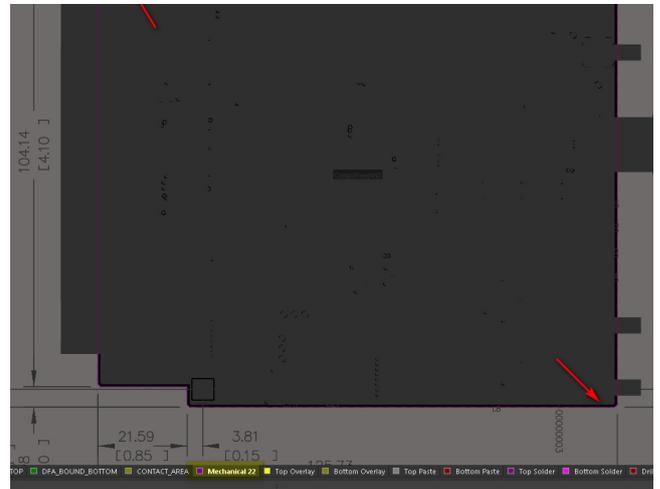


Рис. 13.2 - Контур физических границ платы на слое *Mechanical 22*

Область контура физических границ в Altium Designer можно построить несколькими способами:

1. Вручную, при помощи линии или другого графического объекта из меню **Place**

Установите базовую точку через меню **Edit » Origin » Set**. Выберите линию **Place » Line** и начните рисовать контур на одном из механических слоев, например, *Mechanical 1* (дополнительные слои можно активировать через панель *View Configuration*). Вы можете использовать последовательное нажатие клавиш **J**, **L** для ввода точек контура по координатам. Нарисуйте замкнутый контур, выделите его и используйте команду **Design » Board Shape » Define From Selected Objects**. Новый контур готов.

2. Путем загрузки данных из файлов AutoCAD (DXF, DWG)

Выберите **File » Import DXF/DWG**. Укажите единицы измерения проекта и сопоставьте слои AutoCAD механическим слоям Altium Designer. После загрузки контура примените команду **Board Shape » Define From Selected Objects**.

3. Созданием контура из 3D модели в формате STEP, SolidWorks, Parasolid

Перейдите в 3D режим нажатием клавиши **3**. Далее выберите команду **Place » 3D Body**. Через панель *Properties* выберите тип модели *Generic*. На той же панели выберите кнопку **Choose** для загрузки модели из внешнего файла. После загрузки модели примените команду **Design – Board Shape – Define From 3D Body**. Эта команда выполняется в три действия:

- необходимо выбрать загруженную деталь платы;
- затем выбирается лицевая грань;
- в окне выбора стороны платы достаточно нажать **Close** с опциями по умолчанию.

После этого контур будет готов. Основное отличие от второго способа заключается в том, что 3D модель может содержать вырезы и отверстия, которые автоматически распознаются в Altium Designer.

## Отверстия для крепления платы

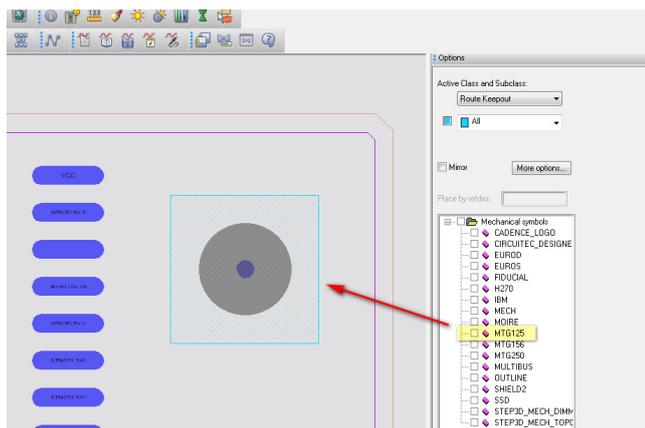


Рис. 13.3 - Размещение крепежных отверстий в OrCAD PCB Editor

Крепежные отверстия размещаются как отдельный тип символов из файла *\*.bsm*, за размещение библиотеки которых отвечает переменная *psmpath*. Вам необходимо создать папку в Pad Designer. Затем создать механический символ в OrCAD PCB Editor через меню **File » New » Mechanical Symbol**. Одно механическое отверстие – это два файла *\*.dra* и *\*.bsm*. Проще всего механическое монтажное отверстие разместить в режиме *Placededit* через панель *Options*. При этом в меню **Place » Manually** вы должны выбрать размещение таких символов (Рис. 13.3).

В Altium Designer падстек с отверстиями находятся на специальном слое, Multi-Layer. Монтажные отверстия размещаются по команде **Place » Pad**. Все настройки отверстий можно найти на панели *Properties*. Размещать их также можно по координатам при помощи клавиш **J, L** (Рис. 13.4).

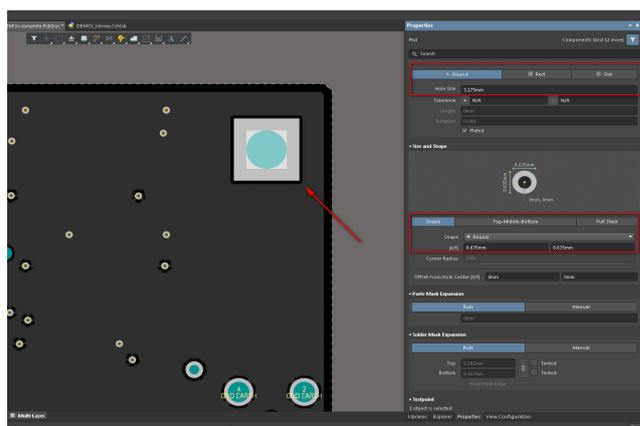


Рис. 13.4 - Крепежные отверстия и их параметры на панели *Properties*

## Зоны запрета для трассировки и размещения компонентов

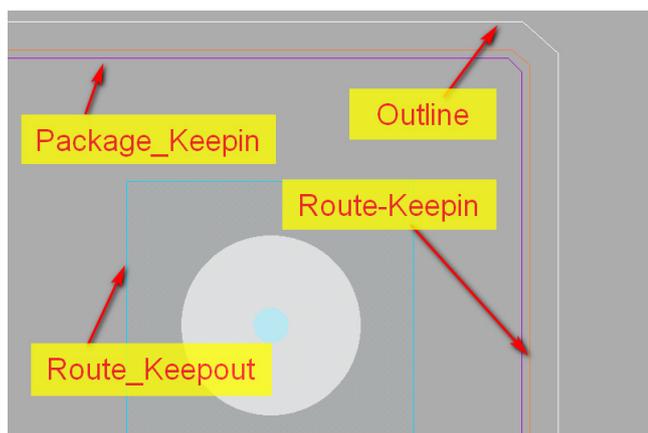


Рис. 13.5 - Контрольные зоны для размещения и трассировки в OrCAD PCB Editor

В OrCAD зоны запрета и зоны разрешения формируются на разных слоях. Для создания зоны, разрешенной для трассировки и размещения используются классы слоев *Route\_Keepin* и *Package\_Keepin* соответственно. Классы, запрещающие трассировку и размещение называются *Route\_Keepout* и *Package\_Keepout*. Вы можете нарисовать эти зоны линиями или полигонами. Для этого в том числе можно использовать команды из меню **Setup » Areas**. Для упрощения создания данных областей можно воспользоваться построением эквидистантного контура вдоль границы платы или выреза по команде **Edit » Z Copy** (Рис. 13.5).

В Altium Designer вы можете использовать специальный слой *Keep-Out*, на котором размещаются зоны запрета. Такую зону можно нарисовать при помощи меню **Place » Keepout** или **Active Bar**. Команды для создания зоны *Keep-Out* активны только когда активным является слой *Keep-Out*. Также разработчики часто делают зону *Keep-Out* по границе платы.

Отдельно стоит отметить, что через панель *Properties* вы можете выбрать то, какие объекты запрещает конкретная зона *Keepout* (Рис. 13.6).

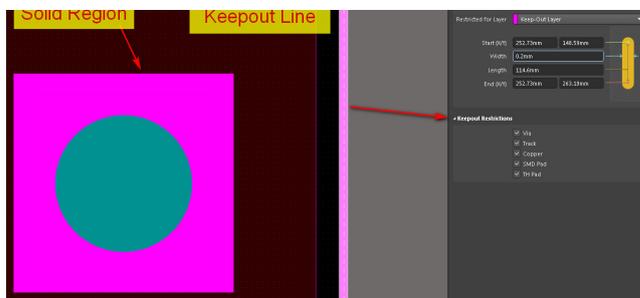


Рис. 13.6 - Зона запрета *Keepout* в виде линии и региона в Altium Designer

## 14. СОЗДАНИЕ СТЕКА СЛОЕВ И ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ

В этой части речь пойдет о создании стека слоев печатной платы и описания переходных отверстий.

### Создание стека слоев

В OrCAD PCB Editor через меню диалоговое окно *Layout Cross Selection (Setup » Cross-Section)* вы можете настроить стек слоев. Новый слой можно добавить через меню ПКМ в таблице слоев. Всего можно создать три типа слоя: *Conductor*, *Plane* и *Dielectric*. Вы можете указать все основные электрические характеристики: толщину, диэлектрическую проницаемость, тангенс потерь и т.д. Также для удобства ввода данных по каждому слою можно вести справочник слоев через меню *Setup » Materials*. В любой момент можно поменять значения характеристик слоев при помощи кнопки **Update Fields** в нижней части редактора стека. Опции **Show Impedance** и **Show Diff Impedance** позволяют задействовать калькулятор импеданса для одиночных сигналов и дифференциальных пар соответственно (Рис. 14.1).

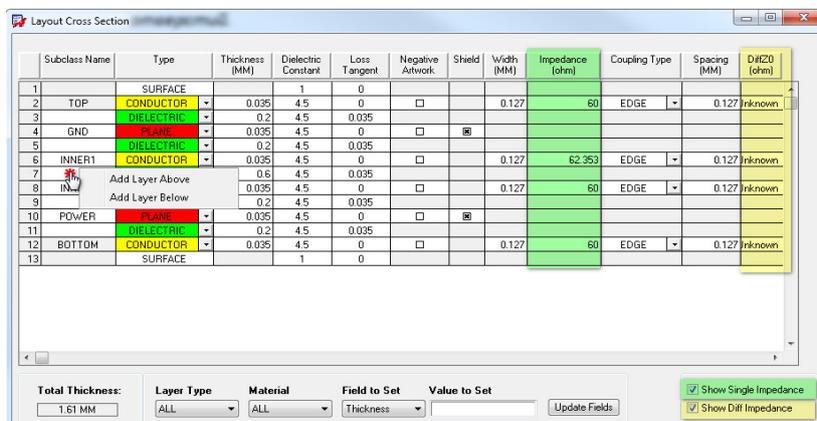


Fig. 14.1 - Layer stack editor in OrCAD PCB Editor

Управление структурой слоев в Altium Designer осуществляется через диалоговое окно *Layer Stack Manager (Design » Layer Stack Manager)*. Разработчики Altium Designer позаботились, чтобы у пользователя всегда под рукой были стандартные наборы слоев. Через кнопку *Presets* вы можете выбрать шаблон стека для вашего проекта, а затем при необходимости отредактировать его. Можно выбрать любую ячейку в таблице слоев и из меню ПКМ добавить или удалить слои. Кнопки **Move Up/Down** под таблицей позволяют менять положение слоя в стеке. Ввод слоев также зависит от настройки в правом верхнем углу менеджера стека – парой или по одному (Рис. 14.2).

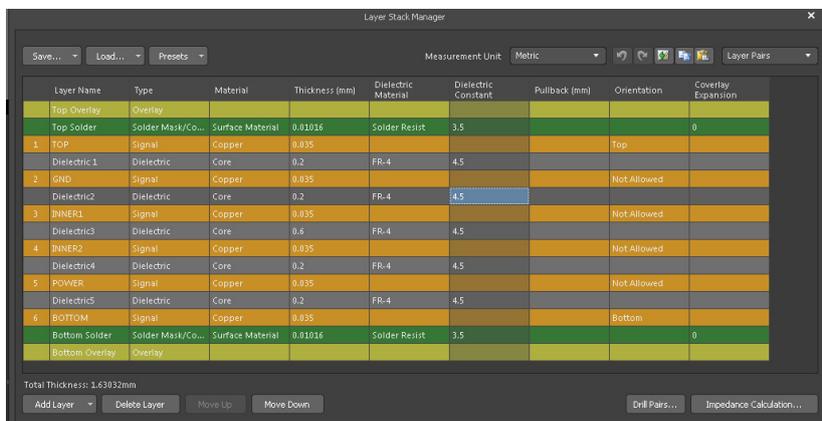


Рис. 14.2 - Редактор стека слоев печатной платы в Altium Designer

## Создание стека переходных отверстий

В OrCAD стеки отверстий формируются в Pad Designer. В OrCAD PCB Editor в диалоговом окне *Blind / Buried Vias (Setup) » V/B Via Definitions » Define V/B Via* вы можете сформировать глухие и скрытые отверстия, указывая начальный и конечный слой для любого стека из библиотеки (Рис. 14.3).

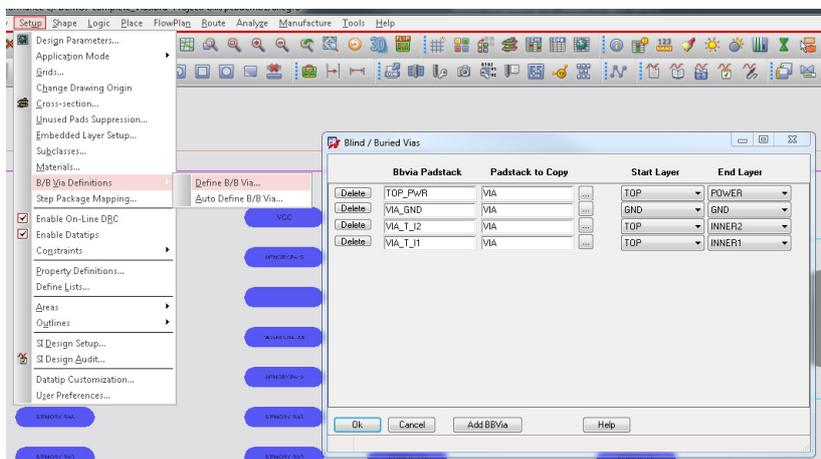


Рис. 14.3 - Создание стеков для глухих и слепых отверстий в проекте OrCAD PCB Editor

Дополнительно применяемость этих отверстий необходимо указать через **Constraint Manager** в разделе физических ограничений.

В Altium Designer для размещения переходных отверстий есть отдельная команда **Place » Via**. Настройка Via также происходит через панель Properties и похожа на настройку падстеков. Здесь вы указываете диаметр отверстия и контактной площадки. В выпадающем списке **Drill Pair** вы можете выбрать пару слоев, которые соединяет Via. Вы можете задать столько пар слоев, сколько вам необходимо при помощи кнопки **Drill Pairs**. Такая же кнопка есть и в менеджере стеков. В окне *Drill-Pair Manager* вы можете добавлять каждую пару по отдельности при помощи кнопки **Add** или добавить все возможные варианты с учетом стека платы по кнопке **Create Pairs From Layer Stack** (Рис. 14.4).

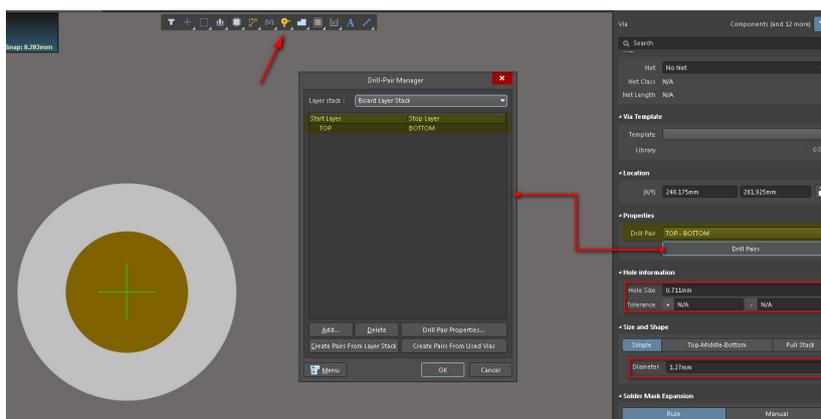


Рис. 14.4 - Настройка параметров переходных отверстий в Altium Designer

Вы также можете использовать шаблоны переходных отверстий из библиотеки Pad And Via. Чуть позже будет рассмотрено специальное правило проектирования, при помощи которого вы можете управлять параметрами Via для конкретных цепей и их классов.

## 15. УПАКОВКА СХЕМЫ И ПЕРЕХОД К РАЗРАБОТКЕ ТОПОЛОГИИ

В этой части будет рассмотрен вопрос о загрузке данных в редактор печатных плат для начала трассировки и размещения. В *Altium Designer*, у вас есть возможность строго контролировать изменения, которые передаются между редакторами.

### Список цепей и сообщение об ошибках

Передача изменений между схемой и платой в OrCAD PCB Designer осуществляется либо из схмотехнического редактора, либо из редактора топологии. В первом случае используется диалоговое окно *Create Netlist* (**Tools** » **Create Netlist**) (Рис. 15.1).

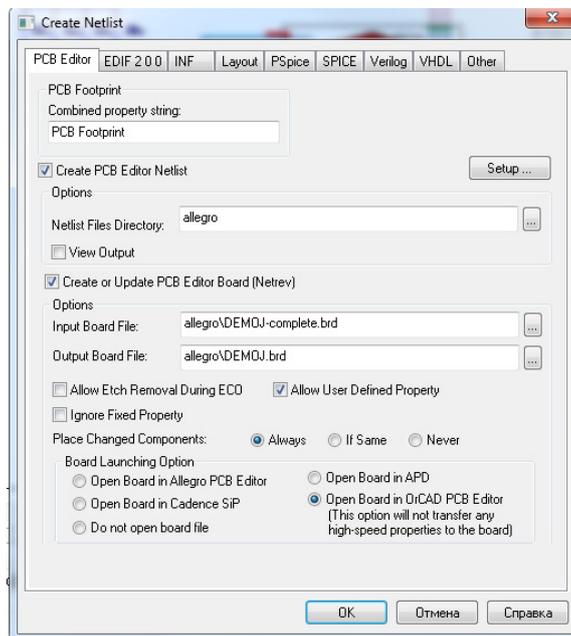


Рис. 15.1 - Окно генерации нетлиста в OrCAD Capture

Здесь нет каких-либо дополнительных опций и все ошибки и предупреждения фиксируются в журнале сообщений (Session Log), который доступен через меню **Windows** » **Session Log** (Рис. 15.2).

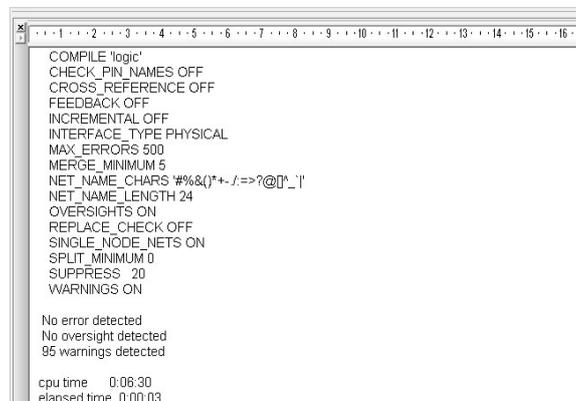


Рис. 15.2 - Сведения об упаковке схемы в журнале сообщений OrCAD Capture

В OrCAD формируется три файла нетлиста в подпапке allegro в папке проекта: pstxner.dat, pstxprt.dat, pstchip.dat. Эти три файла тесно взаимосвязаны, и при потере одного из них необходимо заново сгенерировать нетлист. Если при генерации система обнаруживает грубые ошибки, то генерация нетлиста прерывается и пользователю необходимо исправить все ошибки на основе журнала сообщений.

В OrCAD PCB Editor для передачи изменений из схемы вам доступно меню **File » Import » Logic** (Рис. 15.3).

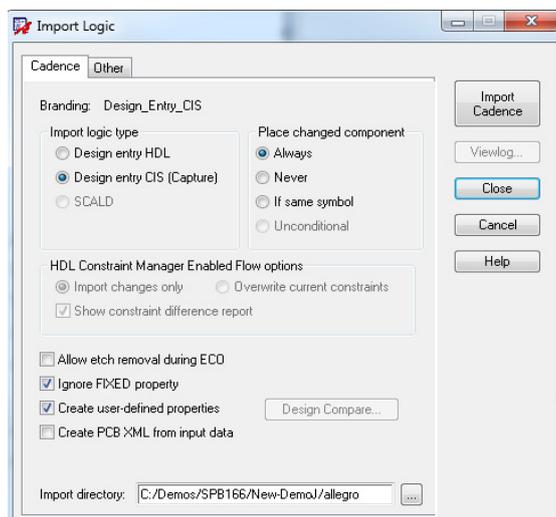


Рис. 15.3 - Окно передачи изменений из схемы в OrCAD PCB Editor

Здесь в строке **Import directory** вам необходимо указать путь к папке с нетлистом. Просмотр лога с ошибками возможен через меню **File » Viewlog** и файл netlist.log.

В Altium Designer для передачи данных на печатную плату из схемного редактора используется команда **Design » Update PCB Document <название\_файла\_PCB>**. Аналогичную функцию предоставляет команда меню **Design » Import Changes From <название\_проекта\_PCB>** из топологического редактора. В результате выполнения обеих команд на экране возникает список изменений Engineering Change Order. Пользователь в отличие от OrCAD здесь не имеет дело с текстовым нетлистом и все изменения и сообщения об ошибках фиксируются в одном окне.

Пользователю для проверки изменений и окончательного их утверждения предлагается нажать на кнопки **Validate Changes** и **Execute Changes** соответственно (Рис. 15.4).

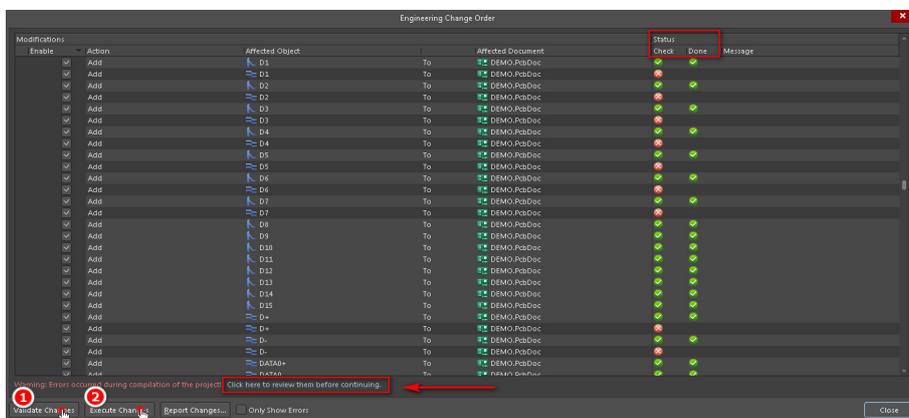


Рис. 15.4 - Окно передачи данных из схемы в редактор топологии в Altium Designer

Все изменения делятся на категории, которые вы можете свернуть. Например, в категории *Add Nets* перечисляются все цепи, которые будут переданы в топологию, а напротив каждой цепи слева стоит метка, которая разрешает ее передачу. Выберите любое изменение из списка и нажмите ПКМ. В этом меню вы можете выбрать различные действия, например, отказаться от передачи изменений конкретной категории.

В случае, если изменение передать невозможно, и оно не проходит проверку, то появляется красная метка в столбце **Check**. Зеленая метка означает, что изменение проверено и передано в редактор топологии.

Обратите также внимание на предупреждение, которое может появляться в нижней части окна *Engineering Change Order: Warning: Errors Occurred during compilation of the project!*. Далее вы можете нажать на надпись *Click here to review them before continuing* для запуска компиляции и вывода списка ошибок на схеме, чтобы вы могли исправить наиболее критичные из них.

## Обзор объектов в редакторе топологии после первой загрузки

В OrCAD PCB Editor компоненты и цепи не появляются на экране автоматически. Вы можете просмотреть список загруженных компонентов, комнат, цепей и дифференциальных пар различными способами. Например, полный список компонентов может быть выведен через панель *Options* в режиме **Placement Edit** (Рис. 15.5).

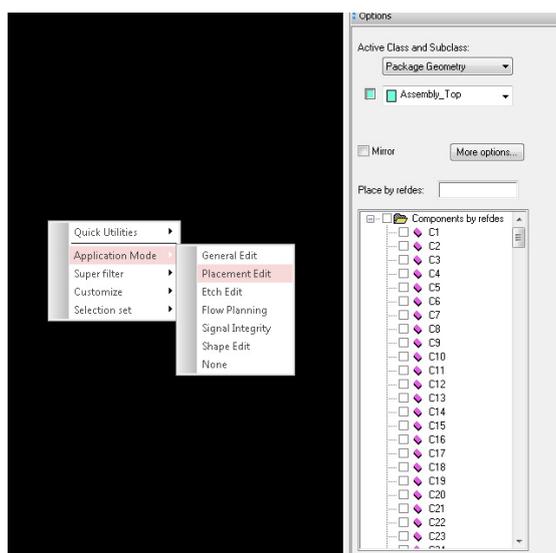


Рис. 15.5 - Список компонентов на панели *Options* в OrCAD PCB Editor

Также полный список компонентов и цепей может быть выведен в *Constraint Manager*, через панель *Find*, отчеты и т.д.

В Altium Designer после загрузки данных на печатную плату все компоненты и связи будут размещены справа от области платы. Список всех компонентов, цепей, классов будет доступен на панели *PCB* (Рис. 15.6).

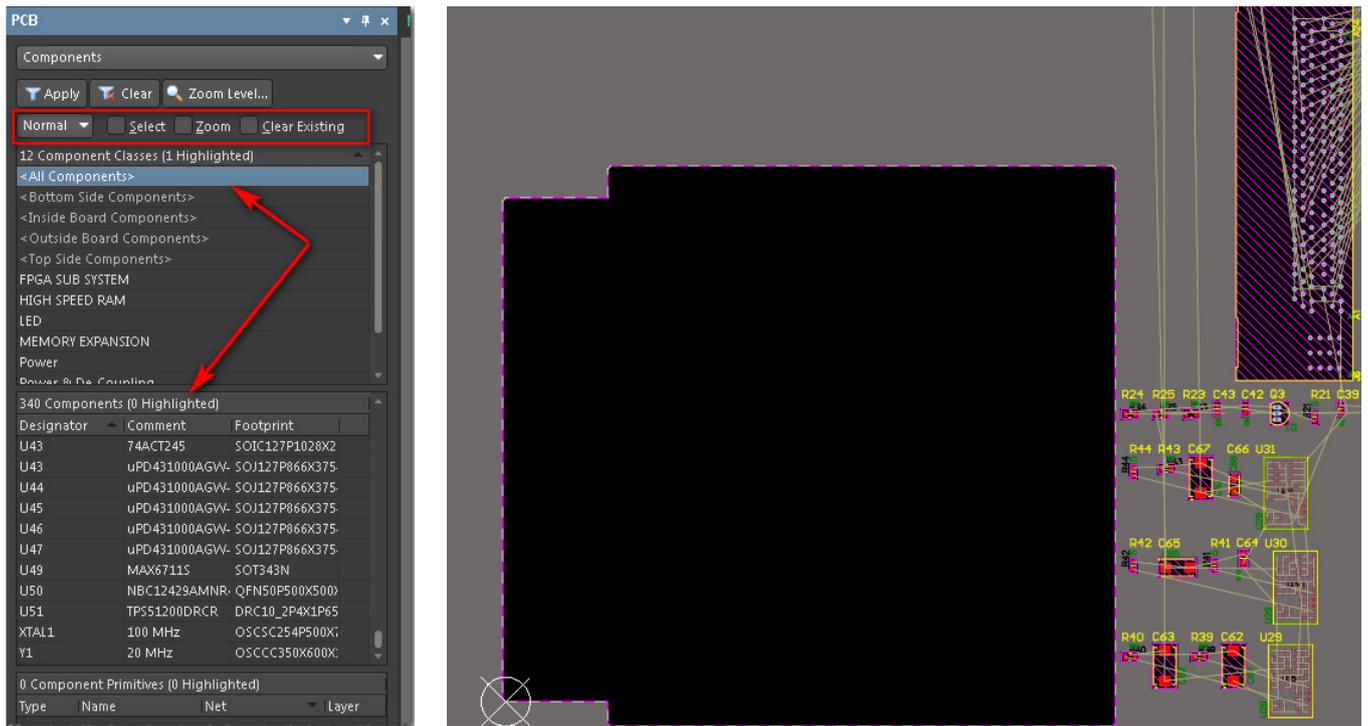


Рис. 15.6 - Компоненты и цепи после загрузки в редактор топологии Altium Designer

В следующих главах мы рассмотрим вопросы компоновки платы и размещения компонентов.

## 16. РАЗМЕЩЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ

В этой части мы рассмотрим инструменты для размещения компонентов.

### Размещение вручную

В OrCAD PCB Editor для размещения компонентов вручную вы можете воспользоваться режимом **Placement Edit**, при работе в котором список компонентов отображается на панели *Options*. Вы просто выделяете компоненты и ставите их в область платы (Рис. 16.1).

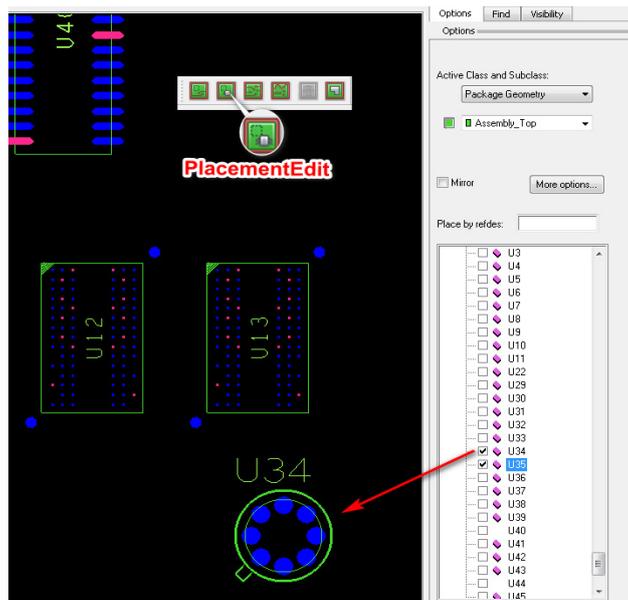


Рис. 16.1 - Размещение компонентов вручную

Также размещение можно вести при помощи команды меню **Place » Manual** (Рис. 16.2).

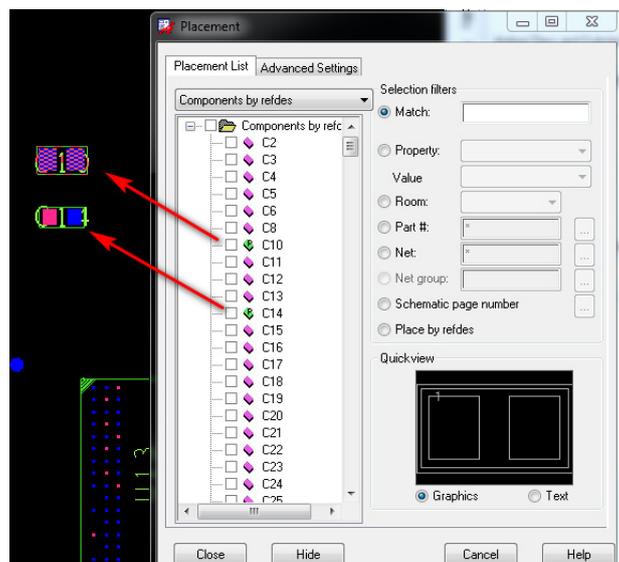


Рис. 16.2 - Размещение компонентов по команде **Place » Manual**

В Altium Designer размещение компонентов вручную можно осуществлять схожими с OrCAD способами. Поскольку все компоненты, после загрузки данных из схемы, размещаются в пространстве редактора топологии, то вы можете вручную переносить их по одному или группой на область платы. Кроме этого, вы можете вывести список компонентов на панели PCB и также, как в OrCAD, переносить их из списка на плату (Рис. 16.3).

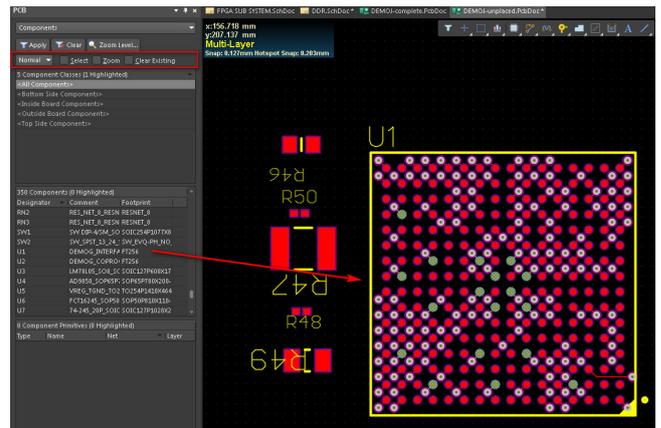


Рис. 16.3 - Размещение компонентов при помощи панели PCB в Altium Designer

## Быстрое (полуавтоматическое) размещение компонентов

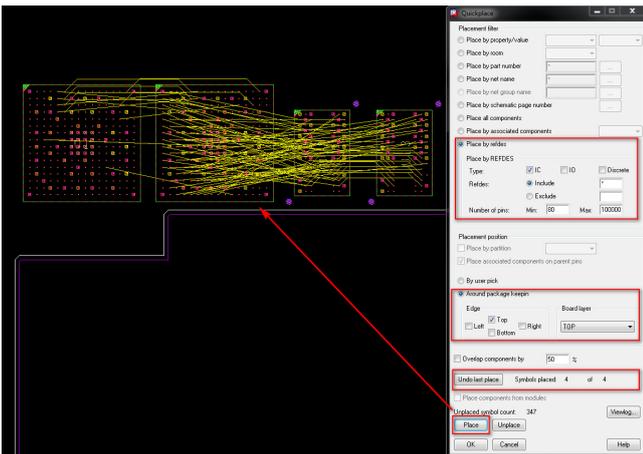


Рис. 16.4 - Меню быстрого размещения компонентов в OrCAD PCB Editor

Для быстрого размещения компонентов в OrCAD вы можете воспользоваться диалоговым окном *Quickplace* (Place » Quickplace). Здесь вам предлагается использовать достаточно богатый набор опций. Вы можете выбрать размещение на основе свойства компонентов, подключенной цепи, номера схемы, позиционных обозначений, количества выводов и т.д. (Рис. 16.4).

В Altium Designer для быстрого размещений компонентов вы можете использовать группу команд **Tools » Component Placement**. Большинство из этих команд работает, если вы предварительно выделите компоненты, которые необходимо разместить. Например, это можно сделать при помощи панели PCB. Установите опцию **Select** и **Clear Existing**, выделите в классе **All Components** компоненты, которые вы хотите разместить и воспользуйтесь командой **Tools » Component Placement » Arrange Within Rectangle**. Далее просто нарисуйте курсором в области платы прямоугольник, где должны размещаться компоненты (Рис. 16.5).

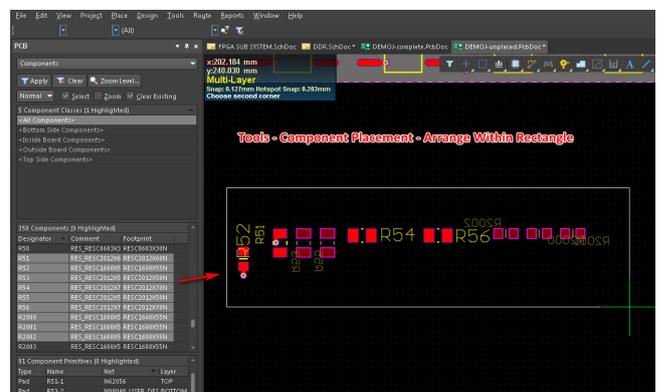


Рис. 16.5 - Размещение компонентов в прямоугольнике в Altium Designer

## Размещение компонентов по схеме

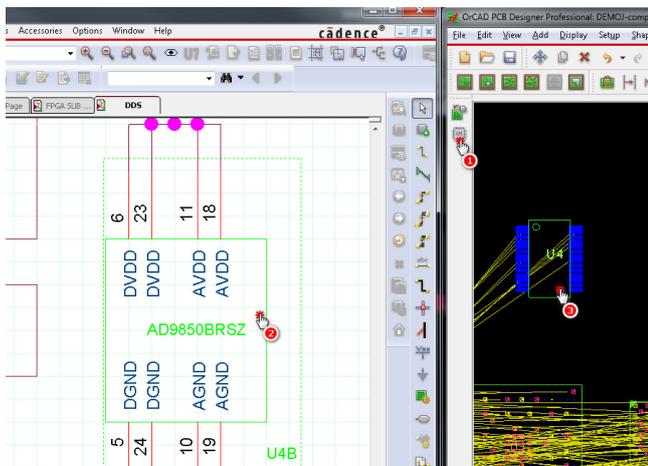


Рис. 16.6 - Размещение компонентов по схеме в OrCAD

Вы можете выделять компоненты на схеме и ставить их посадочные места на плату. Для этого в OrCAD PCB Editor необходимо активировать команду размещения вручную или нажать на специальную кнопку на панели инструментов, которая запускает размещение вручную без появления на экране окна со списком символов посадочных мест. Далее вы выбираете один или несколько компонентов на схеме и последовательно ставите их на печатную плату (Рис. 16.6).

В Altium Designer для размещения компонентов по схеме вам необходимо сначала активировать режим перекрестного выделения **Tools » Cross Select Mode**. Далее вы можете выбирать компоненты в схематехническом редакторе. Затем активировать редактор топологии и использовать команду **Tools » Component Placement » Arrange Within Rectangle** (Рис. 16.5).

Конечно есть и другие инструменты в Altium Designer, которые вы можете использовать для размещения компонентов. В зависимости от конкретной ситуации вы можете использовать любой из них для повышения эффективности вашей работы.

## 17. СОЗДАНИЕ КЛАССОВ ОБЪЕКТОВ

В этой части мы рассмотрим вопросы связанные с созданием классов цепей и компонентов, дифференциальных пар и расширенных цепей (*xSignals*).

### Создание классов компонентов и цепей

В OrCAD PCB Editor классы формируются исключительно через *Constraint Manager (Setup » Constraint Manager)*. В любой из категорий правил вы можете выбрать список цепей и из меню ПКМ добавить новый класс (Рис. 17.1).

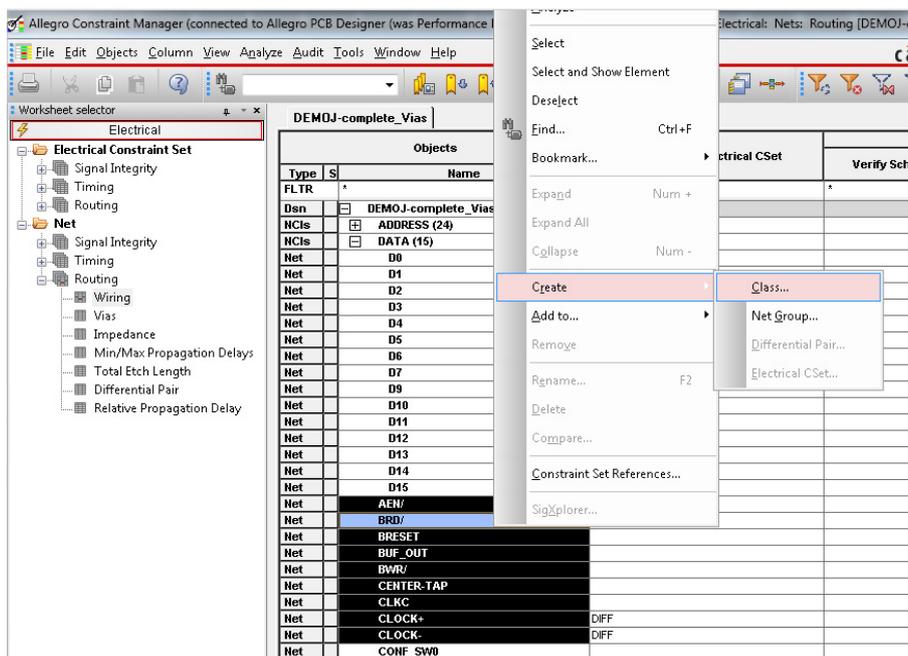


Рис. 17.1 - Создание класса цепей в OrCAD PCB Editor

Состав класса можно посмотреть только через *Constraint Manager*, который может работать параллельно с OrCAD PCB Editor.

Понятия класса компонентов в OrCAD нет. Вы можете создать комнату при помощи специального свойства **ROOM**, которое можно присвоить выбранным компонентам в OrCAD Capture или в *Constraint Manager*, в разделе Properties (Fig. 17.2).

Objects		Count	Origin		Rotation	Mirrored	Placement		Signal Model
Type	S		X	Y			Tag	Room	
			mm	mm					
Dsn							My*		
PrtD									
		38							
			6.250	53.200	90.000	YES		My_Room	
			23.000	46.800	0.000	YES		My_Room	
			16.950	47.300	0.000	YES		My_Room	
			11.900	47.300	0.000	YES		My_Room	
			29.600	50.800	0.000	YES		My_Room	
			29.600	53.200	0.000	YES		My_Room	
			23.000	50.800	0.000	YES		My_Room	
			11.900	50.800	0.000	YES		My_Room	
			6.700	50.800	0.000	YES		My_Room	
			23.000	53.200	0.000	YES		My_Room	
			11.900	53.200	0.000	YES		My_Room	
			16.950	53.200	0.000	YES		My_Room	
			16.950	50.800	0.000	YES		My_Room	

Рис. 17.2 - Свойство Room в Constraint Manager

В Altium Designer создание классов цепей и компонентов имеет важное значение. Во-первых, это упрощает управление большими массивами объектов и их визуализацию. Во-вторых, это позволяет назначать правила проектирования более избирательно с учетом логического деления схемных каскадов и интерфейсов. Самый простой способ сформировать класс цепей в редакторе топологии Altium Designer это использовать меню ПКМ – **Add Class** в секции классов на панели PCB. В появившемся окне укажите название класса, далее перенесите цепи из левого списка в правый для включения их в этот класс (Рис. 17.3).

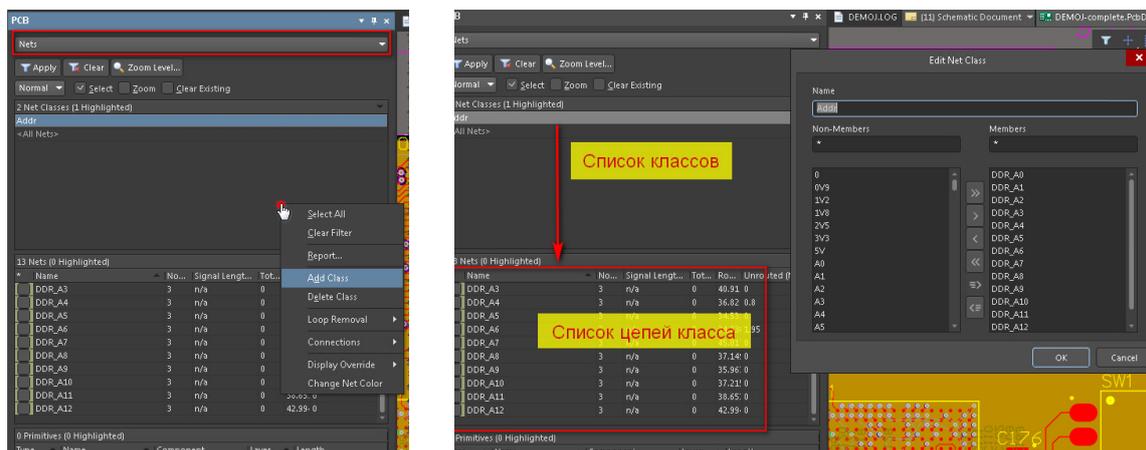


Рис. 17.3 - Создание классов цепей через панель PCB в Altium Designer

Аналогичным образом через панель PCB формируются классы для компонентов и других объектов.

В Altium Designer есть специальная команда для формирования классов в меню **Design » Classes**. Здесь вы можете создать классы для любого типа объектов. После этого они будут доступны через панель PCB (Рис. 17.4).

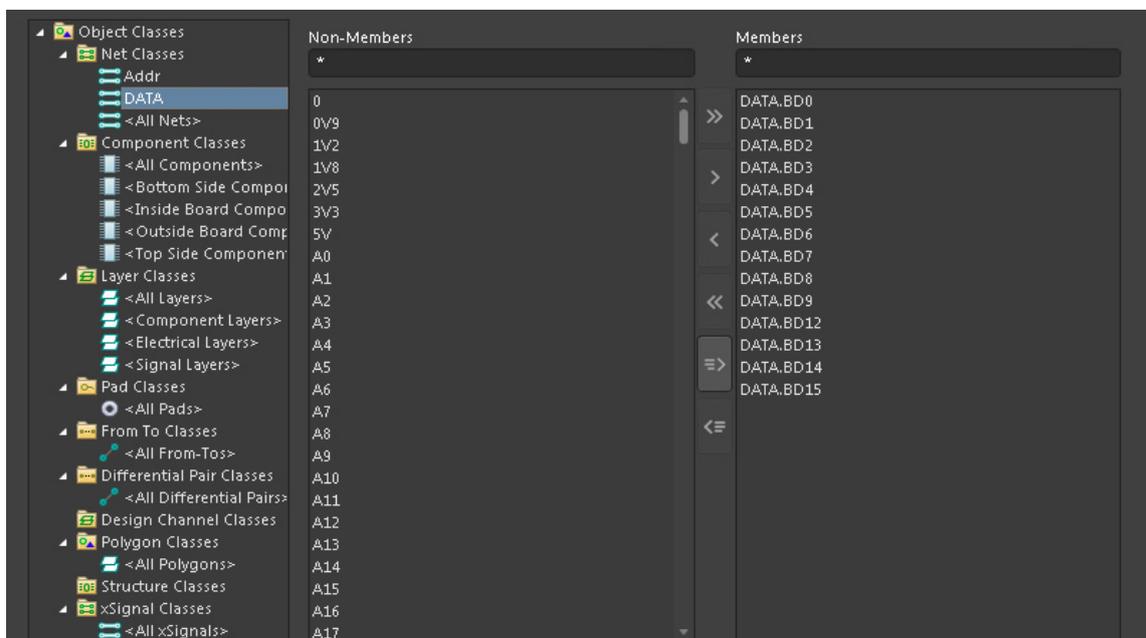


Рис. 17.4 - Окно создания классов через меню Design » Classes

## Создание дифференциальных пар

В OrCAD PCB Editor дифференциальную пару можно создать как в самом редакторе при помощи команды **Logic » Assign Differential Pair**, так и через *Constraint Manager*. Просто выберите две цепи и из правой кнопки мыши запустите команду **Create » Differential Pair** (Рис. 17.5).

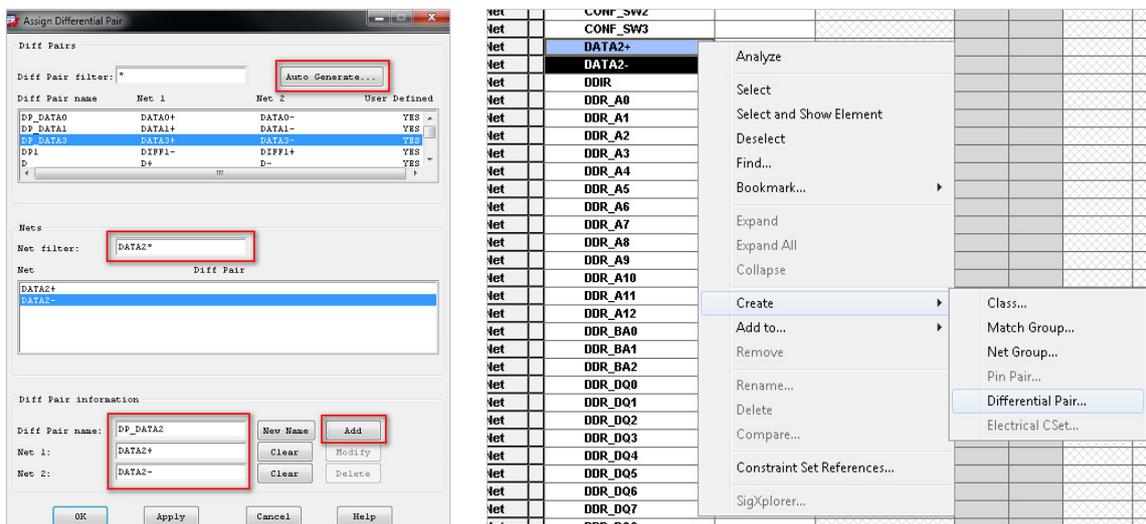


Рис. 17.5 - Создание дифференциальной пары в OrCAD PCB Editor и CM

Вы можете создать несколько дифференциальных пар воспользовавшись меню **Objects » Create Differential Pair** в CM и кнопкой **Auto Setup** (Рис. 17.6).

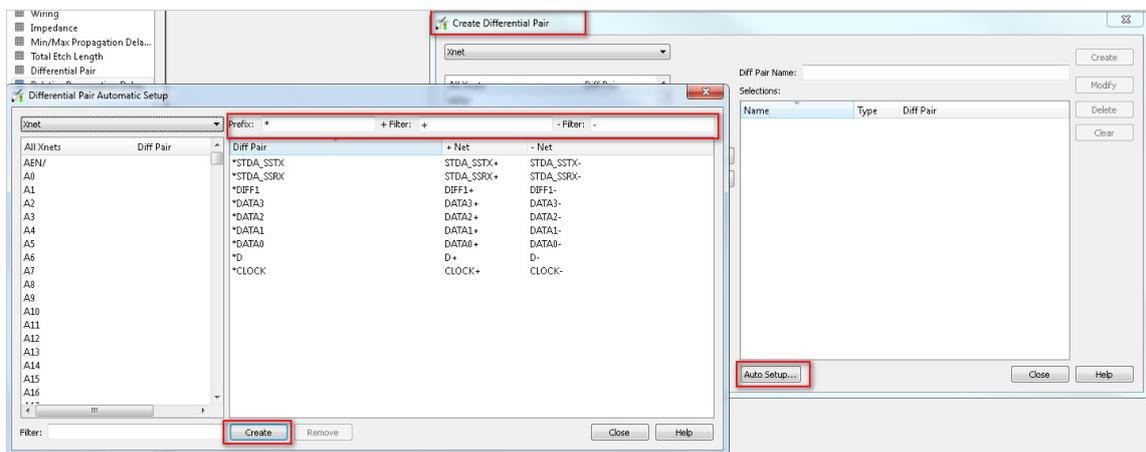


Рис. 17.6 - Автоматическое создание дифференциальных пар в CM

Подобным образом вы можете поступить и в Altium Designer. Самый простой способ создать дифференциальные пары – это воспользоваться панелью *PCB*. В верхней части этой панели выберите тип объектов – **Differential Pair Editor**. Создать все дифференциальные пары автоматически можно при помощи кнопки **Create From Nets** и соответствующего фильтра для цепей (Рис. 17.7).

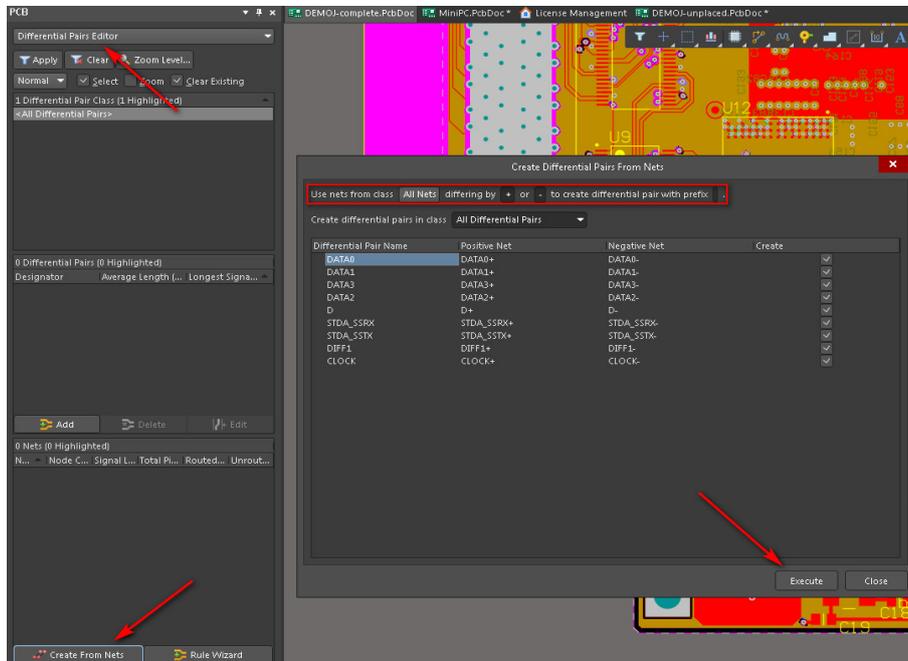


Рис. 17.7 - Автоматическое создание дифференциальных пар в Altium Designer

Там же, на панели *PCB* у вас есть возможность создать дифференциальную пару вручную при помощи кнопки **Add** (Рис. 17.8).

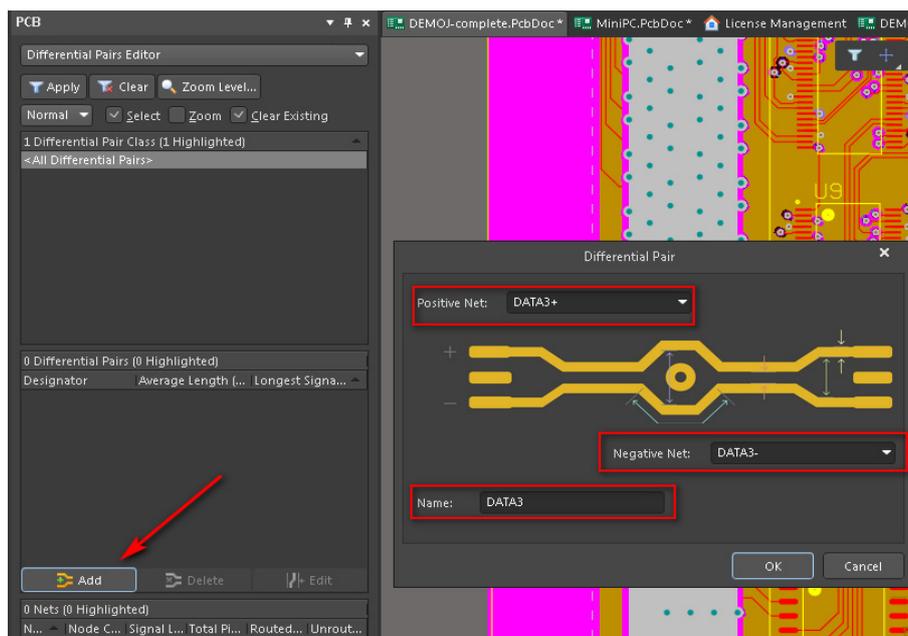


Рис. 17.8 - Создание дифференциальной пары вручную в Altium Designer

## Создание расширенных цепей

Под расширенной цепью понимается цепь, которая включает в себя весь путь прохождения сигнала от микросхемы-источника через цепочку последовательно подключенных дискретных пассивных компонентов до микросхемы-приемника. Например, в качестве набора расширенных цепей может выступать адресная шина интерфейса DDRx.

Для создания таких цепей в OrCAD вам необходимо назначить пассивным компонентам так называемые ESpice модели. Это можно сделать несколькими способами. Самый простой из них – это меню **Analyze » Model Assignment**. Находясь в этом меню, вам достаточно выбрать на плате пассивные компоненты и нажать на кнопку **Create Model** и выбрать **Create ESpiceDevice model** (Рис. 17.9).

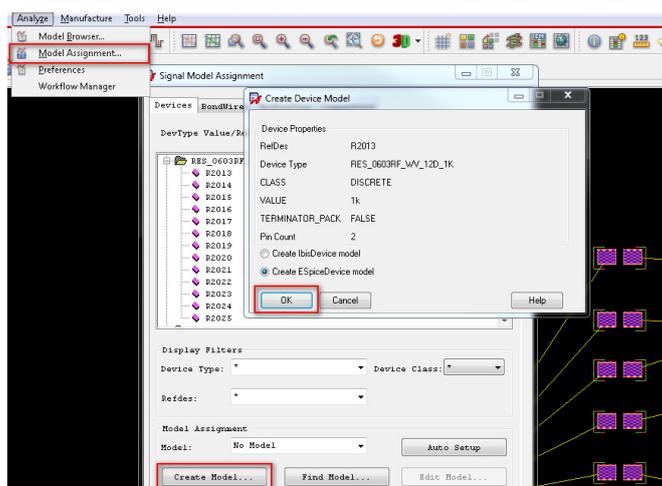


Рис. 17.9 - Создание ESpice моделей в OrCAD PCB Editor

Автоматически, цепи, которые соединяют данные пассивные компоненты, будут учитываться системой как XNet. Список XNet можно увидеть в CM (Рис. 17.10).

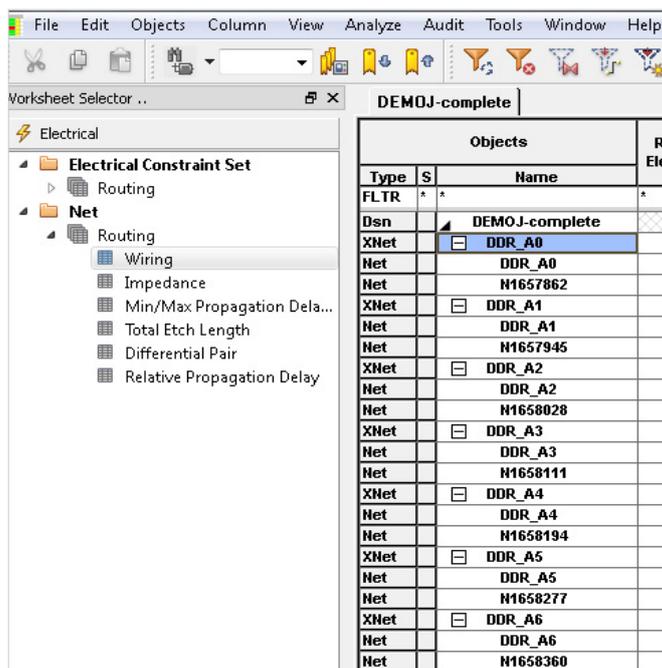


Рис. 17.10 - Список XNet в CM

Вы также можете воспользоваться мастером настройки проекта OrCAD PCB Editor, который включает настройку XNet через меню **Setup » SI Design Setup** (Рис. 17.11).

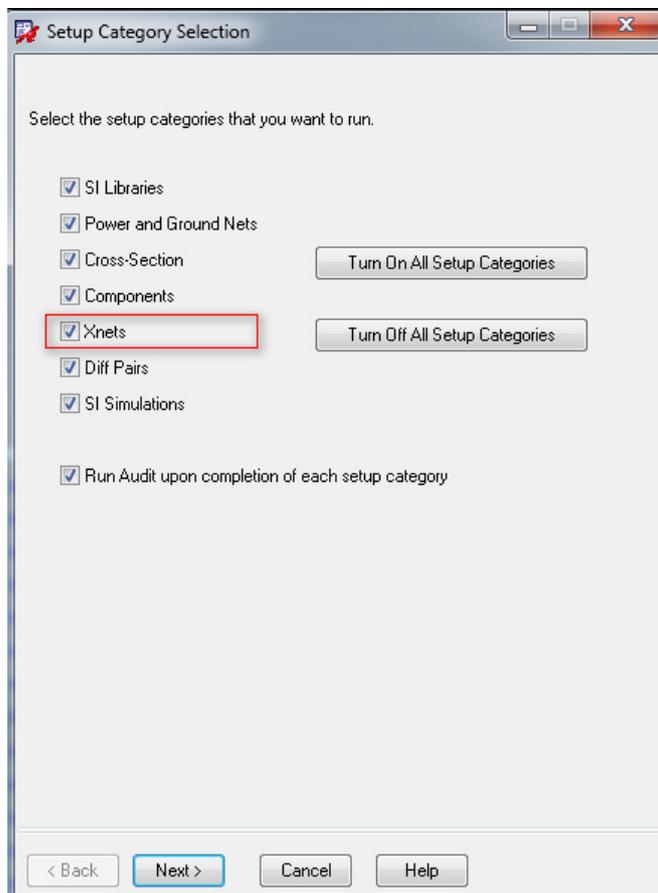


Рис. 17.11 - Мастер настройки проекта в меню **Setup » SI Design Setup** в OrCAD PCB Editor

В Altium Designer расширенные цепи называются xSignals. У разработчика есть несколько методов создания таких цепей. При помощи панели PCB вы также можете управлять классами и индивидуальными xSignals (Рис. 17.12).

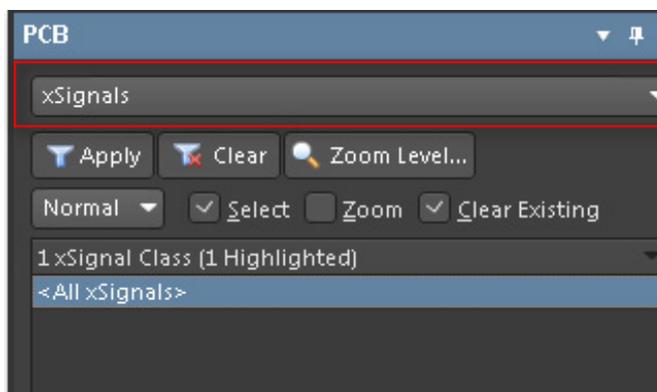


Рис. 17.12 - Переход к управлению xSignals на панели PCB в Altium Designer

Для создания xSignals вам достаточно выбрать вывод компонента, нажать **Tab**, чтобы была выбрана вся цепь, далее из меню ПКМ выбрать команду **xSignals » Create xSignal from selected pins** (Рис. 17.13).

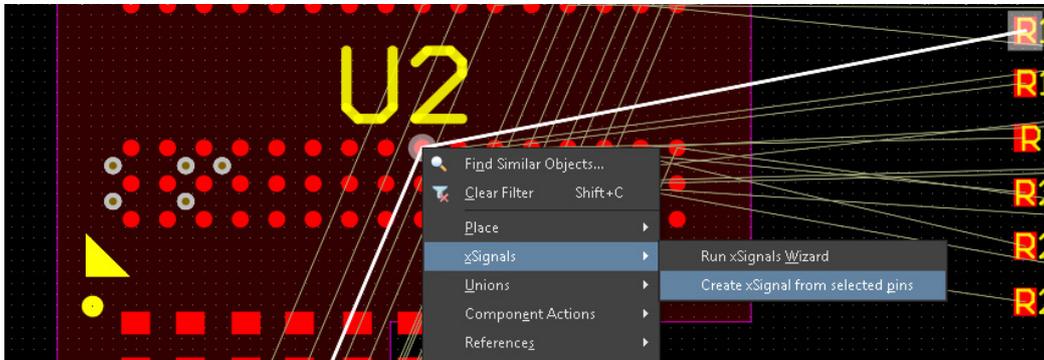


Рис. 17.13 - Создание xSignals вручную в Altium Designer

Для создания группы расширенных цепей вы можете воспользоваться диалоговым окном **Create xSignals Between Components (Design » xSignals)**. В этом окне вы можете выбрать микросхемы – источник сигнала, цепи и микросхему-приемник сигнала. Кнопка **Analyze** запускает процесс создания xSignals с учетом выбранного критерия, например, **Through 1 series component** – сигнал проходит через один последовательный компонент (Рис. 17.14).

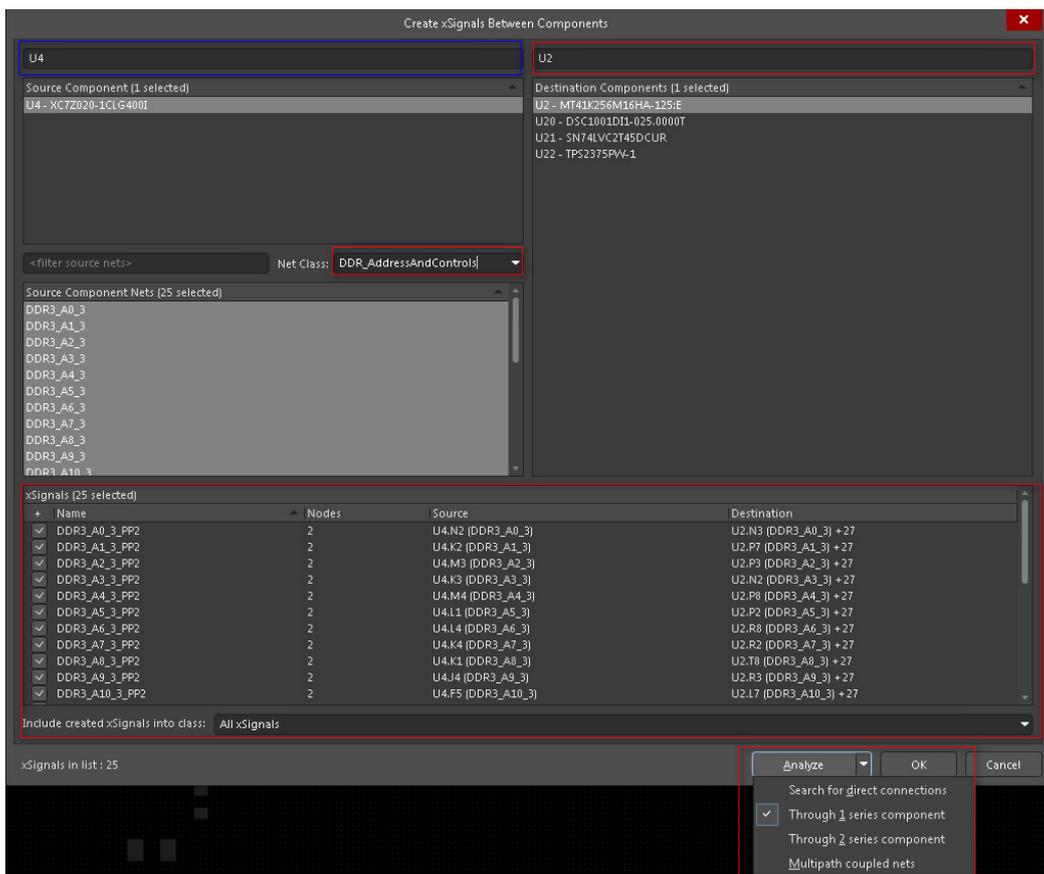


Рис. 17.14 - Создание xSignals через диалоговое окно Create xSignals Between Components

В меню **Design » xSignals » Run xSignals Wizard** вы можете запустить мастер создания расширенных цепей. Он удобен тем, что позволяет создать xSignals с уже назначенными ограничениями по задержке сигналов для интерфейсов DDR3/DDR4 и USB 3.0, что значительно экономит ваше время (Рис. 17.15).

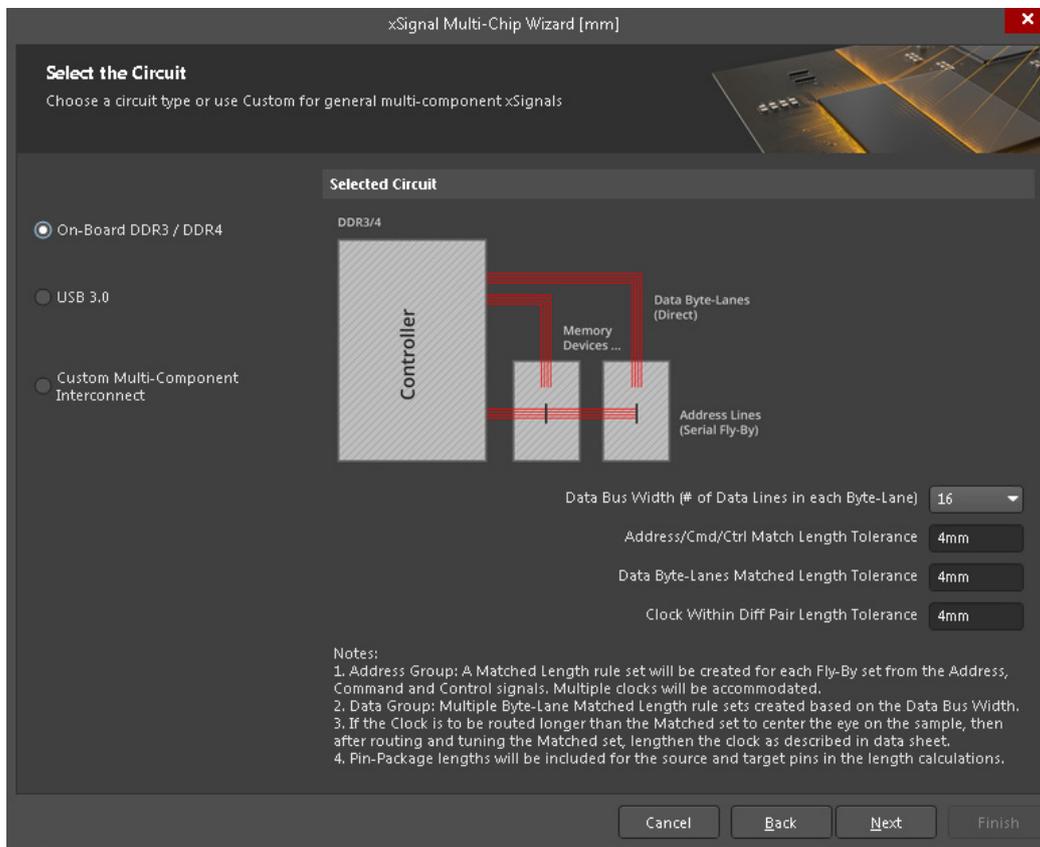


Рис. 17.15 - Создание xSignals при помощи мастера в Altium Designer

## 18. ЗАДАНИЕ ПРАВИЛ DRC

В этой части мы рассмотрим подход к описанию правил, настройки основных правил DRC.

### Общий подход к заданию ограничений

Правила и ограничения в OrCAD PCB Editor могут быть заданы через специальный редактор, Constraint Manager. Его можно вызвать через меню **Setup » Constraints » Constraint Manager**. Это табличный редактор, где все правила разделены на группы, которые можно видеть на панели *Worksheet Selector*. Подход к заданию правил в OrCAD следующий:

1. В каждой группе правил (домене) формируются наборы правил (Constraint Set). Единственный по умолчанию шаблон правил *Default* распространяет свое действие на все цепи проекта. Вы можете создать дополнительные шаблоны (Рис. 18.1).

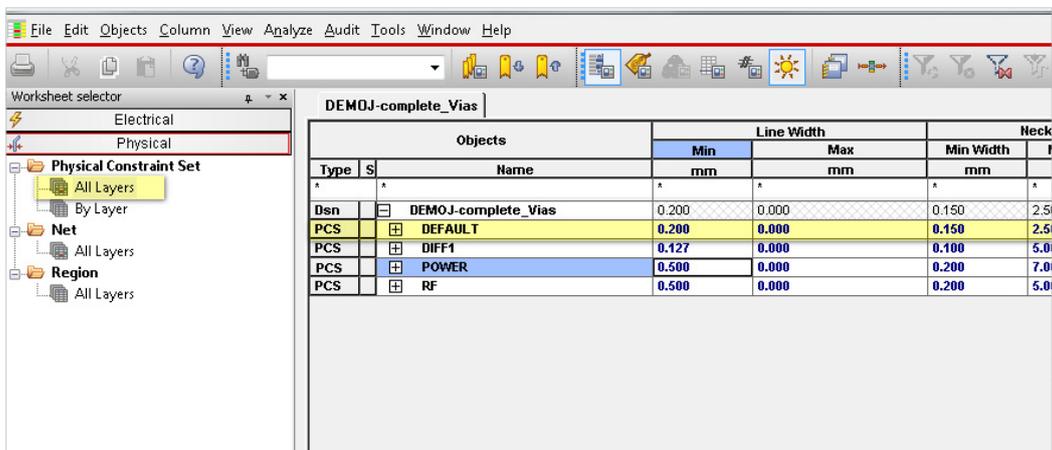


Рис. 18.1 - Шаблоны правил типа Physical в Constraint Manager

2. Далее в разделе Net вы можете назначить шаблон (Set) на любые цепи и объекты цепей (Рис. 18.2).

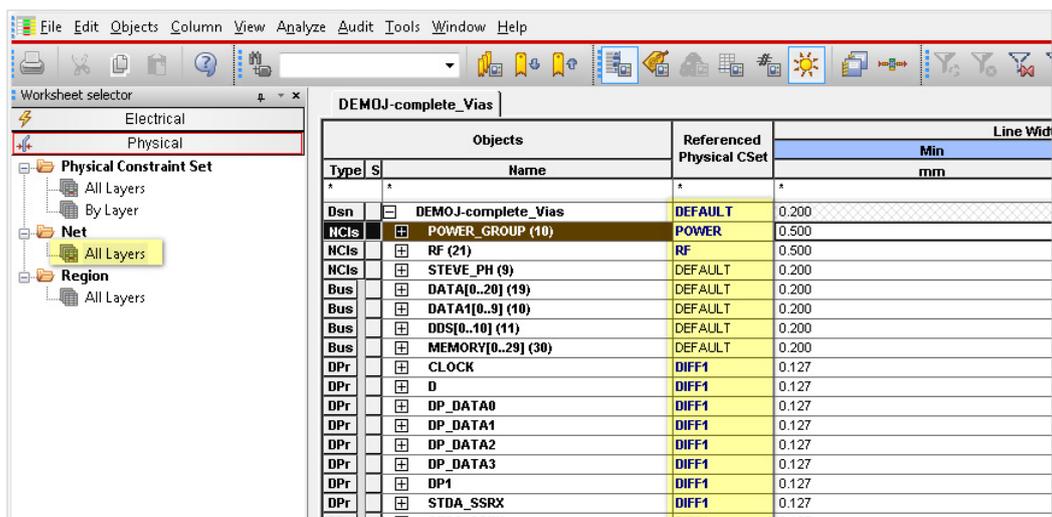


Рис. 18.2 - Назначение шаблонов правил на объекты цепей

Правила можно назначить индивидуально на каждую цепь, вводя соответствующее значение в ячейках таблицы. Значения, введенные пользователем, отображаются синим жирным цветом.

Для задания правил в Altium Designer необходимо перейти в диалоговое окно *PCB Rules and Constraints Editor (Design » Rules)*. В этом окне левой части отображаются различные группы правил, в правой – список всех правил с их значениями (Рис. 18.3).

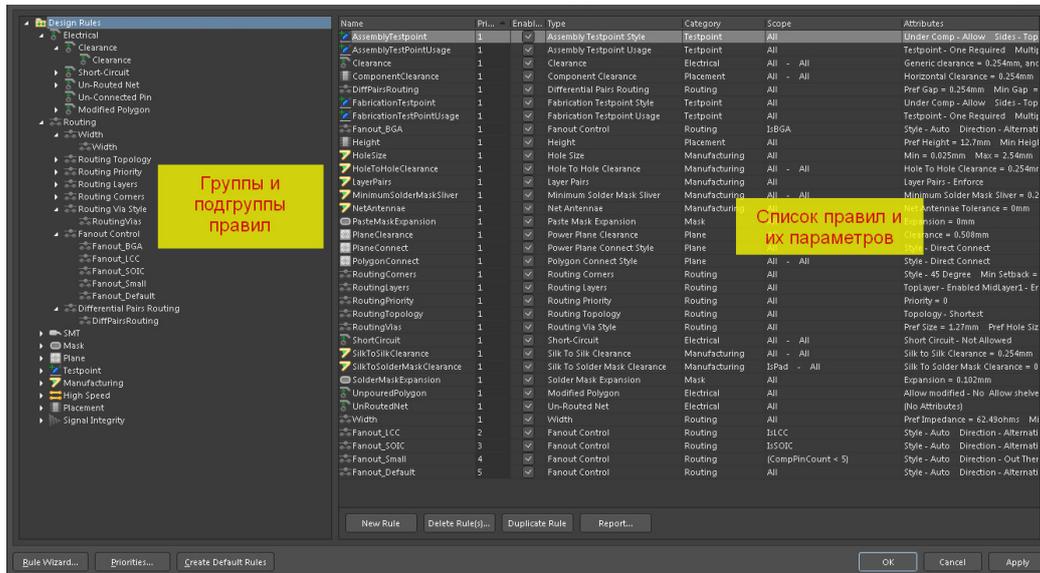


Рис. 18.3 - Редактор правил и ограничений в Altium Designer

Далее, если, например, вы выберете группу правил **Electrical**, то справа отобразится список правил только этой группы. Если вы перейдете непосредственно к подгруппе **Clearance**, то увидите все правила зазоров из этой подгруппы. Здесь вы можете определить зазоры между любыми объектами цепей на плате. Нажмите ПКМ на подгруппе **Clearance** и выберете **New Rule**. Новое правило будет добавлено в список. Далее присвойте ему имя согласно его параметрам так, чтобы вы потом смогли понять для какой группы цепей оно определено.

Обратите внимание, что каждое новое правило поясняется картинкой, что упрощает интерфейс.

Укажите **Minimum Clearance**, например, 0,3 мм. Под картинкой вы увидите таблицу. Все значения ячеек изменились на 0,3 мм. Здесь ячейка на пересечении строки и столбца определяет зазор между объектами, которые указаны в заголовках. Вы можете провести курсором и выделить сразу несколько ячеек и ввести новое значение с клавиатуры. Таким образом, система позволяет вам более тонко настроить ограничение (Рис. 18.4).

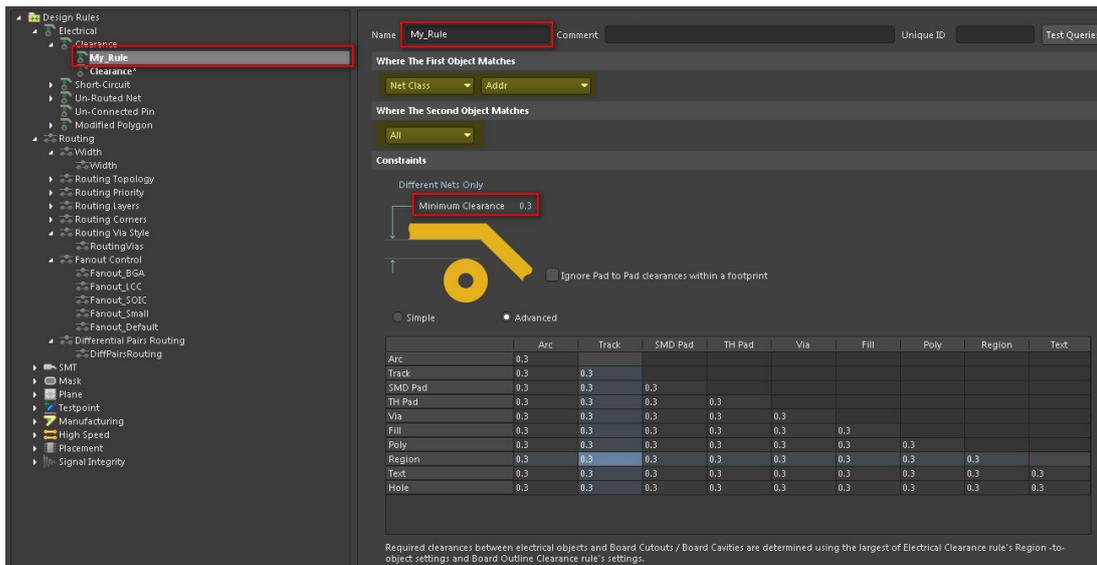


Рис. 18.4 - Правило зазоров в Altium Designer

При необходимости вы можете создать более сложное правило, например, которое будет распространяться только на полигоны отдельной цепи на отдельном слое.

## Создание правил в схмотехническом редакторе

В OrCAD Capture ввести ограничения для учета при трассировке вы можете в редакторе свойств. При передаче данных в редактор топологии ограничения записываются в таблицу *Constraint Manager*, где вы можете продолжить их редактирование (Рис. 18.5).

LINE_TO_SHPIN_SPACING			
LINE_TO_THRUPIN_SPACING			
MATCH_VIA_COUNT			
MAXIMUM_NECK_LENGTH			
MAX_LINE_WIDTH			
MAX_VIA_COUNT			
MIN_BOND_LENGTH			
MIN_BVIA_GAP			
MIN_BVIA_STAGGER			
MIN_HOLD			
MIN_LINE_WIDTH	8 MIL	12 MIL	12 MIL
MIN_NECK_WIDTH			
MIN_NOISE_MARGIN			
MIN_SETUP			
MVIA_TO_MVIA_SPACING			
MVIA_TO_TESTPIN_SPACING			

Рис. 18.5 - Ввод ограничений для цепей в редакторе свойств OrCAD Capture

В Altium Designer в схемотехническом редакторе правила проектирования топологии могут быть заданы при помощи специальных меток (директив) из меню **Place » Directives » Parameter Set**. В настройках данных директив, которые вы можете видеть на панели *Properties*, в секции **Rules** вы можете добавить одно или нескольких правил. Далее вы просто ставите директиву на цепь и тем самым присваиваете ей ограничения на трассировку (Рис. 18.6).

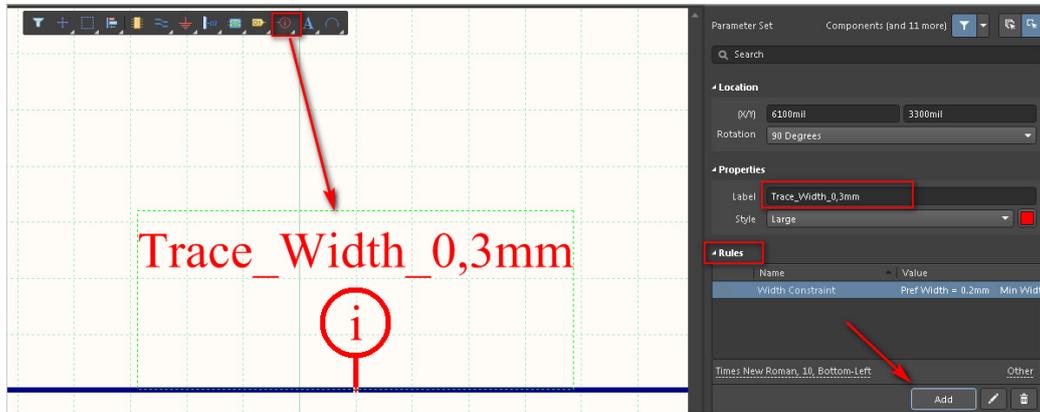


Рис. 18.6 - Метка правил для проектирования топологии в схемотехническом редакторе Altium Designer

Вы также можете установить правило на группу цепей. Для этого предварительно на метки цепей накладывают рамку по команде **Place » Directives » Blanket**. Затем на эту рамку устанавливают метку правил (Рис. 18.7).

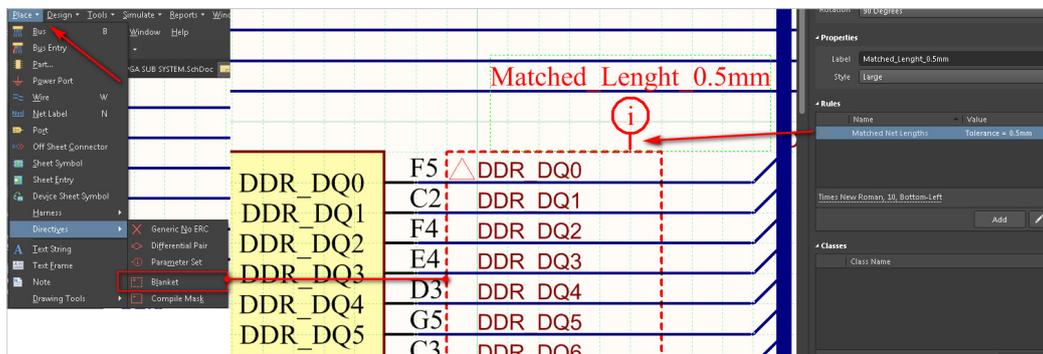


Рис. 18.7 - Задание правил в Altium Designer Schematic на группу цепей

## Задание базовых правил

### 1. Правила зазоров.

В OrCAD PCB Editor правила зазоров вы можете задать в группе правил **Spacing** в *Constraint Manager* (Рис. 18.8). Вы можете сделать это через набор правил зазоров (SCSet), назначить индивидуально (Рис. 18.9), указать в свойствах конкретной цепи или объекта, например, полигона.

Objects		Referenced Spacing CSet	Line To >>	Thru Pin To >>	SMD Pin To >>	Test Pin To >>	Thru Via To >>
Type	S		All mm	All mm	All mm	All mm	All mm
Net	A0	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A1	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A2	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A3	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A4	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A5	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A6	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A7	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A8	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A9	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A10	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Net	A11	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A12	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A13	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A14	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A15	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A16	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A17	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A18	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A19	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A20	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A21	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A22	BGA_SPACE	0.100	***	***	***	***
Net	A23	DEFAULT	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200

Рис. 18.8 - Правила зазоров в Constraint Manager

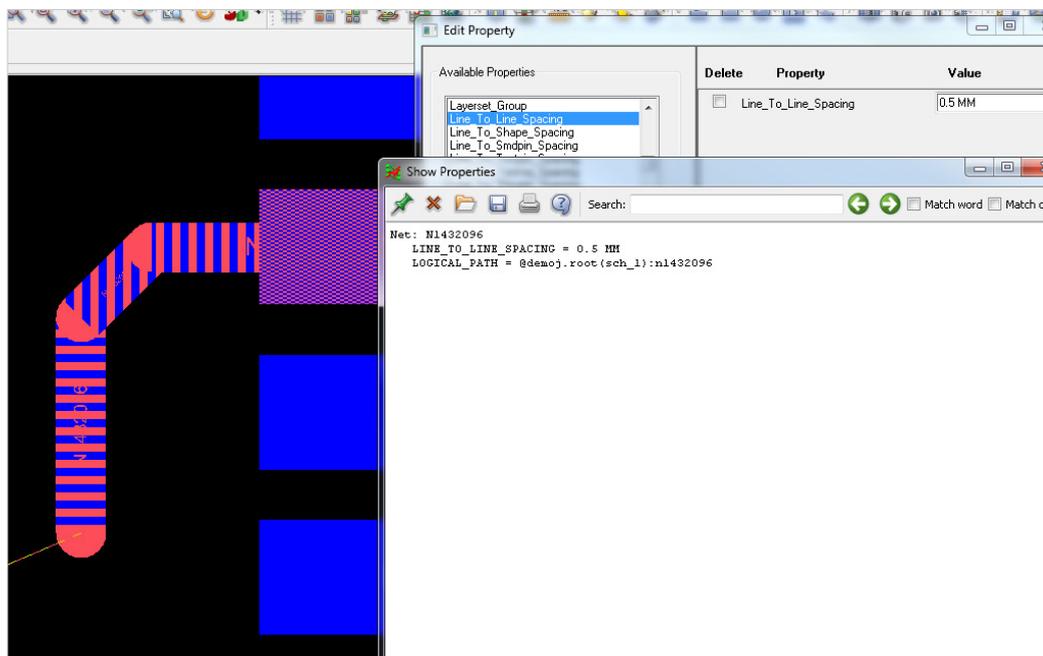


Рис. 18.9 - Индивидуальное свойство с указанием зазора для цепи в OrCAD PCB Editor

Выше уже приводился пример задания правила зазоров в Altium Designer. Поэтому здесь хотелось бы дополнить этот пример описанием сложного правила.

В списке объектов **Where The First Object Matches** выберите *Custom Query*, на экране появится окно с возможностью записать определение объектов на языке Query. Этот язык очень часто используется в различных САПР. Он очень прост, но Altium Designer предлагает вам методологию, по которой вам не потребуется знать тонкости этого языка. Просто нажмите на кнопку **Query Builder** и сформируйте запрос при помощи данного построителя (Рис. 18.10).

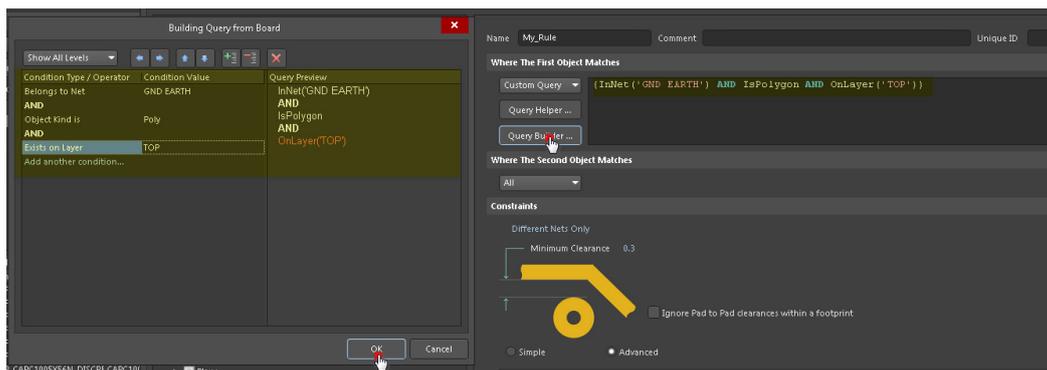


Рис. 18.10 - Создание Query запроса для правила

Вы можете вручную вводить определение для правила. Строка определения обладает технологией IntelliSense, что значительно упрощает ввод, так как программа сама предложит вам правильное значение и синтаксис для каждого следующего параметра. Это очень просто.

## 2. Правило ширины трасс и переходных отверстий

В OrCAD правила ширины можно описать в *Constraint Manager*, в группе правил **Physical**, указав значения для максимальной и минимальной ширины трассы (Рис. 18.11).

Objects		Referenced Physical CSet	Line Width		Min Width mm
Type	S Name		Min mm	Max mm	
*	*	*	*	*	*
Dsn	DEMOJ-complete	DEFAULT	0.200	0.000	0.150
NCIs	POWER_GROUP (10)	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	GND EARTH	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	V+12	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	VCC	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	V12N	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	0	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	1V2	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	1V8	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	2V5	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	3V3	POWER	0.500	0.000	0.200
Net	5V	POWER	0.500	0.000	0.200

Рис. 18.11 - Описание правила для ширины трасс в OrCAD PCB Editor

В этой группе правил вы также можете задать описание переходных отверстий. В столбце **Vias** вы указываете отверстия для набора правил или для конкретного объекта цепей. При этом на экране появляется список **Edit Via List**, в котором из списка справа выбираются стеки переходных отверстий, ранее созданные в *Padstack Editor* (Рис. 18.12).

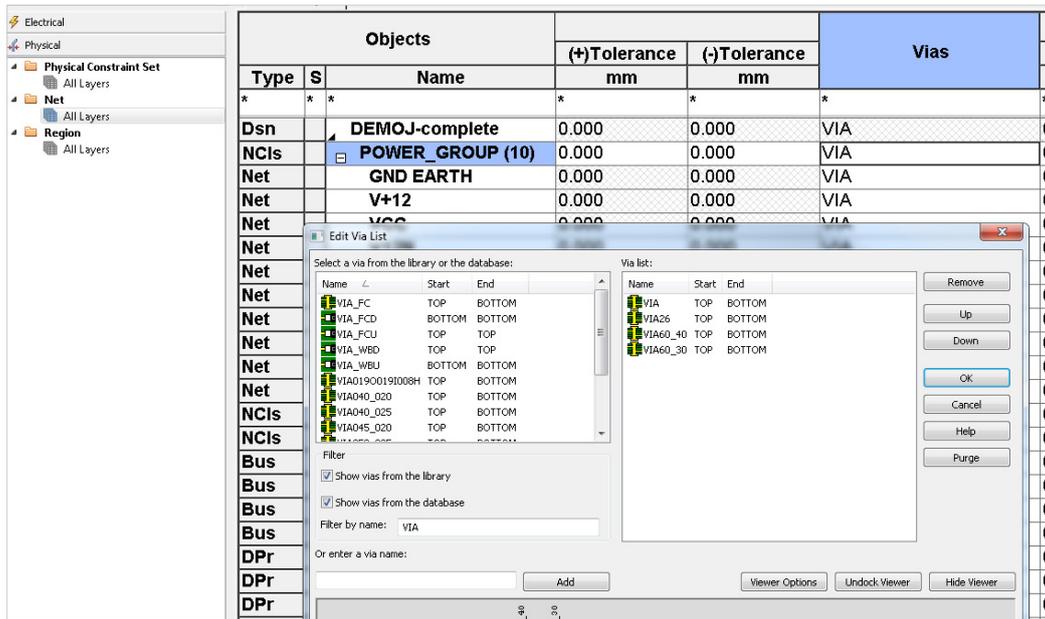


Рис. 18.12 - Задание переходных отверстий в OrCAD PCB Editor

Правила для ширины трасс в Altium Designer вы можете задать через группу правил **Routing - Width**. Вы можете указать номинальную, минимальную и максимальную ширину для цепи или класса цепей. Также есть возможность указать вместо значения ширины импеданс в Омах (Рис. 18.13).

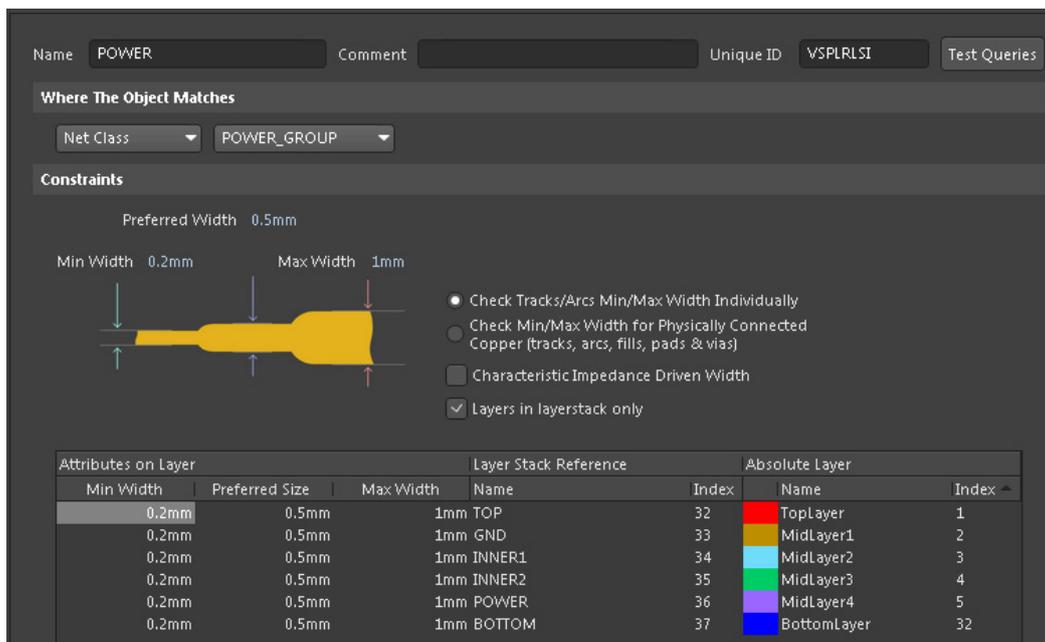


Рис. 18.13 - Правило для ширины проводников класса цепей Power \_ Group

В отличие от OrCAD PCB Editor в Altium Designer нет необходимости создавать отдельный стек для переходного отверстия. Достаточно определить его параметры в правилах и при трассировке динамически менять в пределах номинального, минимального и максимального размеров. Вы можете задать специфические параметры для отдельных цепей или их классов (Рис. 18.14).

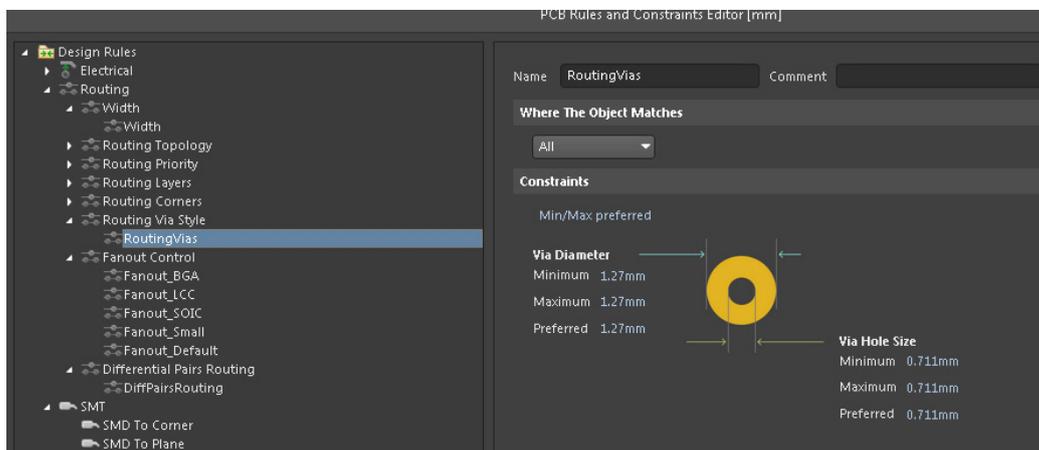


Рис. 18.14 - Пример правила для переходных отверстий в Altium Designer

### 3. Правило для паяльной маски

В OrCAD PCB Editor нет отдельного правила, которое регламентировало бы вскрытие в паяльной маске для контактных площадок. Этот слой описывается непосредственно при создании паdстеков в *Padstack Editor*. При генерации Gerber файлов вы просто объединяете все слои Soldermask в один Gerber и передаете его на производство.

В Altium Designer для контроля паяльной маски используется правило группы **Mask – Solder Mask Expansion**. В этом правиле вы можете указать вскрытие паяльной маски сразу для всей платы или для отдельных групп контактных площадок. Это избавляет от необходимости задавать маску в паdстеках на этапе создания библиотеки посадочных мест, хотя у разработчика есть такая возможность (Рис. 18.15).

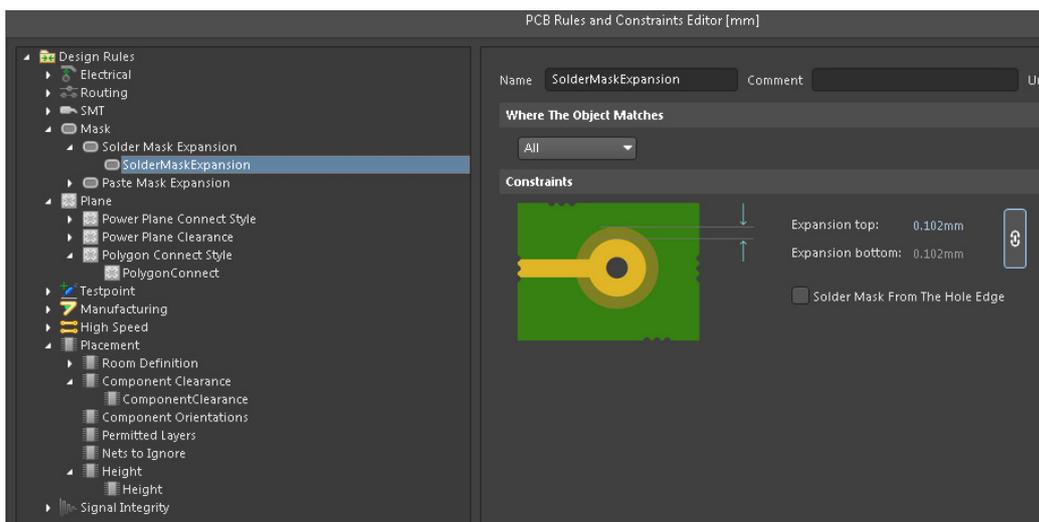


Рис. 18.15 - Установка правила для паяльной маски в Altium Designer

## Настройка режимов контроля правил

Режимы контроля правил устанавливаются в Constraint Manager в диалоговом окне *Analysis Mode (Analyze » Analysis Modes)*. Вы можете установить контроль онлайн и включить или отключить ту или иную проверку (Рис. 18.16).

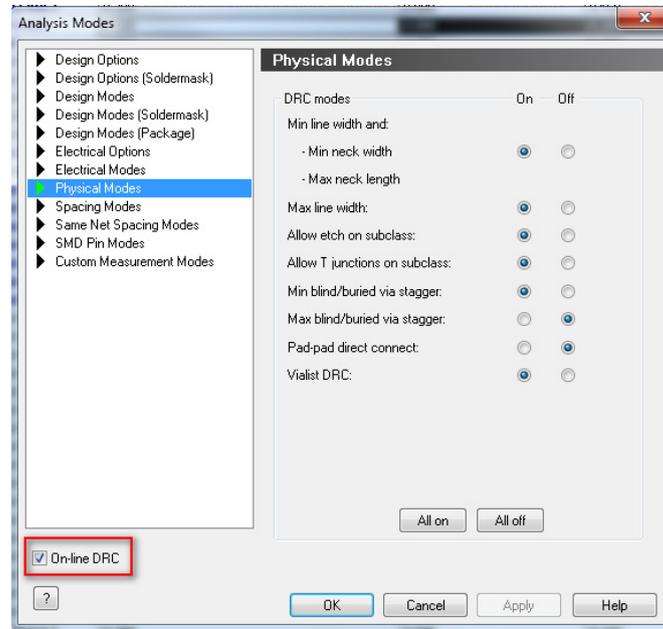


Рис. 18.16 - Установка режима контроля правил в Constraint Manager

В Altium Designer режим контроля правил можно задать через диалоговое окно *Design Rule Checker (Tools » Design Rule Check)* в разделе **Rules To Check**. Здесь, также как и в OrCAD, правила можно контролировать в режиме онлайн и в пакетном режиме (Рис. 18.17).

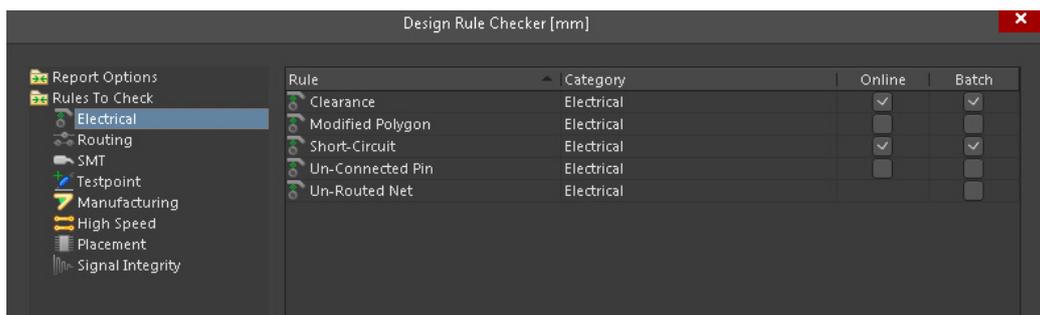


Рис. 18.17 - Установка режима контроля правил в Altium Designer PCB Editor

## 19. КОНТРОЛЬ ВИДИМОСТИ И ЦВЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

В этой части мы рассмотрим вопросы установки видимости и цвета электрических связей (цепей) в редакторе печатных плат.

### Контроль видимости связей

Вопрос визуализации объектов топологии должен решаться таким образом, чтобы разработчику было удобно работать с ними. Это и выделение наиболее критических цепей, и создание набора видимых слоев, и установка параметров прозрачности и др.

В OrCAD PCB Editor достаточно гибкая система управления видимостью объектов топологии. Для изменения видимости линий соединений (Rats) используется группа команд меню **Display » Show/Blank Rats** (Рис. 19.1).

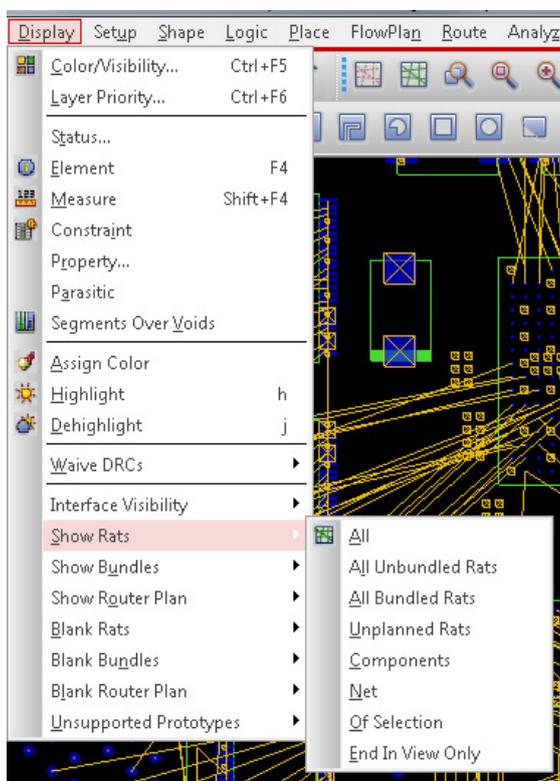


Fig. 19.1 - Connection line visibility options

Например, вы можете выбрать команды **Display » Blank Rats » Components** и затем на панели *Find* в поле ввода **Find By Name** ввести нужный Reference Designator – Rats для данного компонента будут погашены. Вы можете провести курсором по компонентам или выводам, и их линии связи будут скрыты/показаны на экране.

Давайте посмотрим, как это вопрос решается в Altium Designer.

На панели View Configuration вы можете редактировать системные цвета. Для линий соединений здесь вы можете поменять цвет или отключить видимость (Рис. 19.2).

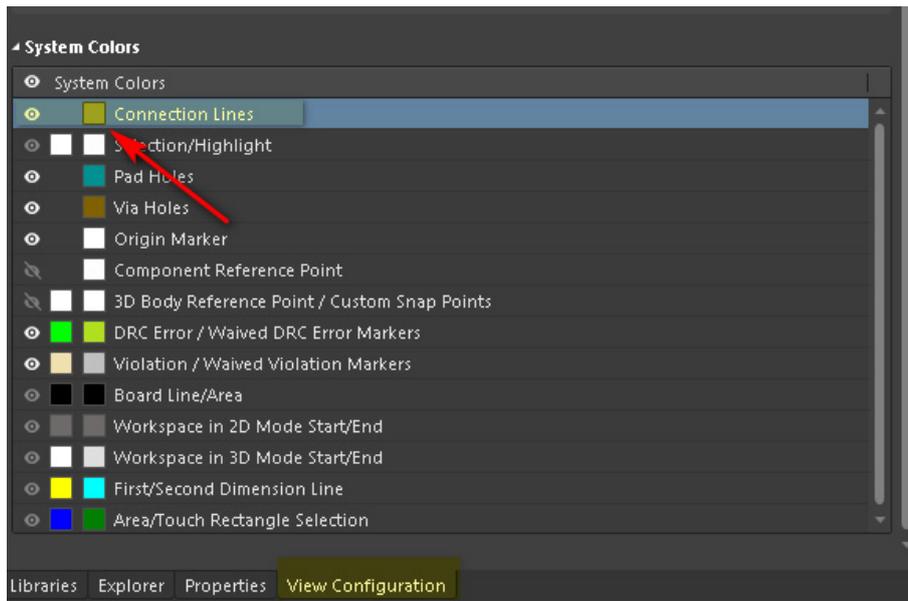


Рис. 19.2 - Изменение настроек видимости линий соединений на панели View Configuration

Контролировать видимость линий соединений вы можете при помощи клавиши N. Она дает доступ к большинству наиболее часто используемых команд, когда нужно погасить или показать все связи или сделать это индивидуально для цепи или компонента (Рис. 19.3).

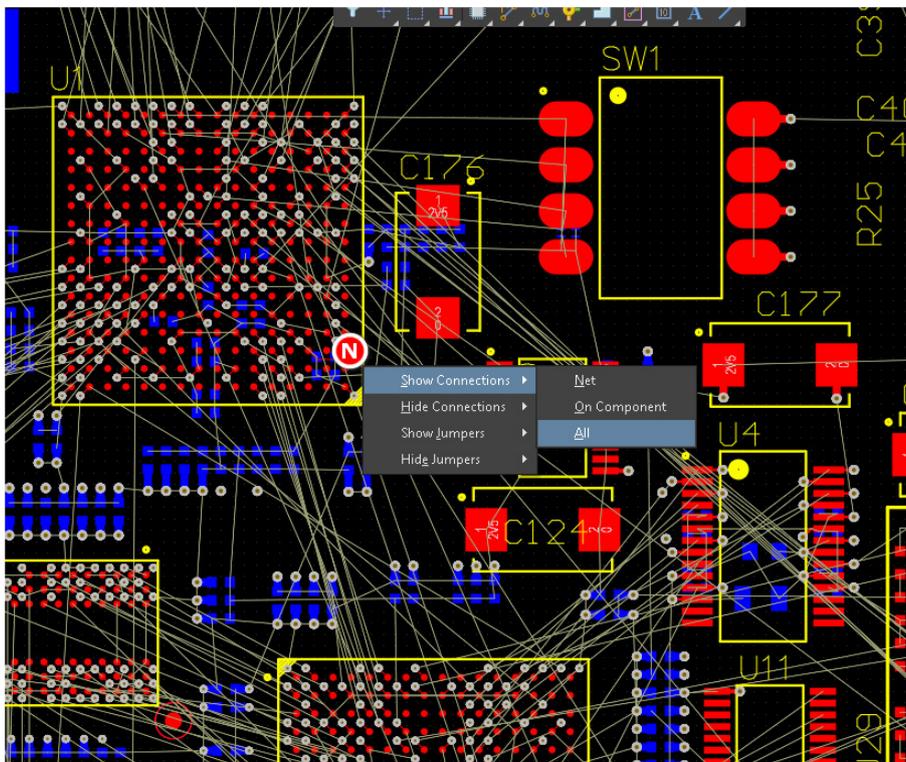


Рис. 19.3 - Контроль видимости при помощи клавиши N в Altium Designer

Вы можете контролировать видимость линий также при помощи панели PCB. Выберите класс цепей или отдельную цепь из списка и выберите команду **Connections** » **Show / Hide** из контекстного меню. Здесь же вы можете выбрать **Change Net Color** для изменения цвета цепей, что часто является необходимостью. Обратите внимание, что напротив каждой цепи в списке на панели PCB отображается ее текущий цвет (Рис. 19.4).

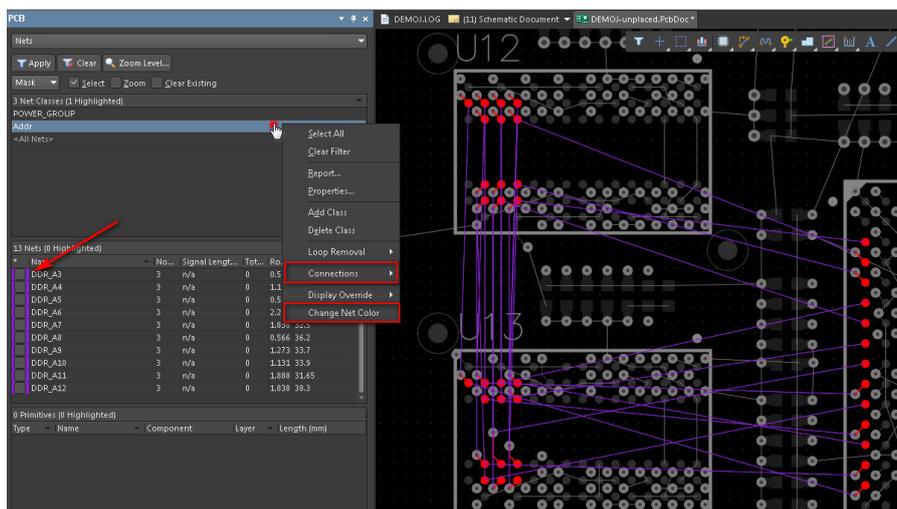


Рис. 19.4 - Изменение видимости линий соединений через панель PCB

## Установка цвета связей

Для назначения цвета цепи достаточно подвести курсор на вывод или любой другой объект, который к ней подключен и выбрать **Assign Color** из контекстного меню и выбрать подходящий цвет для цепи. Для этого также используется меню **Display** » **Assign Color** с выбором цвета и рисунка на панели *Options* (Рис. 19.5).

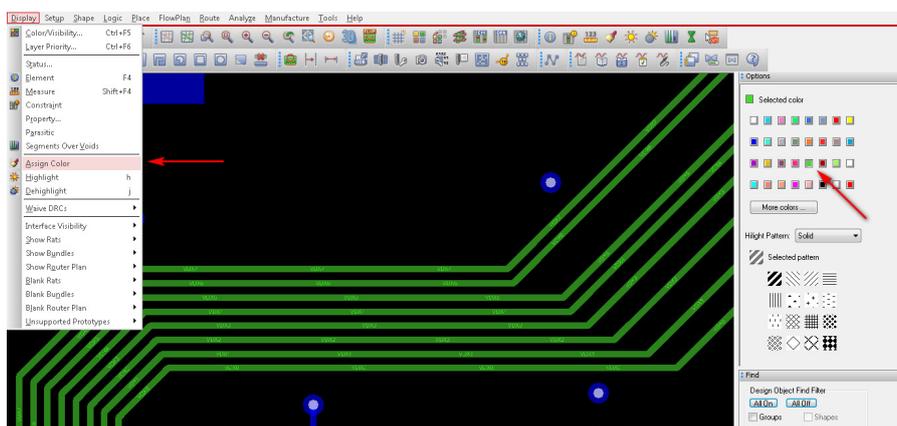


Рис. 19.5 - Установка цвета выделения в OrCAD PCB Editor

Для снятия подсветки используется команда **Display** » **Dehighlight**.

В Altium Designer цветовое выделение для объектов цепей можно установить, поставив опцию выделения в боксе напротив каждой цепи на панели *PCB* – проводники, контактные площадки, ПО и другие объекты этих цепей окрасятся в нужный цвет. Для снятия подсветки и ее включения нажмите F5. Непосредственно цвет можно установить через меню ПКМ – **Change Net Color** (Рис. 19.6)

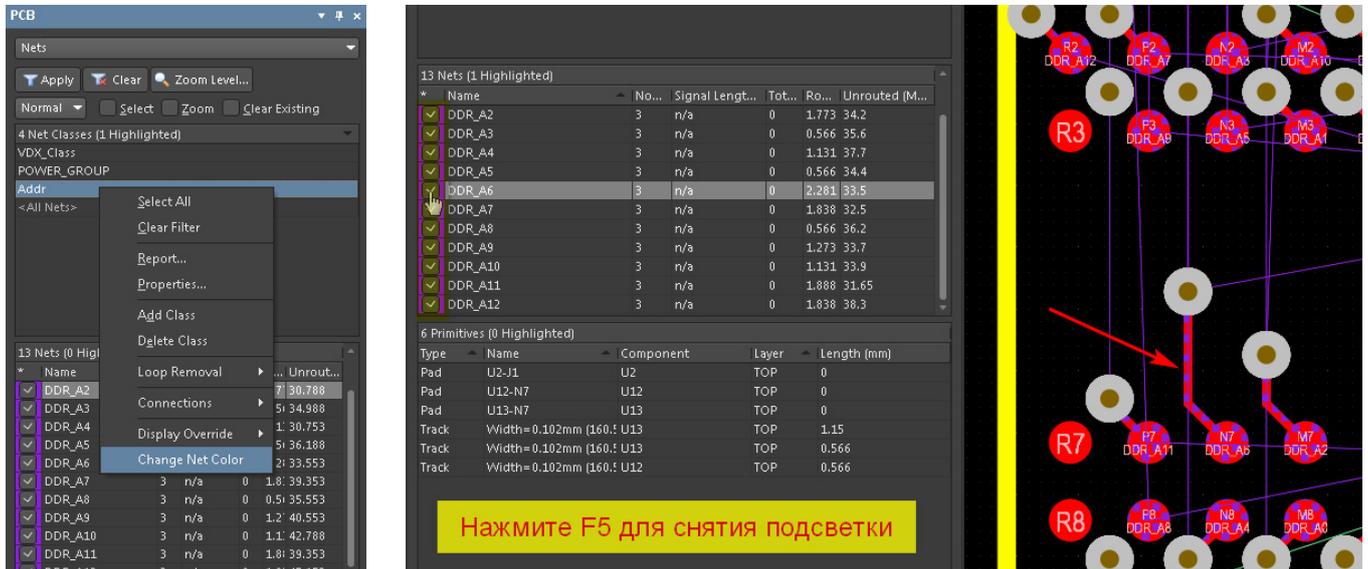


Рис. 19.6 - Установка цвета временной подсветки для объектов цепей на панели *PCB*

## 20. ИНСТРУМЕНТЫ ТРАССИРОВКИ

В данной части будут рассмотрены инструменты трассировки. *Altium Designer* обладает всеми современными средствами интерактивной и автоматической трассировки. Здесь полностью реализуется концепция проектирования под управлением ограничений.

### Интерактивная ручная трассировка

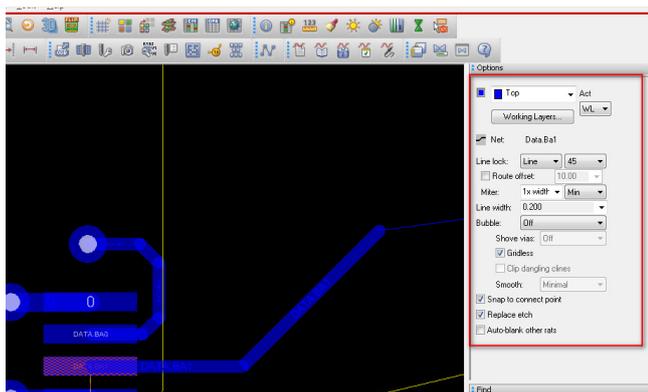


Рис. 20.1 - Интерактивная трассировка в OrCAD PCB Editor

Для пользователя OrCAD PCB Editor предлагаются разнообразные инструменты трассировки. Выполнение команд напрямую зависит от режима, в котором работает пользователь. Для трассировки существует специальный режим, **Etch Edit**, который можно активировать при помощи соответствующей кнопки на панели инструментов: . Далее, для начала трассировки, вы можете выбрать вывод или нитку. Все параметры трассировки отображаются на панели *Options* (Рис. 20.1).

Есть также специальная команда меню **Route » Connect** (горячая клавиша **F3**). Помимо панели *Options* при трассировке все команды доступны из меню правой кнопки мыши, например, **Toggle** для поворота угла. the right-click menu during routing, for example, **Toggle** for turning corner.

В Altium Designer все команды трассировки доступны в меню **Route**. На каждую команду вы можете назначить горячую клавишу по своему усмотрению. Все настройки по умолчанию для интерактивной трассировки находятся на странице **PCB Editor - Interactive Routing** диалогового окна *Preferences*. Проще всего рассматривать возможности интерактивной трассировки в связке с информационной таблицей (**Shift+H**), которая показывает все параметры исполняемых команд, а также панель *Properties*. Запустите команду **Route » Interactive Routing**, выберите вывод любого компонента, и обратитесь к информационному окну (Рис. 20.2).

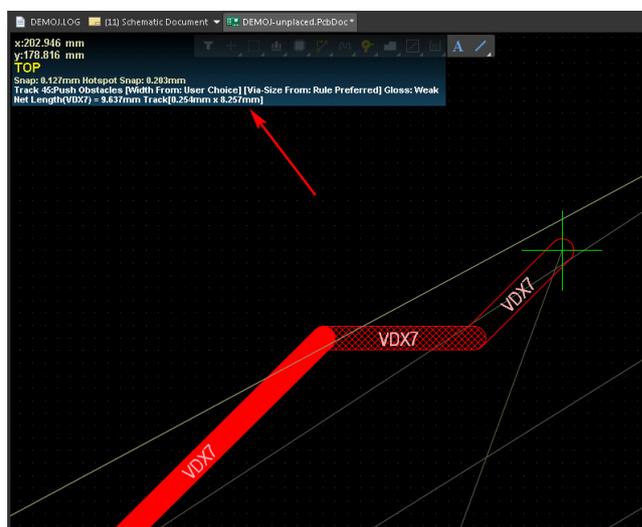


Рис.20.2 - Контроль интерактивной трассировки при помощи информационной таблицы

При изменении любого параметра, например, толщины проводника вы увидите как меняется надпись на информационной таблице. Нажмите клавишу **3** для изменения ширины проводника. Информационная таблица при этом покажет какое значение в данный момент используется – минимальное, номинальное или максимальное согласно правилам проектирования. Также есть режим **User Choice**, когда вы можете выбрать ширину из предпочтительного списка значений, нажав **Shift+W**.

Использование горячих клавиш в Altium Designer играет решающее значение. Для вызова списка всех доступных клавиш просто нажмите кнопку ~ (тильда). Это отличная подсказка для начинающих пользователей. Помните, что эта подсказка работает только когда вы выполняете какое-то действие и не работает, когда ни одна команда не запущена.

Вот список наиболее часто используемых горячих клавиш при интерактивной трассировке:

- **Пробел** – поворот угла трассы
- **Shift+Пробел** – изменения угла трассировки
- **Shift+R** – изменение режима обхода/расталкивания препятствий
- **3** – изменение ширины трассы
- **Shift+W** – выбор ширины трассы из предпочтительного списка
- **Num +/-** – смена слоя - установка переходного отверстия
- **4** – выбор параметров переходного отверстия
- **Shift+V** – выбор стиля переходного отверстия
- **Ctrl+Shift+G** – смена режима глоссинга

Вы можете также нажать **Tab** и все параметры текущей трассировки вы сможете отредактировать на панели *Properties*. Обратите внимание, что для каждого параметра отображается горячая клавиша (Рис. 20.3).

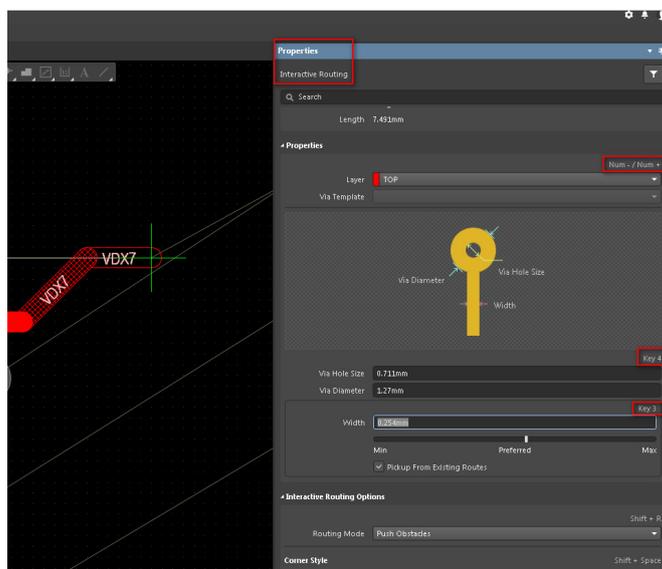


Рис. 20.3 - Параметры интерактивной трассировки на панели *Properties*

## Авто-интерактивная трассировка

Помимо интерактивной ручной трассировки Altium Designer обладает передовыми технологиями авто-интерактивной трассировки, которая называется ActiveRoute. Для ее использования рекомендуется открыть панель *PCB ActiveRoute*. Выделите линии соединений (шину) сигналов, нажмите кнопку **Route Guide** на панели *PCB ActiveRoute*, постройте маршрут прокладки трасс и нажмите кнопку ActiveRoute (Рис. 20.4).

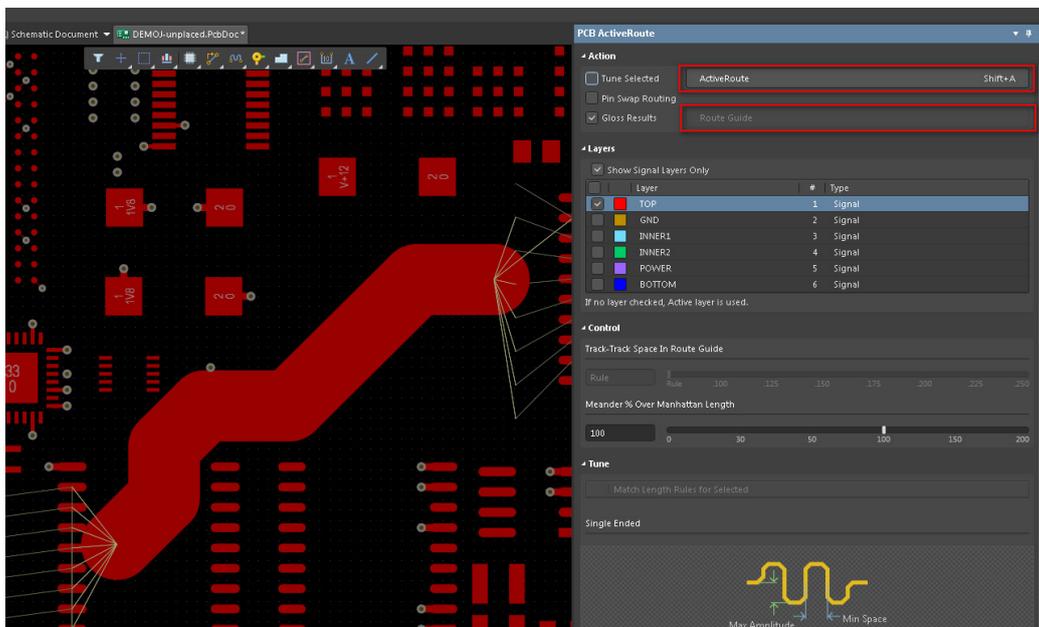


Рис. 20.4 - Авто-Интерактивная трассировка с применением ActiveRoute

## 21. РАБОТА С ПОЛИГОНАМИ

В этой части будет рассказано о работе с полигонами в *Altium Designer*. Здесь, как и во всех предыдущих случаях, разработчику предоставляются разнообразные инструменты для управления заливкой и формой полигонов.

### Правила подключения выводов и переходных отверстий к полигонам

В OrCAD PCB Editor различают два типа полигонов: статические и динамические. Для сигнальных слоев используют динамические полигоны, так как они автоматически обновляются и легче редактируются. Статические полигоны используют для описания всевозможных зон и границ. В частности, границы областей Keepin и Keepout – это статические полигоны.

Настройки динамических полигонов можно найти в диалоговом окне *Dynamic Shape Instance Parameters (Shape » Global Dynamic Parameters)*. Здесь можно выбрать режим динамической заливки Smooth, Rough и Disabled. Чаще всего используется Smooth для полного соответствия заданным ограничениям. Остальные состояния используются, когда необходимо, например, снизить размер файла BRD, провести автоматическую трассировку (Allegro PCB Router (SPECCTRA) не работает с динамическими полигонами) и т.д. На вкладке **Clearances** можно определить параметры вырезов для PTH/SMD, Via, проводников и других объектов. На вкладке **Thermal relief connects** вы можете определить параметры термобарьеров (Рис. 21.1).

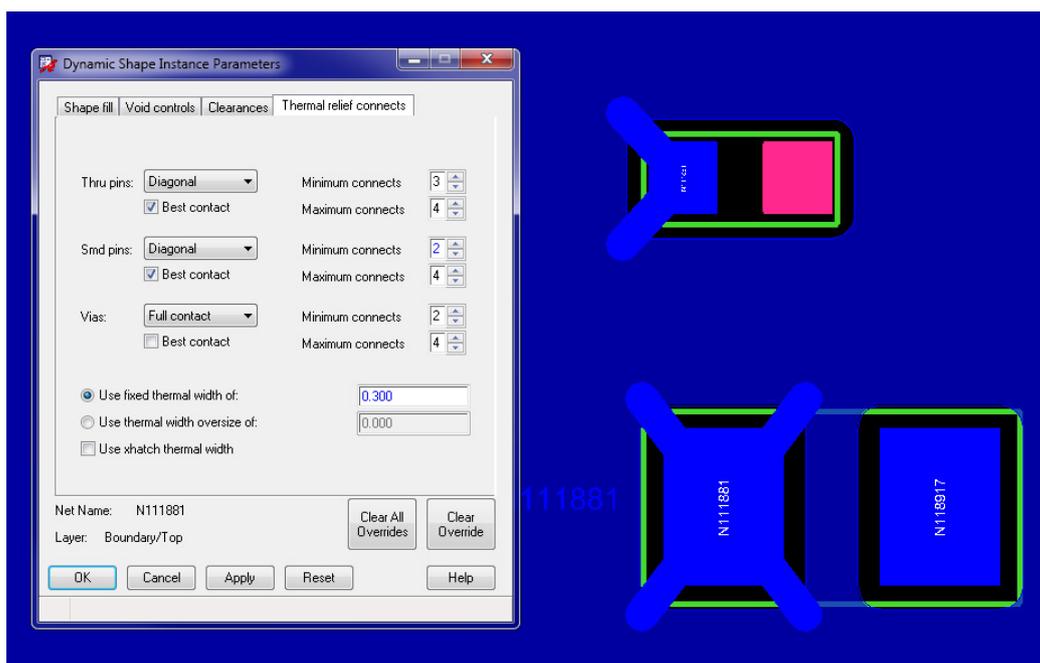


Рис. 21.1 - Параметры подключения выводов и переходных отверстий к полигонам

В OrCAD PCB Editor вы можете определить параметры подключения КП к полигону на уровне правил DRC (правила типа **Spacing**), отдельных полигонов или даже отдельных выводов, что значительно упрощает работу. Вам достаточно выбрать вывод и перейти к его свойствам, где вы указываете какой тип подключения вам необходим.

Правила подключения полигонов к контактным площадкам в Altium Designer определяется правилами DRC. Для редактирования этих правил необходимо перейти в меню **Design » Rules** в раздел правил **Plane – Polygon Connect Style** (Рис. 21.2).

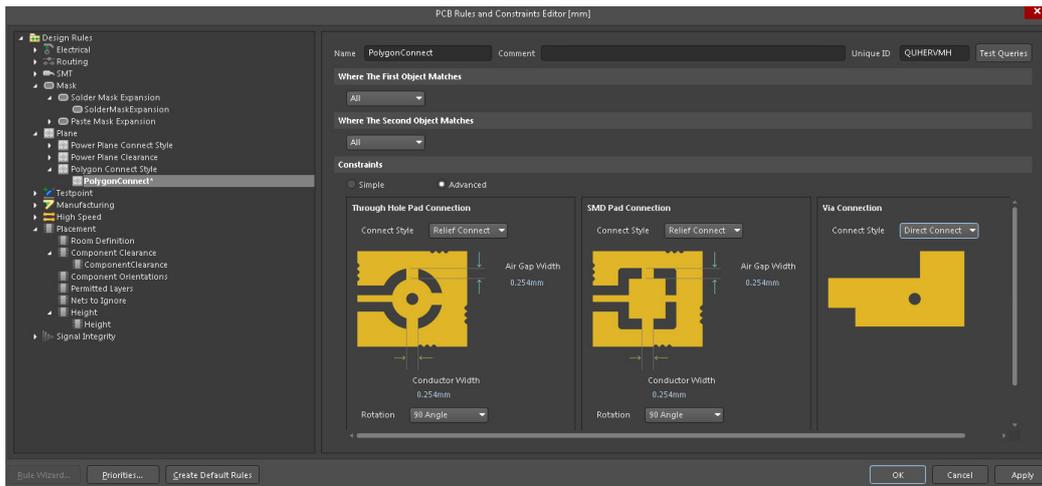


Рис. 21.2 - Выбор стиля подключения полигона в Altium Designer

Вы можете настроить правила для конкретного полигона и контактных площадок. Для этого можно воспользоваться построителем запросов в описании правила.

Два других правила **Power Plane Connect Style** и **Power Plane Clearance** относятся к слоям типа Plane. Этот тип слоев по умолчанию содержит сплошную заливку. В Altium Designer трассировка на слоях типа Plane не допускается.

## Редактирование полигонов

Основным меню для создания полигонов является меню **Shape** и соответствующая панель инструментов . Кроме этого, вы можете перейти в специальный режим **Shape Edit** для работы с полигонами. В этом режиме на панели Options доступно большинство опций редактирования полигонов (Рис. 21.3).

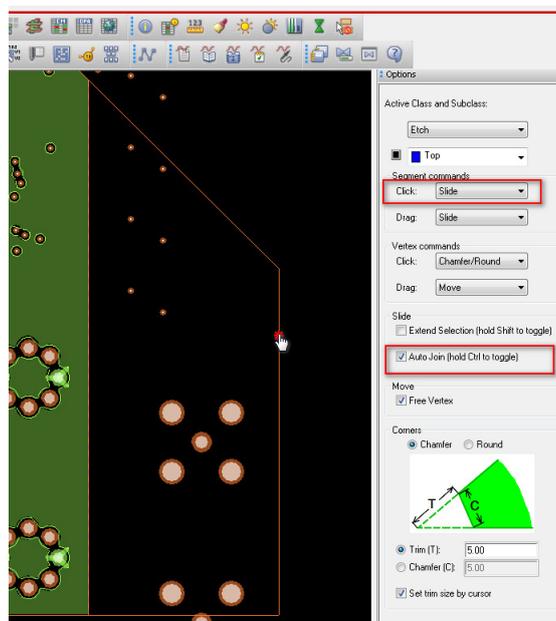


Рис. 21.3 - Инструменты по редактированию полигонов в OrCAD PCB Editor

Например, выберите действие которое вы хотите выполнять по щелчку мыши (**Click**) – *Slide* (растягивание), *Move* (перемещение), *Add Notch* (добавление сегмента по двум точкам). Точно также вы можете выбрать действие для захвата и удержания (**Drag**). Здесь вы также найдете удобные инструменты для работы с углами.

Особенно хочется отметить команду **Edit » Z-Copy**, которая позволяет создавать эквидистантную копию полигона на любом слое с опциями расширения (**Expand**) и уменьшения (**Contact**). Такие же команды присутствует в меню ПКМ, если просто навести курсор на границу любого сигнального полигона.

В Altium Designer для рисования полигонов применяется команда **Place » Polygon Pour**. В этом же меню вы найдете команды для создания вырезов в полигонах (**Cutout**) и разделения полигона на части (**Slice**). При рисовании вы можете использовать горячие клавиши **Shift+Пробел** и **Пробел** для изменения угла рисования и направления соответственно.

Все параметры полигонов отображаются на панели *Properties*. Здесь вы можете назначить цепь полигону, задать опции заливки, задать имя или поставить опцию **Auto Naming** (Рис. 21.4).

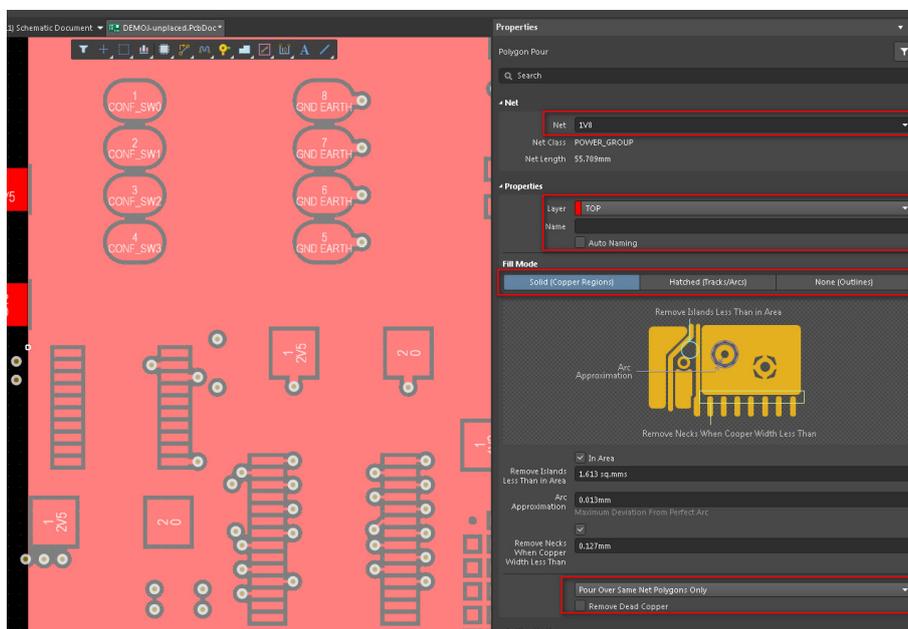


Рис. 21.4 - Параметры полигона на панели *Properties*

Инструменты редактирования полигонов в Altium Designer достаточно интуитивны. При выделении полигонов появляются габаритные и центральные точки. Вмещать вы можете перемещать их, меняя размеры полигона. Если захватить узловую точку, то при ее перетаскивании вы можете менять угол при помощи горячих клавиш **Shift+Пробел** (Рис. 21.5).

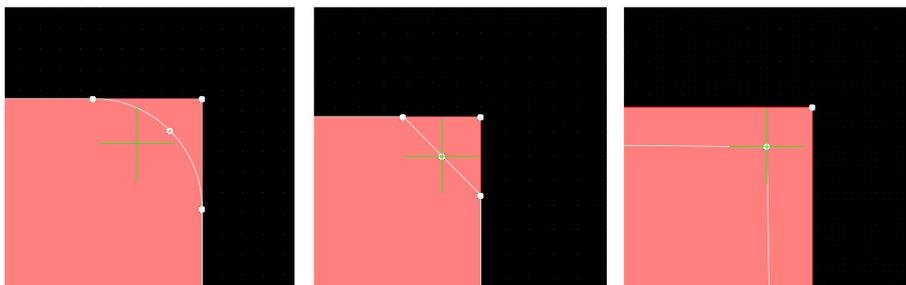


Рис. 21.5 - Редактирование полигонов в Altium Designer

Вы также можете найти дополнительные команды редактирования, такие как сшивание и вычитание пересекающихся полигонов, а также редактирование границы полигона в меню ПКМ – **Polygon Actions** (Рис. 21.6).

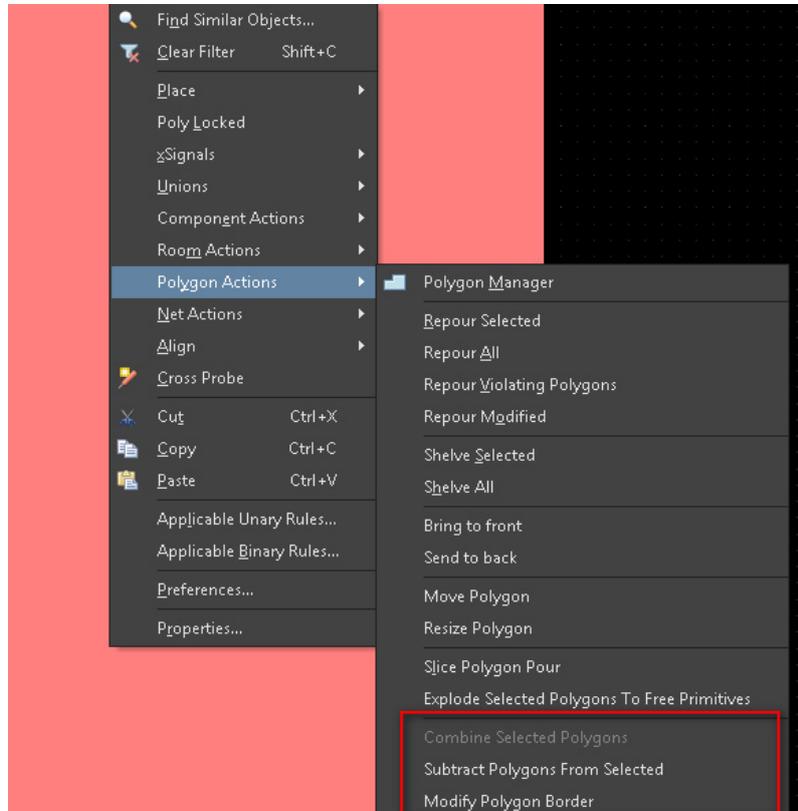


Рис. 21.6 - Дополнительные команды редактирования полигонов в Altium Designer

## Приоритет заливки

В OrCAD PCB Editor вы можете менять приоритет заливки для любого полигона в режиме **Shape Edit** или при выполнении команды **Shape Select** в меню ПКМ – **Raise/Lower Shape Priority** (Рис. 21.7).

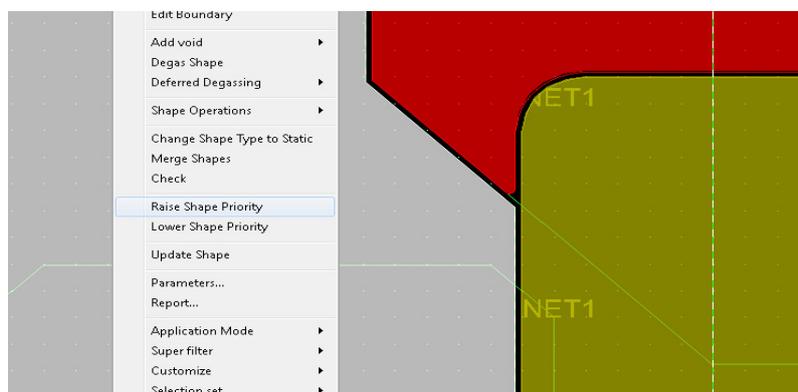


Рис. 21.7 - Изменение приоритета заливки пересекающихся полигонов в OrCAD PCB Editor

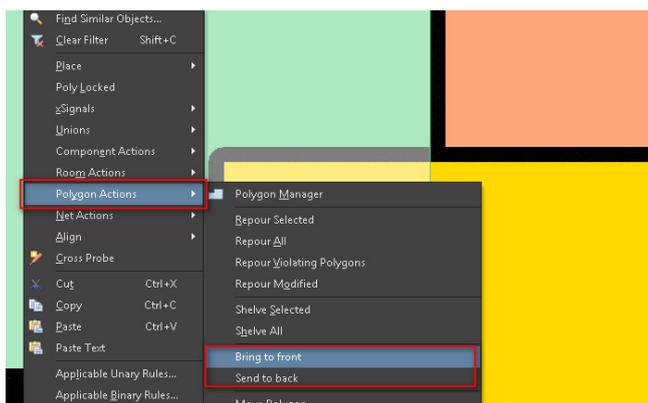


Рис. 21.8 - Выбор приоритета заливки в Altium Designer

В Altium Designer аналогичным образом вы можете использовать команды **Polygon Actions » Bring To Front/ Send To Back** из контекстного меню (Рис. 21.8).

В Altium Designer вы можете задействовать механизм автоматической перезаливки полигонов, подобно тому, как это происходит в OrCAD PCB Editor. Для этого перейдите на страницу **PCB Editor - General** диалогового окна *Preferences* и установите опции **Repair Polygons After Modification** и **Repair all dependent polygons after editing** (Рис. 21.9).

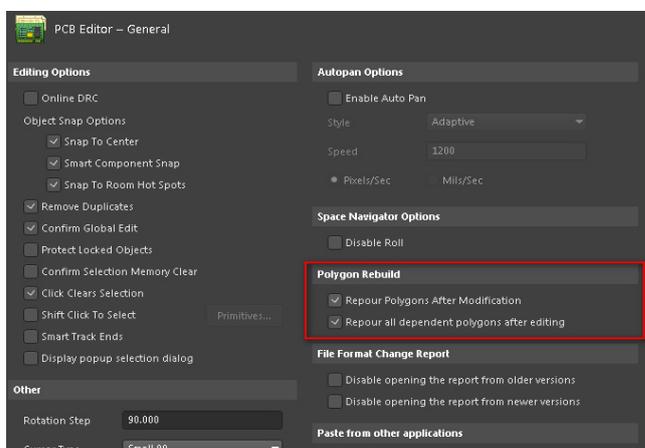


Рис. 21.9 - Опции автоматической перезаливки полигонов

## Отображение полигонов

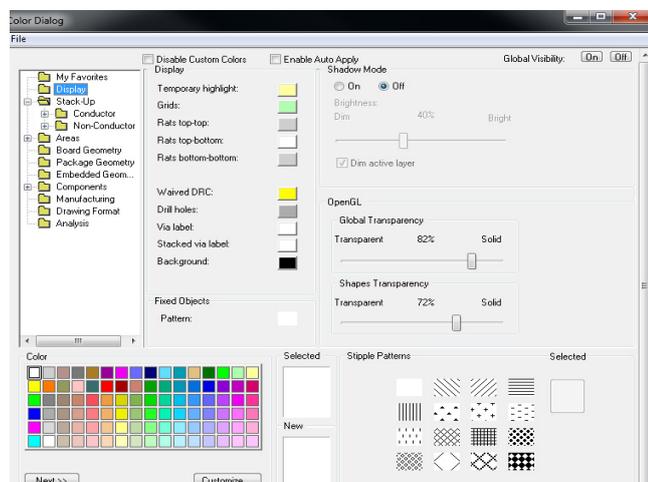


Рис. 21.10 - Управление прозрачностью полигонов в OrCAD PCB Editor

В OrCAD PCB Editor отображение полигонов контролируется в диалоговом окне *Color Dialog (Display » Color Visibility)* на вкладке **Display**. Здесь вы можете управлять прозрачностью полигонов (Рис. 21.10).

Вы можете сделать полигоны полностью невидимыми и отобразить только их границы в классе слоев Boundary.

В Altium Designer вы также с легкостью сможете управлять прозрачностью полигонов. Для этого откройте панель *View Configuration* и вкладку **View Options**. Здесь в разделе **Object Visibility** настройте уровень прозрачности для любых объектов, включая полигоны, установить контурный (**Draft**) режим отображения (Рис. 21.11).

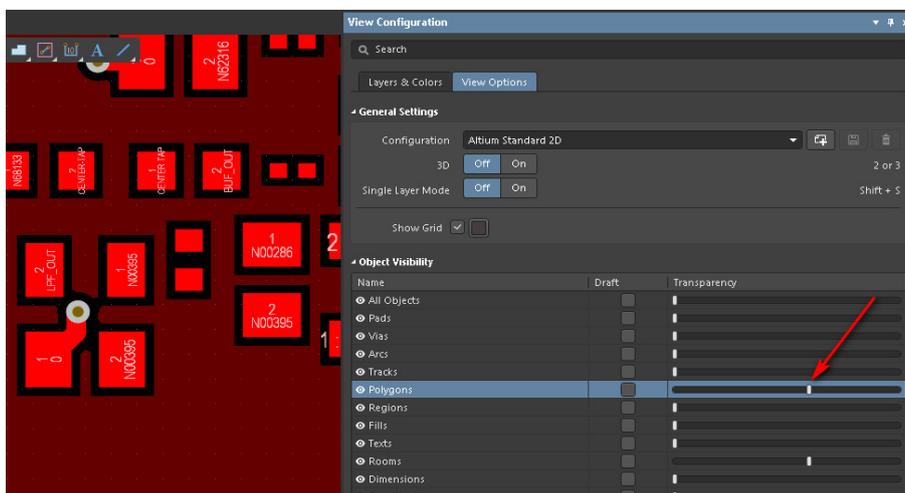


Рис. 21.11 - Настройка прозрачности полигонов

Используйте команду **Polygon Actions » Shelf Selected** из контекстного меню, чтобы скрыть полигон. Показать полигоны можно через меню **Tools » Polygon Pours » Restore Shelved Polygons**.

Наиболее интересным и продуктивным инструментом для управления полигонами в проекте является *Polygon Manager*, доступ к которому вы можете получить все из того же меню **Tools » Polygon Pours**. В *Polygon Manager* вы можете создавать новые полигоны, делать перезаливку для всего проекта, менять правила проектирования, копировать, менять цепи подключения и многое другое (Рис. 21.12).

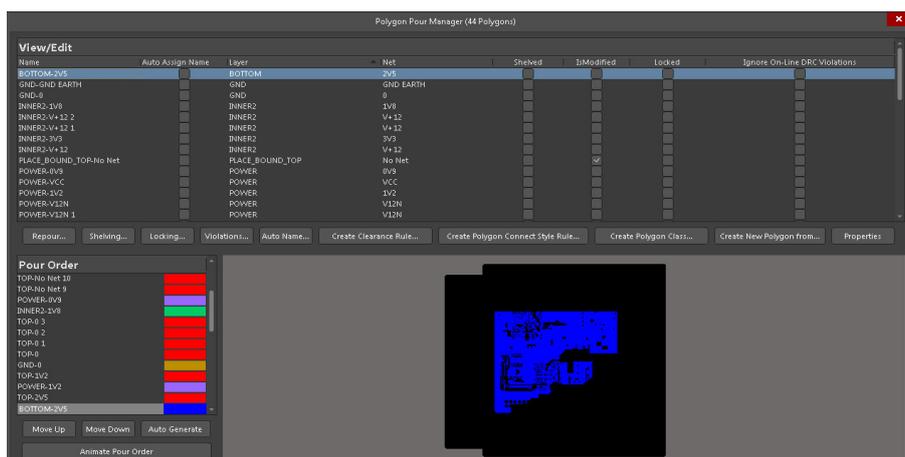


Рис. 21.12 - Диалоговое окно Polygon Manager

Например, вы можете нажать на кнопку **Create New Polygon from » Board Outline**. Будет создан полигон в размер границы платы, для которого вы сможете подключить цепь и назначить слой.

## 22. ПРОВЕРКА DRC И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК

В этой части мы рассмотрим поиск и устранение ошибок в *Altium Designer*. Программа предлагает пользователю широкий набор средств контроля *DRC*, такие как маркеры ошибок, панель *PCB Rules And Violations*, панель *Messages* и ряд других. Вы сможете быстро освоить данный механизм, так как здесь есть много сходств с тем, как вы привыкли это делать в *OrCAD PCB Designer*.

### Отчет DRC и визуальный контроль ошибок

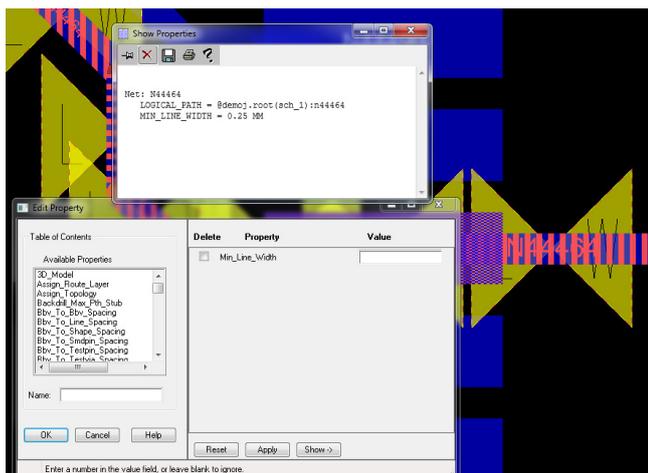


Рис. 22.1 - Поиск ошибок через диалоговое окно *Design Rules Check (DRC) Report* в *OrCAD PCB Editor*

В *OrCAD PCB Editor* для вывода отчета по ошибкам вы используете диалоговое окно *Design Rules Check (DRC) Report* (**Tools** » **Quick Reports** » **Design Rules Check Report**) для вывода полного списка ошибок и *Design Rules Net Shorts Check (DRC) Report* (**Tools** » **Quick Reports** » **Design Rules Net Shorts Check Reports**) для вывода списка по наиболее грубым ошибкам образования нежелательного контакта разных цепей. В столбце **DRC Marker Location** показаны координаты в виде гиперссылки на места ошибок. В местах ошибок отображаются специальные маркеры – «бабочки». При наведении курсора на маркер выводится наименование ошибки во всплывающей подсказке (Рис. 22.1).

В *Altium Designer* для запуска проверки и вывода отчета по ошибкам используется диалоговое окно *Design Rule Checker* (**Tools** » **Design Rule Check**). При этом на экран выводятся настройки контроля ошибок, например, **Create Report File** для вывода отчета, **Sub-Net Details** для вывода детального маркера и другие. В секции **Rules To Check** вы выбираете режим контроля правил – об этом было рассказано в разделе 18 данного руководства. Генерация отчета по ошибкам начинается при нажатии на кнопку **Run Design Rule Check** (Рис. 22.2).

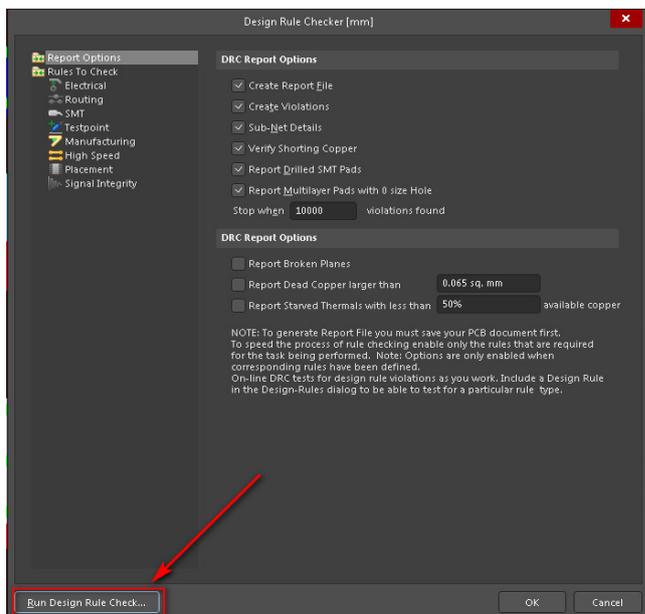


Рис. 22.2 - Настройка вывода отчета по ошибкам в *Altium Designer*



Рис. 22.3 - Поиск ошибок в Altium Designer

После этого на экран выводится подробный отчет в формате HTML, где каждая ошибка отмечена гиперссылкой на соответствующее положение на плате. Отчет вы можете расположить в отдельном окне для удобства навигации. Места ошибок отмечаются маркерами в виде восклицательных знаков зеленого цвета. Помимо этого, вы видите дополнительный детальный маркер в обозначении ошибки, специфический именно для данного нарушения. Например, при нарушении зазора выводится заданное в правилах расстояние (Рис. 22.3).

В OrCAD PCB Designer маркеры ошибок выводятся на специальном зарезервированном слое **DRC Error Class**. Вы можете контролировать цвет и видимость маркеров через панель *Options* для соответствующего подкласса или через панель *Visibility* (Рис. 22.4).

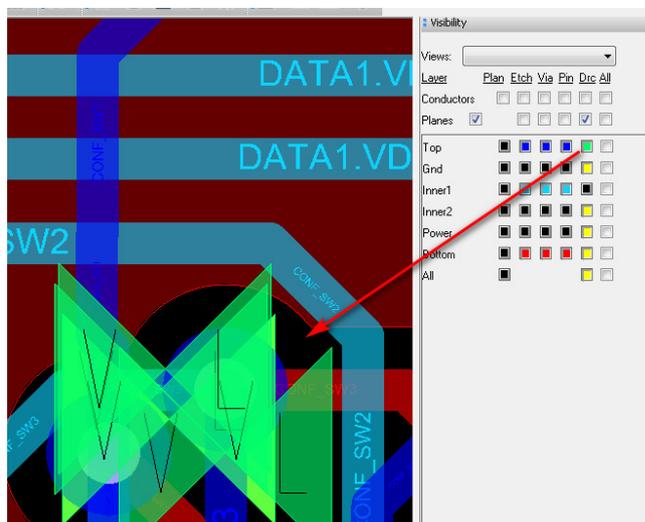


Рис. 22.4 - Контроль цвета и видимости маркеров ошибок в OrCAD PCB Editor

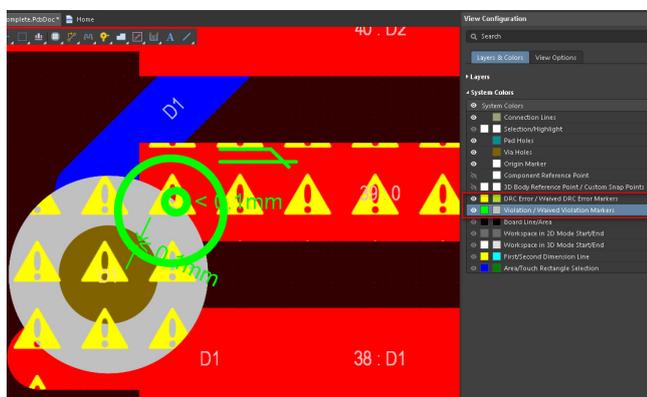


Рис. 22.5 - Контроль цвета и видимости маркеров ошибок в Altium Designer

В Altium Designer вы можете контролировать стиль и параметры отображения маркеров ошибок на странице **PCB Editor - DRC Violation Display** page of the *Preferences*. На панели *View Configuration* в секции **System Colors** вы также можете контролировать цвет и видимость маркеров (Рис. 22.5).

## Панель PCB Rules And Violations

Дополнительным удобным инструментом поиска и устранения ошибок в Altium Designer является панель *PCB Rules And Violations*. Эта панель разбита на три секции. В верхней перечислены все группы правил, ниже подгруппы правила и в последней секции выводится список ошибок, соответствующих данному правилу. Панель интерактивна и позволяет быстро находить и маскировать места ошибок. Для этого в верхней части панели из выпадающего списка вы можете выбрать режим *Mask*, а также активировать опции *Select*, *Zoom* и *Clear Existing* для выделения и масштабирования ошибок, выделенных из списка на панели *PCB Rules And Violations* (Рис. 22.6).

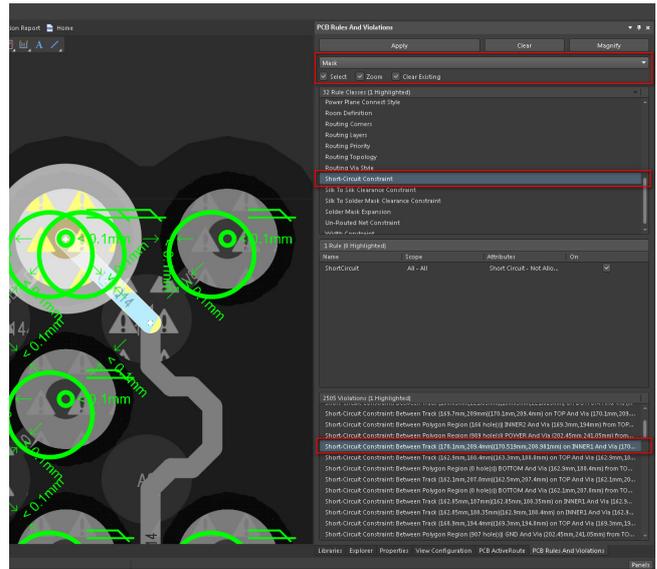


Рис. 22.6 - Поиск ошибок через панель *PCB Rules And Violations*

## 23. ПОДГОТОВКА ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

В этой части мы рассмотрим процесс вывода данных для производства. В *Altium Designer* наряду с традиционными поддерживаются все современные производственные форматы данных, такие как *Gerber X2*, *ODB++* и *IPC 2581*. Вы также можете использовать специальный файл с шаблонами настроек выходных данных *Output Job*.

### Настройка и генерация Gerber файлов

Подготовка данных для производства в OrCAD PCB Designer происходит через меню **Manufacture**. При помощи диалогового окна *Artwork Control Form (Manufacture » Artwork)* вы можете вывести файлы Gerber. На вкладке **General Parameters** вы выбираете единицы измерения, тип и формат для Gerber файлов. На вкладке **Film Control** по умолчанию вам доступны для генерации все сигнальные слои. Дополнительно, вручную вы можете создавать наборы слоев для Gerber при помощи меню правой кнопки мыши. Вы выбираете название файла и слои, которые будут в нем содержаться (Рис. 23.1).

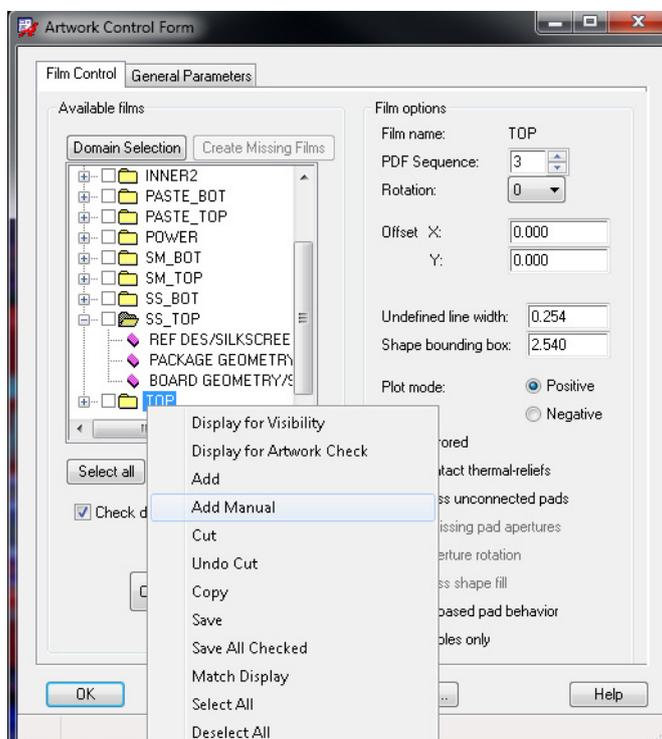


Рис. 23.1 - Настройка вывода Gerber файлов в OrCAD PCB Designer

Генерация Gerber файлов начинается по команде **Create Artwork**. Если установлена опция **Check database before artwork**, то дополнительно проверяется наличие неисправленных ошибок. Файлы Gerber записываются в папку `mfg` в папке с вашим файлом `*.brd` (Рис. 23.2).

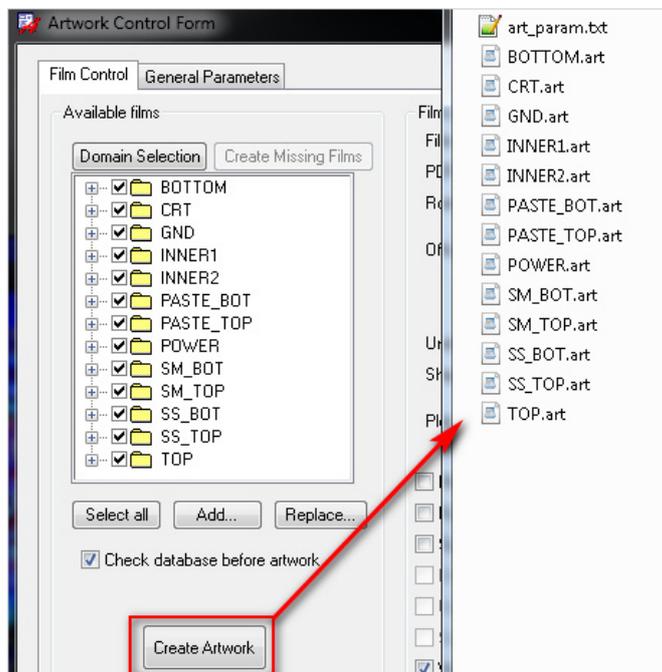


Рис. 23.2 - Вывод Gerber файлов в OrCAD PCB Designer

Вы также можете загрузить Gerber файлы для просмотра в OrCAD PCB Designer через меню **File » Import Artwork**. Это как правило делается в отдельном файле `*.brd` с целью визуального контроля данных Gerber.

В Altium Designer вывод Gerber файлов происходит через диалоговое окно *Gerber Setup* (**File » Fabrication Outputs » Gerber Files**). На вкладке **General** вы указываете единицы измерения и формат файлов. На вкладке **Layers** отмечаете слои. Вы можете выбирать слои по одному, активируя их в столбце **Plot**. Вы можете отметить одновременно все электрические слои, отметив класс **Electrical Layers** (Рис. 23.3). Можно сформировать пользовательские классы слоев через диалоговое окно *Object Class Explorer* (**Design » Classes**), для упрощения их вывода в Gerber.

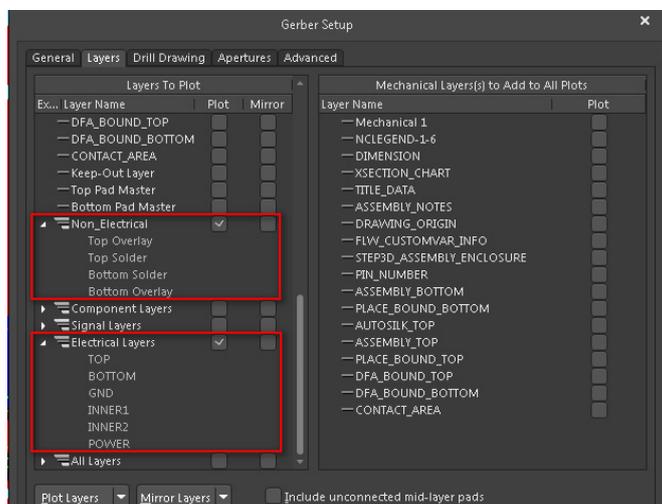


Рис. 23.3 - Настройка вывода Gerber файлов в Altium Designer

В правой части данного окна вы можете выбрать механические слои, которые необходимо вывести в Gerber, например, контур платы.

В Altium Designer все выходные данные записываются в подпапку с проектом `Projects Output For <название_проекта>`. Gerber файлы здесь имеют расширение в соответствии с названием слоя, например `*.gtl` – gerber top layer, `*.gbs` – gerber soldermask. В структуре проекта на панели Projects выходные файлы записываются в поддиректорию `Generated\CAMtastic Documents`, откуда их можно вывести на экран (Рис. 23.4).

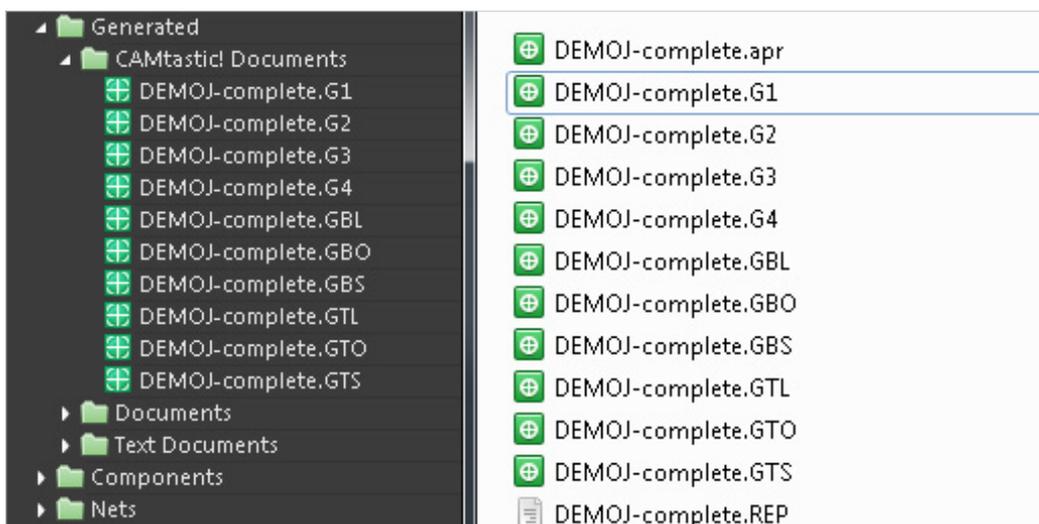


Рис. 23.4 - Gerber файлы в Altium Designer

На самом деле после генерации Gerber файлы автоматически выводятся на экран в специальном технологическом редакторе CAMtastic, который интегрирован в Altium Designer. Для данного редактора запускается панель CAMtastic, на которой можно включить или отключить отображение Gerber файлов (Рис. 23.5).

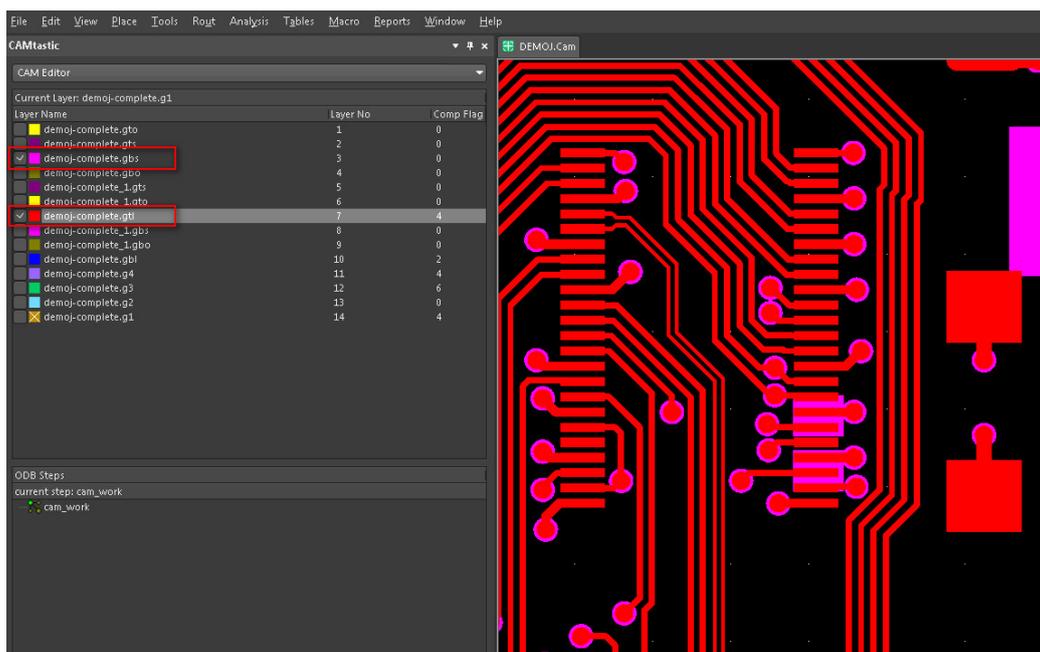


Рис. 23.5 - Технологический редактор CAMtastic в Altium Designer

## Таблица отверстий и файл сверловки

Таблица отверстий в OrCAD PCB Editor генерируется по команде меню **Manufacture » NC » Drill Legend**. Для этого выделен специальный слой **Manufacturing\NClegend**. В окне *Drill Legend* вы можете выбрать шаблон для таблицы, сортировку данных и др. (Рис. 23.6).

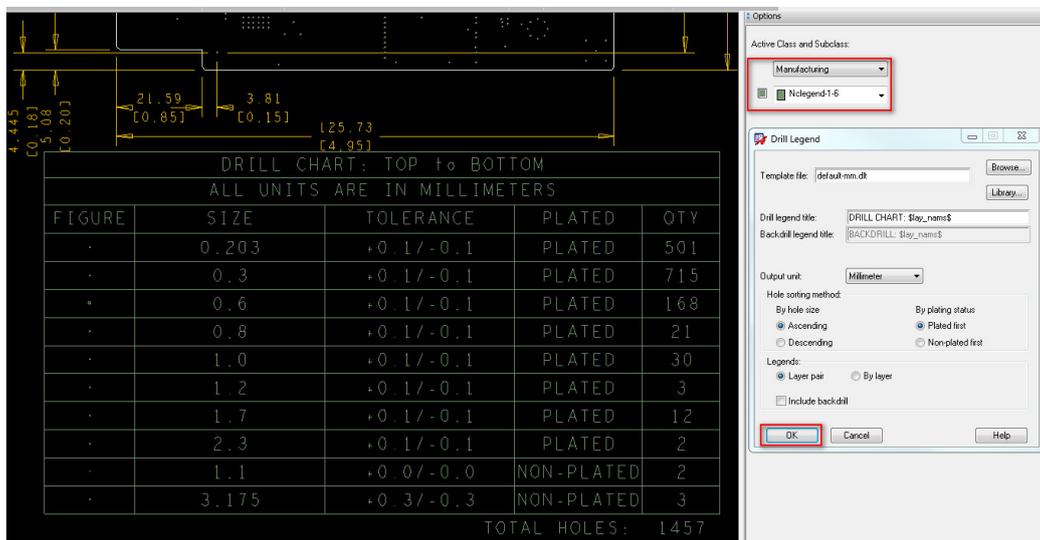


Рис. 23.6 - Вывод таблицы сверловки в OrCAD PCB Editor

Если необходимо настроить обозначения отверстий на плате, то это можно сделать через диалоговое окно *Drill Customization* (**Manufacture » NC » NC Drill Customization**). Здесь вы можете вручную подобрать символ и знак для каждого отверстия или сделать это автоматически при помощи кнопки **Auto generate symbols**, а затем повторить сгенерировать таблицу сверловки заново (Рис. 23.7).

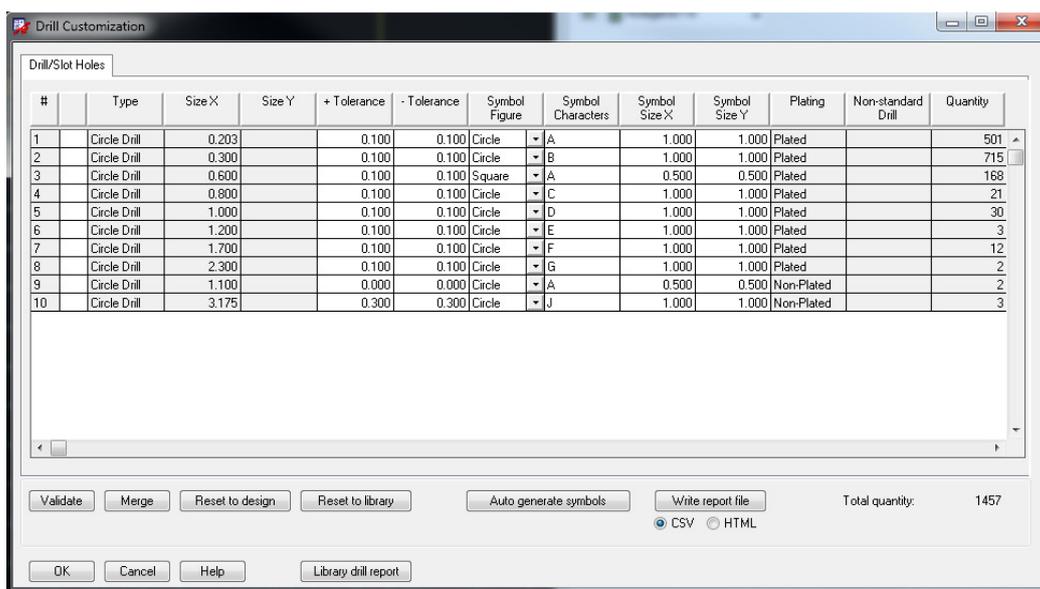


Рис. 23.7 - Настройка данных для таблицы сверловки в OrCAD PCB Editor

Генерация файлов сверловки происходит в диалоговом окне *NC Drill (Manufacture » NC » NC Drill)*. Для генератора дополнительные параметры, такие как единицы измерения и формат настраиваются по кнопке **NC Parameters**. По нажатию на кнопку **Drill** файлы сверловки с расширением \*.dr1 записываются в папку mfg (Рис. 23.8).

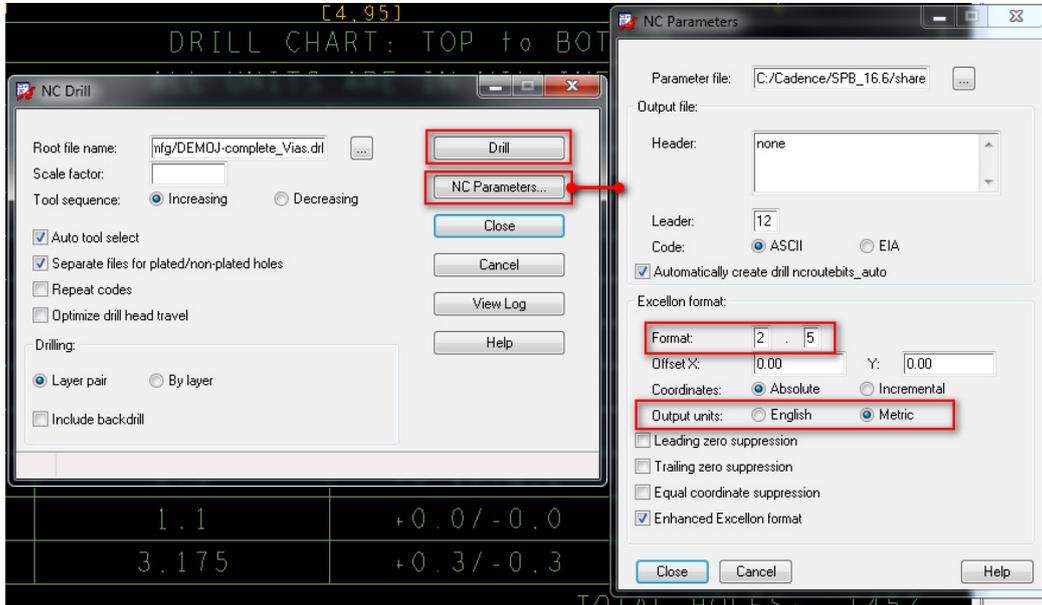


Рис. 23.8 - Настройка параметров файлов сверловки в OrCAD PCB Editor

В Altium Designer таблица сверловки выводится по команде **Place » Drill Table** на специальный слой **Drill Drawing**. Все настройки таблицы доступны на панели *Properties* (Рис. 23.9).

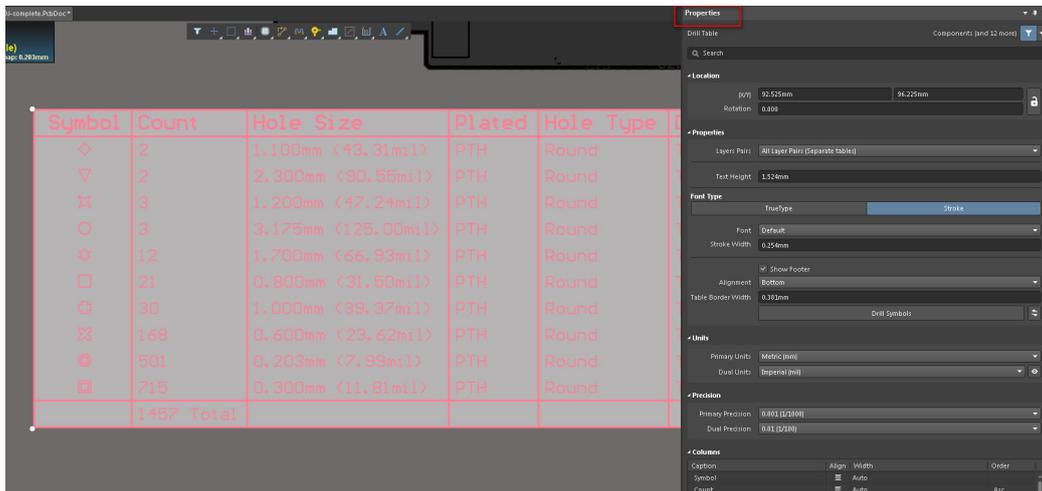


Рис. 23.9 - Таблица сверловки в Altium Designer

Также на панели *Properties* в нижней части вы можете нажать кнопку **Edit Columns** для перехода к редактированию состава и названий столбцов, через кнопку **Drill Symbols** можно отредактировать символы отверстий. Здесь вы можете выбрать обозначение в виде знака или символа (Рис. 23.10).

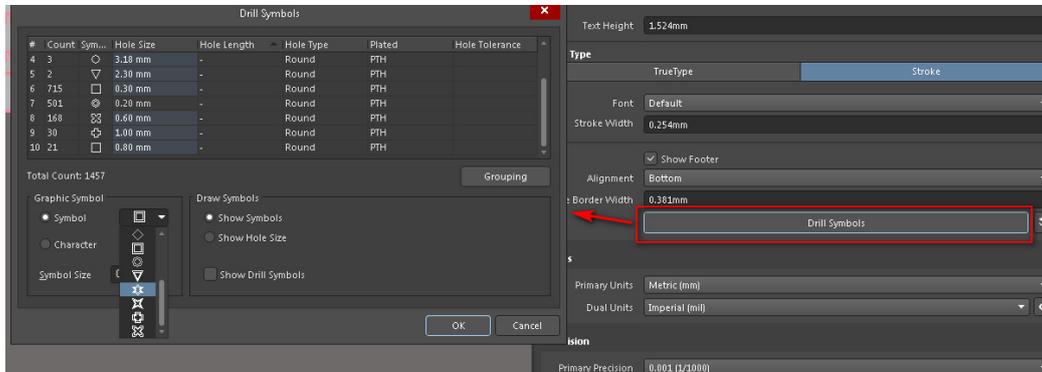


Рис. 23.10 - Редактирование символов отверстий в Altium Designer

Вывод файлов сверловки в Altium Designer происходит в диалоговом окне *NC Drill Setup* (**File » Fabrication Outputs » NC Drill Files**). В окне *NC Drill Setup* необходимо указать стандартные настройки, как и в OrCAD PCB Editor. Файл имеет расширение \*.txt и попадает в папку *Project Output For...* Как и Gerber файлы, NC Drill файлы выводятся на экран в редакторе CAMtastic, а сам файл записывается в структуру проекта в поддиректорию *Generated\CAMtastic Documents* на панели *Projects* (Рис. 23.11).

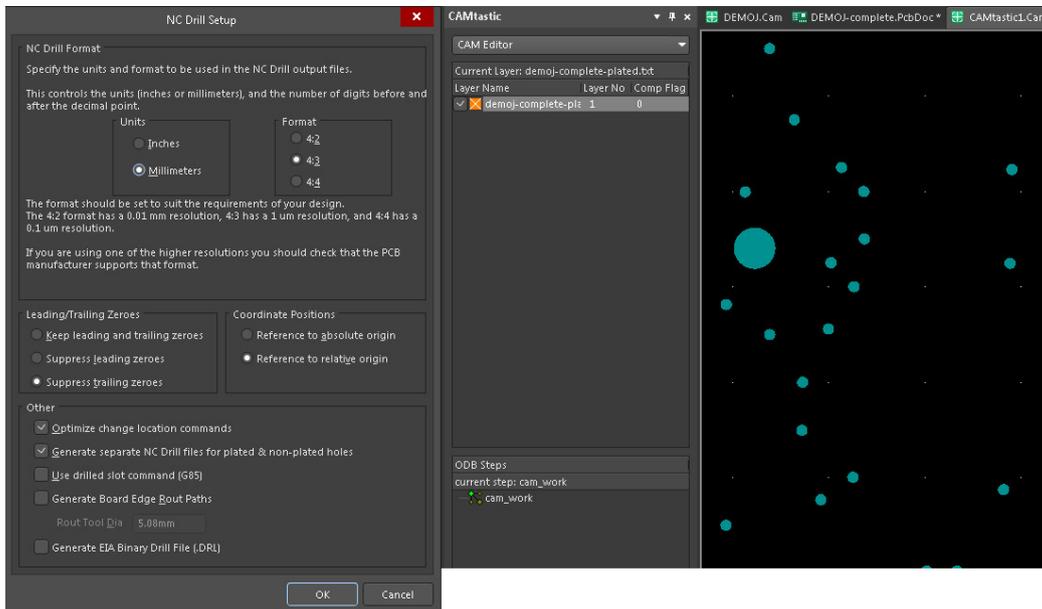


Рис. 23.11 - Вывод файлов сверловки в Altium Designer

## Файлы Output Job

Для упрощения настройки вывода производственной информации в файлы и на печать в Altium Designer используется специальный тип файлов Output Job. Вы можете добавить такой файл в проект стандартным способом. Такой файл имеет расширение \*.outjob и хранится в структуре проекта. Для добавления настроек достаточно нажать на кнопку в любом из разделов выходной информации, например, **Add New Fabrication Outputs** (Рис. 23.12).

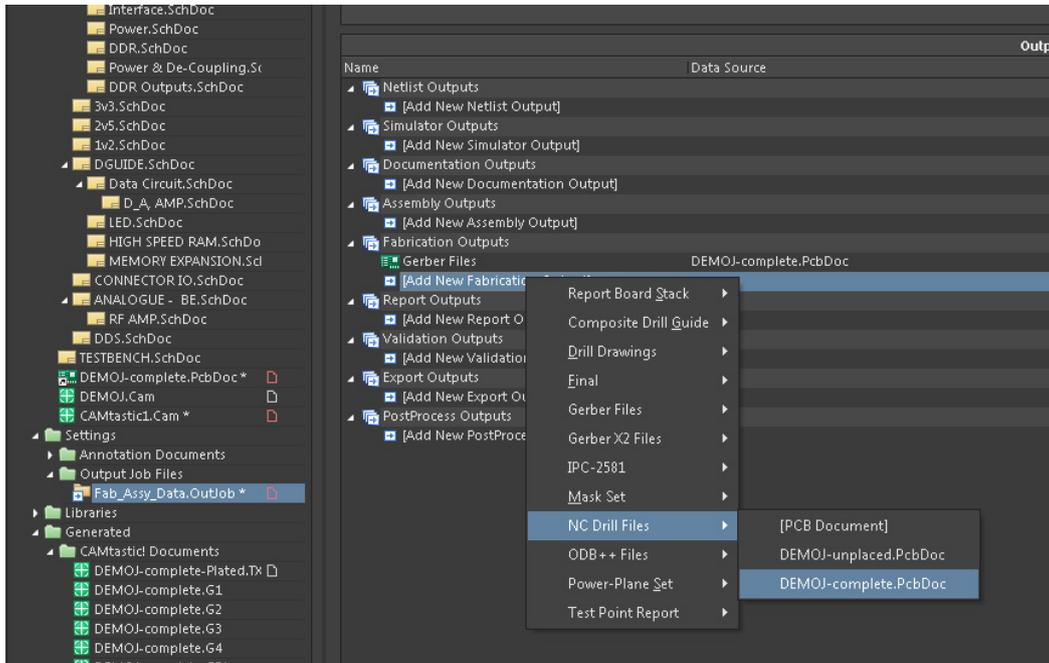


Рис. 23.12 - Настройка выходных данных через файл Outjob

Если вы добавили таким образом Gerber файлы, то по двойному щелчку мыши на экран будут выведены настройки, которые были рассмотрены ранее. Далее выберите подходящий контейнер, например, файловый. И выберите позицию выходных данных – на экране появится стрелка, показывающая путь вывода информации (Рис. 23.13).

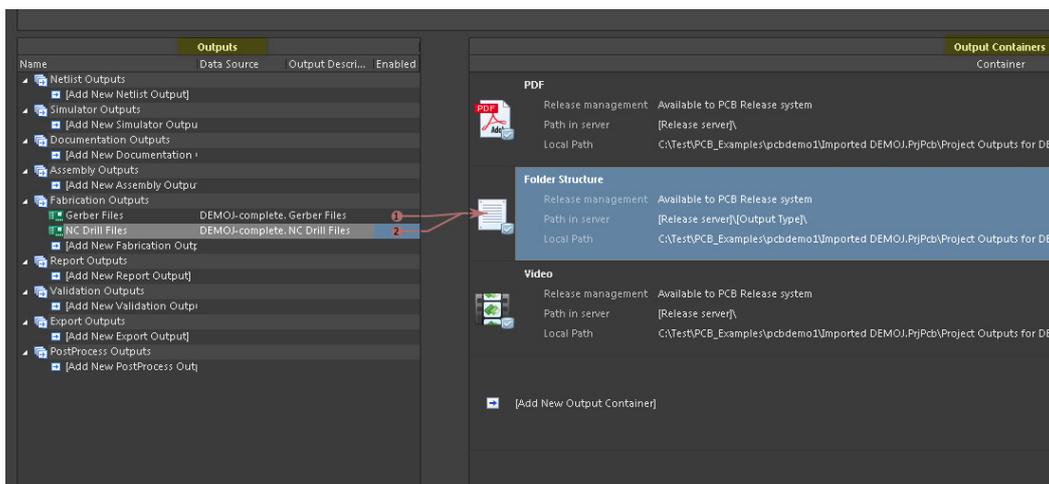


Рис. 23.13 - Выбор контейнера выходных данных

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. НАСТРОЙКА И ЗАПУСК ТРАНСЛЯТОРА ФАЙЛОВ CADENCE ORCAD В ALTIUM DESIGNER

Как уже отмечалось выше Altium Designer позволяет вам транслировать данные практически из любой системы проектирования. Перед запуском мастера по трансляции необходимо убедиться в том, что необходимый вам транслятор для OrCAD/Allegro уже установлен. После запуска Altium Designer перейдите в настройки установленных модулей – нажмите кнопку **Extension And Updates** в правом верхнем углу программы и далее щелкните по кнопке **Configure** (Рис. А.1).

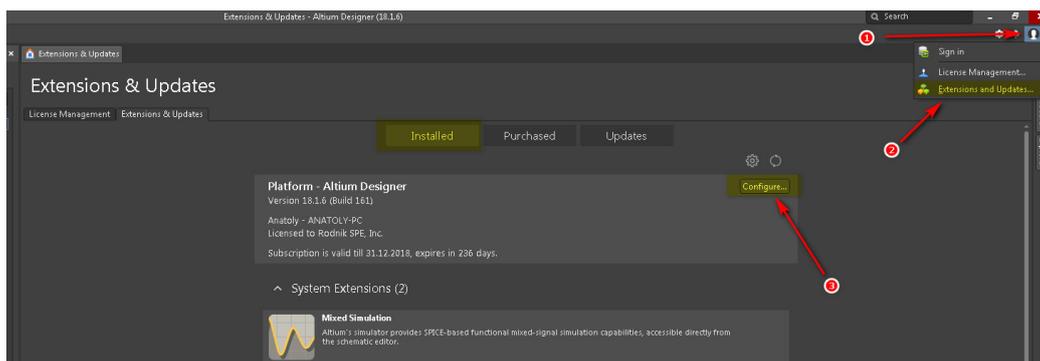


Рис. А.1 - Переход к списку установленных трансляторов

В разделе **Importers/Exporters** вы найдете список всех доступных трансляторов из сторонних электрических САПР. Для импорта файлов из OrCAD PCB Designers нам потребуются трансляторы файлов OrCAD и Allegro, так как обе САПР работают на единой программной платформе с общим редактором схем OrCAD Capture и редактором топологии OrCAD/Allegro PCB Editor (Рис. А.2).

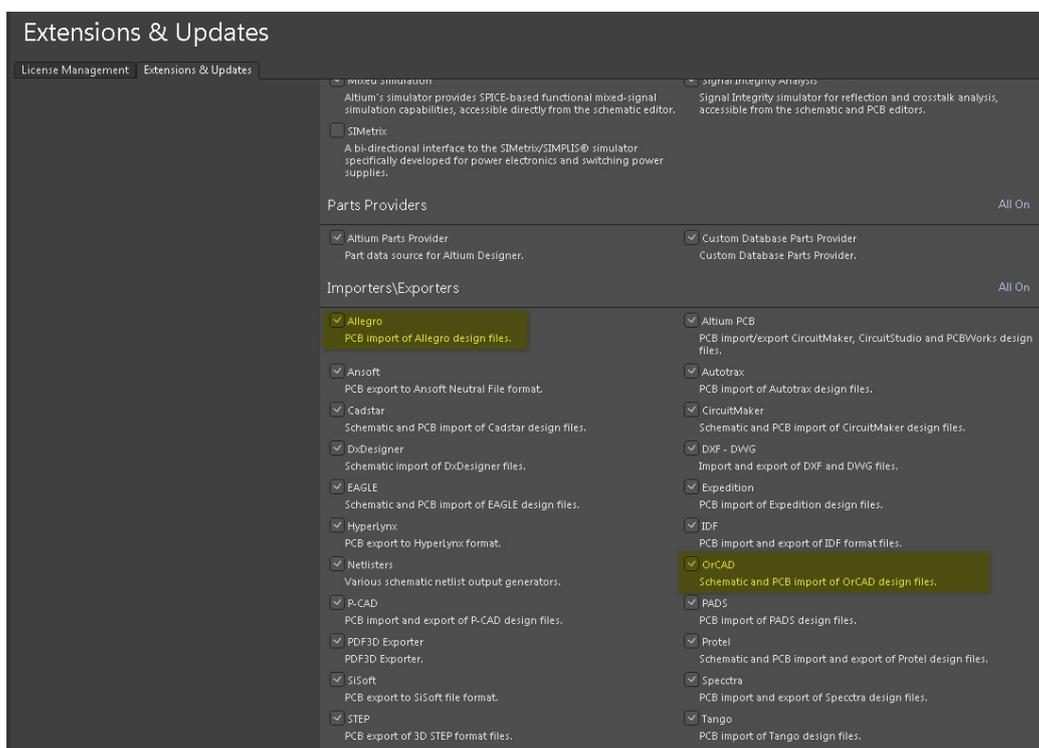


Рис. А.2 - Установленные трансляторы OrCAD и Allegro

После проверки установленных трансляторов перейдем в меню **File » Import Wizard**. В появившемся окне нажмите **Next**. Именно здесь находится помощник по трансляции данных и именно отсюда запускаются трансляторы файлов OrCAD: библиотек (\*.olb), схемы (\*.dsn) и платы (\*.brd) (Рис. А.3).

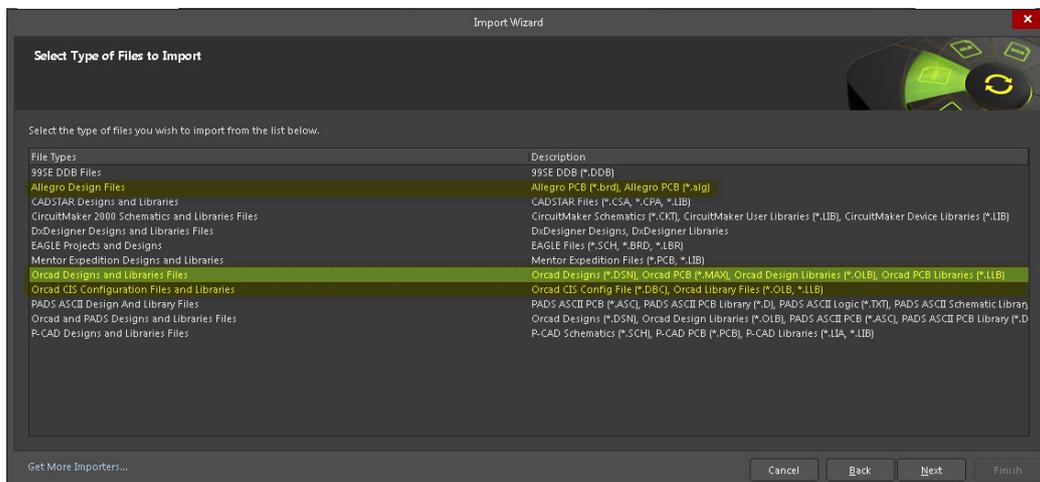


Рис. А.3 - Выбор типа файлов для трансляции

Нет смысла подробно описывать дальнейшие шаги по трансляции данных в данном помощнике, так как они интуитивно понятны и хорошо описаны на каждом шаге работы помощника по нажатию кнопки **Next**. Вы в принципе можете не обращать внимание на настройки каждого шага и просто нажимать **Next** до момента, когда кнопка **Finish** станет активной и на экране появится ваш транслированный проект.

Как вы наверно уже заметили для трансляции всего проекта OrCAD нам потребуется запустить *Import Wizard* два раза – отдельно для схемы (\*.dsn) и отдельно для топологии платы (\*.brd), а затем объединить схему и плату в единый проект. Вы также можете транслировать файлы топологии из устаревшей версии OrCAD Layout (\*.max), которая была снята Cadence с производства в 2009 году, если для вас это актуально. Обратите внимание, что *Import Wizard* не позволяет транслировать библиотеки посадочных мест OrCAD (\*.psm) и других типов символов напрямую. Но это не должно быть препятствием для вас, так как после трансляции файла топологии все необходимые библиотеки PCB вы сможете извлечь из него одной командой за считанные секунды.

Перед трансляцией файла топологии (\*.brd) рекомендуется внести в него ряд изменений:

1. Удалить все фэнауты по команде **Route » Via Structure » Delete**. Сделайте это для Pins, Vias и Clines.
2. Удалите полигоны, внутри которых находятся другие полигоны. Как правило такая ситуация складывается на внутренних слоях типа Plane с полигонами питания и заземления. После трансляции вы сможете при помощи менеджера полигонов быстро воссоздать недостающие полигоны в границах платы или зоны, разрешенной для трассировки.

В качестве примера, который мы разберем в данном руководстве, будет проект из папки `C:\Cadence\SPB_16.6\share\orcad\examples\pcbdesign\pcbdemo1` под названием `Demo.opj`, который по умолчанию доступен пользователям OrCAD PCB Designer, начиная с версии 16.6-2015 (Hotfix 51). Это довольно большой проект со сложной иерархией и многослойной печатной платой.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ИНСТРУМЕНТЫ СОЗДАНИЯ БИБЛИОТЕК

В Altium Designer для создания библиотек вы можете использовать меню **File » New » Library**. Здесь создаются схмотехнические библиотеки, библиотеки топологических посадочных мест, библиотеки падстеков. Все очень интуитивно и понятно.

Далее для каждой библиотеки становится активной своя специальная панель. При создании схмотехнической библиотеки вы используете панель *SCH Library*, на которой выводит перечень компонентов. Через меню **Tools » New Component** вы можете добавлять новые компоненты. Для каждого компонента на панели *Properties* вводятся основные и дополнительные атрибуты (Рис. Б.1).

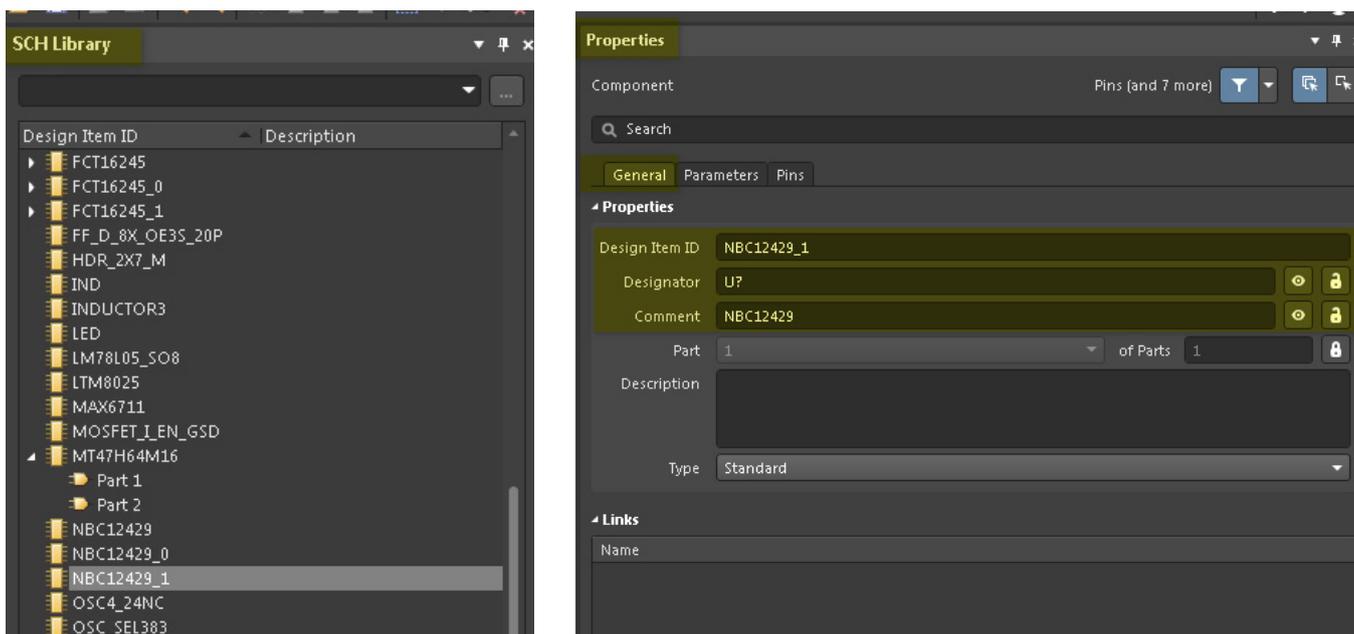


Рис. Б.1 - Выбор компонента на панели *Sch Library* и его основные свойства на панели *Properties*

Прежде всего, это такие свойства *Design Item ID* – название компонента, **Designator** – позиционное обозначение и поле **Comment**, где указывается как правило полное название модели компонента. В строке **Designator** и **Comment** при помощи кнопки  можно включить или отключить видимость свойств на схеме. Обратите внимание, что по умолчанию **Designator** и **Comment** не отображаются. На панели *Properties* внизу можно включить их отображение при помощи опции **Show Comment/Designator**, однако это не является обязательным.

Последовательность создания символов достаточно проста (Рис. Б.2).

1. Размещаются выводы по команде **Place » Pin** или при помощи соответствующей кнопки **Active Bar**. Можно размещать выводы целыми группами по команде **Edit » Paste Array**.
2. Свойства выводов, такие как номер и наименования редактируются на панели *Properties*.
3. Далее при помощи инструментов меню **Place** размещается графика.

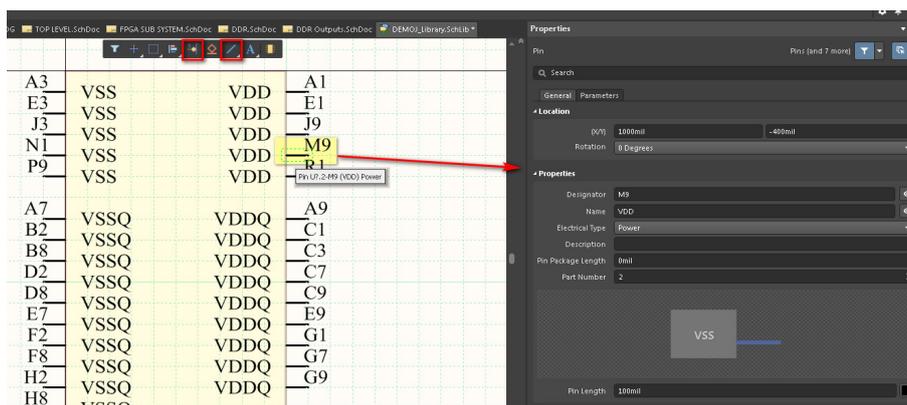


Рис. Б.2 - Создание графики символа

Обязательно попробуйте в работе инструмент **Tools » Symbol Wizard**, который поможет Вам в работе над многывыводными компонентами. Здесь вы найдете схожий по функционалу инструмент для создания символов, как в OrCAD Capture – **New Part From Spreadsheet**, но более наглядный и мощный. Вы можете скопировать в буфер обмена Windows информацию о выводах и просто вставить ее через *Symbol Wizard* – Altium Designer автоматически сформирует для вас готовый символ с заданной конфигурацией расположения этих выводов.

Дополнительные атрибуты, такие как Manufacturing Part Number, Value и другие можно задать для компонента через панель *Properties* на вкладке **Parameters**. На вкладке **Pins** редактируются свойства выводов.

Если вы работаете с многосекционным компонентом, то для добавление новых секций используйте команду **Tools » New Part**. Для каждой секции, даже если компонент однородный, необходимо добавить графику вручную.

По завершению работы над схемотехнической библиотекой запускается проверка из меню **Reports » Component Rule Check**.

Библиотека топологических посадочных мест создается по команде **File » New » Library » PCB Library**. Здесь вы будете работать с панелью *PCB Library*, где отображается список всех посадочных мест. Новое посадочное место можно добавить по команде **Tools » New Blank Footprint**. Перед началом размещения графики и выводов вам необходимо настроить единицы измерения, шаг сетки и привязку. Все это как и в предыдущих разделах делается на панели *Properties*. Все эти настройки носят интуитивный характер.

Особо хочется отметить задание сетки. Конечно, ничто не мешает вам изменить шаг простым нажатием на кнопку **G**. Но вы можете дополнительно к глобальной сетке создать свои дополнительные сетки, включая, например, полярную. Для этого на панели *Properties* в секции **Grid Manager** нажмите кнопку **Add** и выберите прямоугольную или полярную сетку, а затем сделайте двойной щелчок ЛКМ по новой позиции в списке сеток. Перед вами появится *Grid Manager*, где можно указать нужный шаг и стиль вашей сетки (Рис. Б.3).

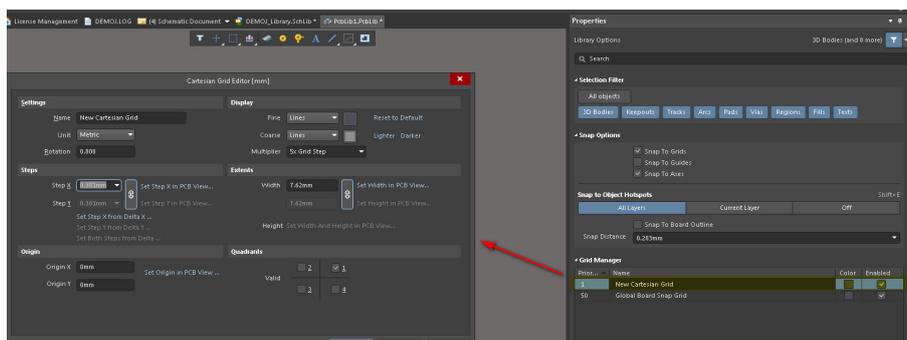


Рис. Б.3 - Редактирование новой сетки через панель *Properties* в *Grid Manager*

Начало координат отмечено окружностью с перекрестием в рабочем пространстве. Переместить его вы сможете при помощи команды **Edit » Set Reference » Origin**.

После подготовительных этапов вы можете начать размещение выводов и графики. Опять же все необходимые инструменты у вас всегда под рукой в **Active Bar**. Порядок следующий:

## 1. Разместите выводы по команде **Place » Pad**

Здесь в отличие от OrCAD вы можете не создавать специальную библиотеку пастеков. При размещении нового пастека просто задайте его свойства через панель *Properties* – размер отверстия, металлизацию, форму и размер контактной площадки, Designator.

## 2. Разместите графику для шелкографии (слой **Top/Bottom Overlay**)

Например, можно воспользоваться инструментом **Place » Line**. Все необходимые свойства линии отобразятся на панели *Properties*.

## 3. Разместите слой сборки (слои типа **Mechanical**)

Вся вспомогательная информация, такие физические и производственные границы компонента, различные вспомогательные надписи и т.п. в Altium Designer размещается на механических слоях. Вы можете активировать дополнительные механические слои через панель *View Configuration* (Рис. Б.4).

## 4. При необходимости добавьте 3D модель при помощи меню **Place » 3D Body**

Перейдите в 3D среду при помощи кнопки **3**. Здесь на панели *Properties* выберите **3D model type Generic** и добавьте модель при помощи кнопки **Choose**. Поддерживаются модели STEP, Parasolid, SolidWorks.

Если нет необходимости в полной 3D модели, то добавьте упрощенную по команде **Tools » Manage 3D Bodies For Current Component**. Быстро и удобно!

И наконец, создание пастеков происходит по команде **File » New » Library » Pad Via Library**. Здесь все делается через панель *Pad Via Library* и редактор *Pad Template Editor* (Рис. Б.5).

При создании посадочных мест просто подключите *Pad Via Library* через панель *PCB Pad Via Template* и разместите нужные пастеки и *Via* на *Layout*.

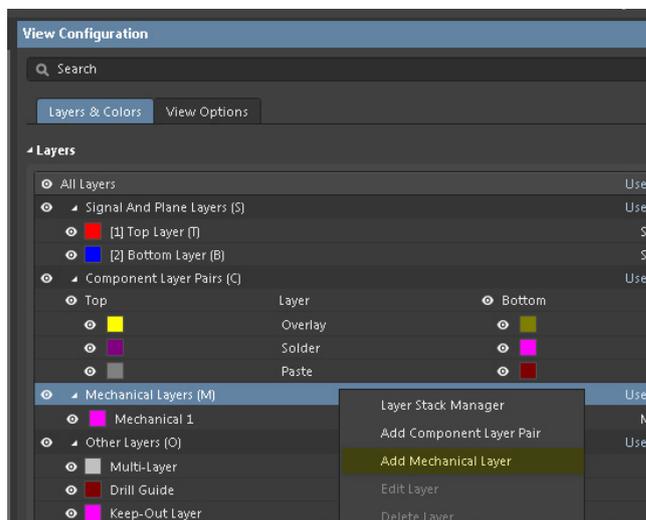


Рис. Б.4 - Активация механического слоя на панели *View Configuration*

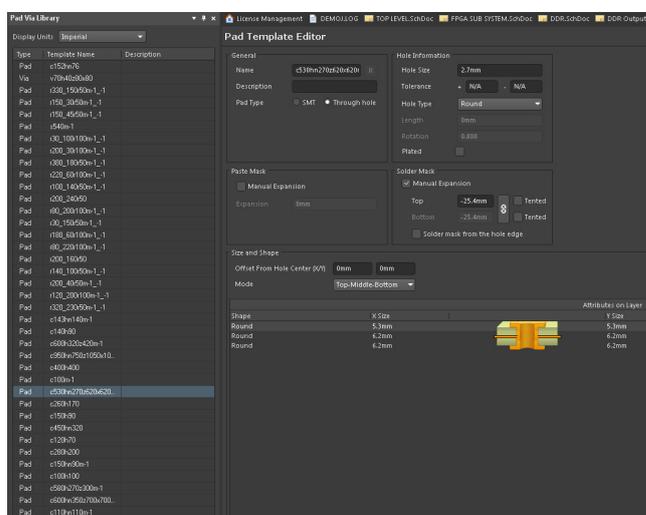


Рис. Б.5 - Создание пастеков в *Pad Via Library*

## ПРИЛОЖЕНИЕ В. УПАКОВКА СХЕМЫ И ПЕРЕХОД К РАЗРАБОТКЕ ТОПОЛОГИИ ПОСЛЕ ТРАНСЛЯЦИИ ПРОЕКТА ИЗ ORCAD

Вы уже знаете, что проект передается в Altium Designer по частям. Вначале передается схема, а затем в отдельный проект платы. Файлы `ProjPcb`, `SchDoc` и `PcbDoc` должны храниться в одной директории и в одном проекте для того, чтобы поддерживать целостность данных и во избежание потери файлов проекта в будущем. Файл платы `DemoJ-complete.PcbDoc` мы скопировали в папку с проектом `DEMOJ` и подключили к нему.

Для синхронизации позиционных обозначений схемы и платы в Altium Designer используется уникальный идентификатор, который по умолчанию присваивается каждому компоненту на схеме. При трансляции топологии из OrCAD PCB Editor уникальный идентификатор не присваивается, потому что соответствие существующей схеме не гарантируется. Тем не менее существует упрощенная процедура синхронизации уникальных номеров между схемой и платой:

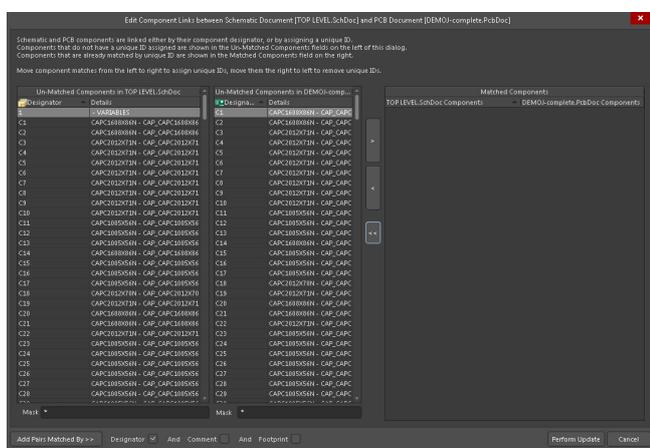


Рис. В.1 - Окно синхронизации уникальных номеров компонентов *Edit Component Links*

1. Откройте плату `DemoJ-complete.PcbDoc` и перейдите в диалоговое окно *Edit Component Links* с помощью команды **Project » Component Links** (Рис. В.1).

В левом и правом столбцах список компонентов схемы и платы соответственно. Вы можете выбрать пару в обоих столбцах и нажать **>** для синхронизации. При этом во втором столбце справа появится синхронизированный компонент. Для больших проектов ручная синхронизация может занять значительное количество времени.

В противовес ручной синхронизации вы можете использовать автоматическую на основе комбинации позиционного обозначения, параметра **Comment** и **Footprint**. Это позволит мгновенно синхронизировать большую часть компонентов.

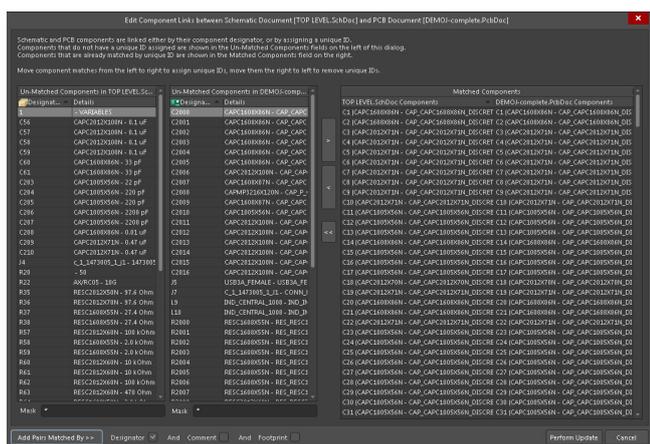


Рис. В.2 - Синхронизация позиционных обозначений в Altium Designer

2. Активируйте опцию **Designator** и отключите **Comment** и **Footprint**.
3. Нажмите **Add Pairs Matched By >>**. Произойдет автоматическая синхронизация (Рис. В.2).
4. Все остальные компоненты необходимо синхронизировать вручную. После завершения необходимо нажать **Perform Update** для окончательного внесения изменений.

Ряд компонентов могут быть установлены только на плате, не имея символа на схеме. Например, это экраны, прокладки, хомуты, монтажные отверстия и другие компоненты. Также ряд компонентов может присутствовать на схеме, но не иметь посадочного места.

Altium Designer поддерживает различные типы компонентов. Вы можете просмотреть их на панели Properties (Рис. В.3).

В проекте Altium Designer для передачи данных между схемой и платой не используется нетлист как таковой. Т.е. вам не требуется отслеживать папку с текстовыми или ASCII файлами нетлиста, так как вся информация передается в «бесшовном» режиме и на экран выводятся сведения обо всех изменениях. Если в схеме присутствуют ошибки, система сообщит вам об этом.

Для передачи изменений DEMOJ из редактора схемы выполните команду **Design » Update PCB Document Demoj-complete.PcbDoc** или вы можете через редактор топологии выбрать команду **Design » Import Changes From Demoj.PrjPcb**. Появится окно с запросом на ручную синхронизацию цепей (Рис. В.4).

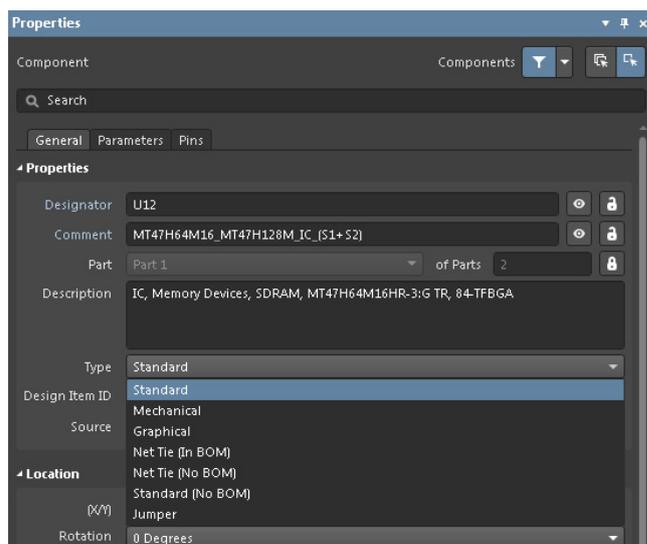


Рис. В.3 - Типы компонентов

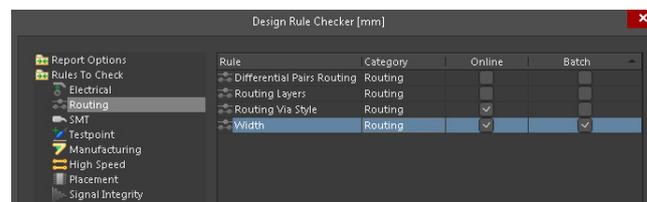


Рис. В.4 - Ручная синхронизация цепей

Здесь лучше всего нажать **No** и приступить к загрузке изменений (ECO).

Одна из наиболее важных задач – это переименование цепей. В главе «Создание соединений» мы обсуждали какое соглашение по системным именам цепей принято в Altium Designer. Настоятельно рекомендуется переименовать во время ECO названия цепей OrCAD PCB Designer на названия Altium Designer, как показано ниже (Рис. В.5).

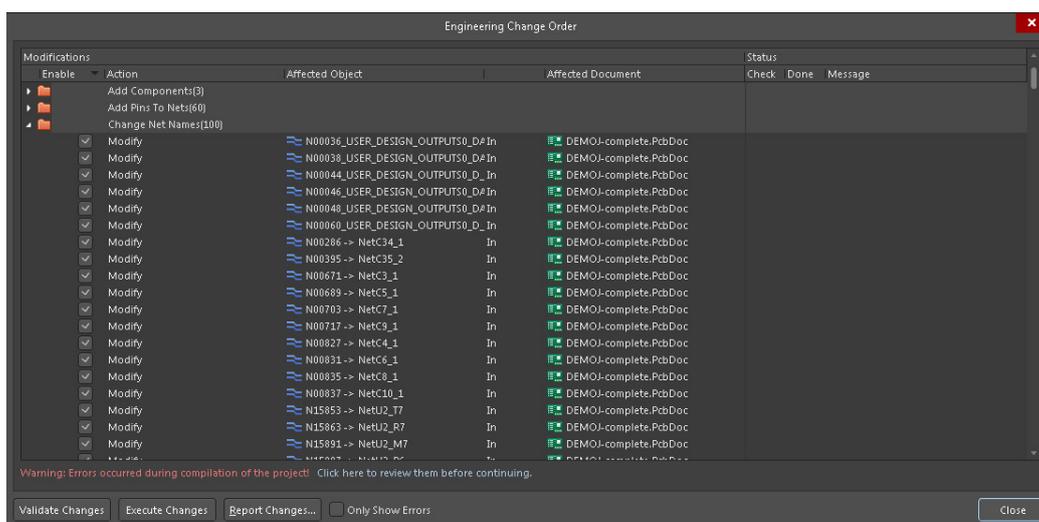


Рис. В.5 - Переименование цепей во время процесса ECO

Вы также увидите здесь другие изменения, которые предложит сделать программа. Все эти изменения можно проконтролировать через диалоговое окно опций проекта (**Project » Project Options**). Altium Designer предложит по умолчанию создать комнаты, классы цепей и компонентов и др.

На вкладке **Class Generation** вы можете контролировать создание комнат и классов. По умолчанию Altium Designer предлагает создавать комнаты и классы цепей по каждому листу схемы. Вы можете просто отключить эту опцию (Рис. В.6).

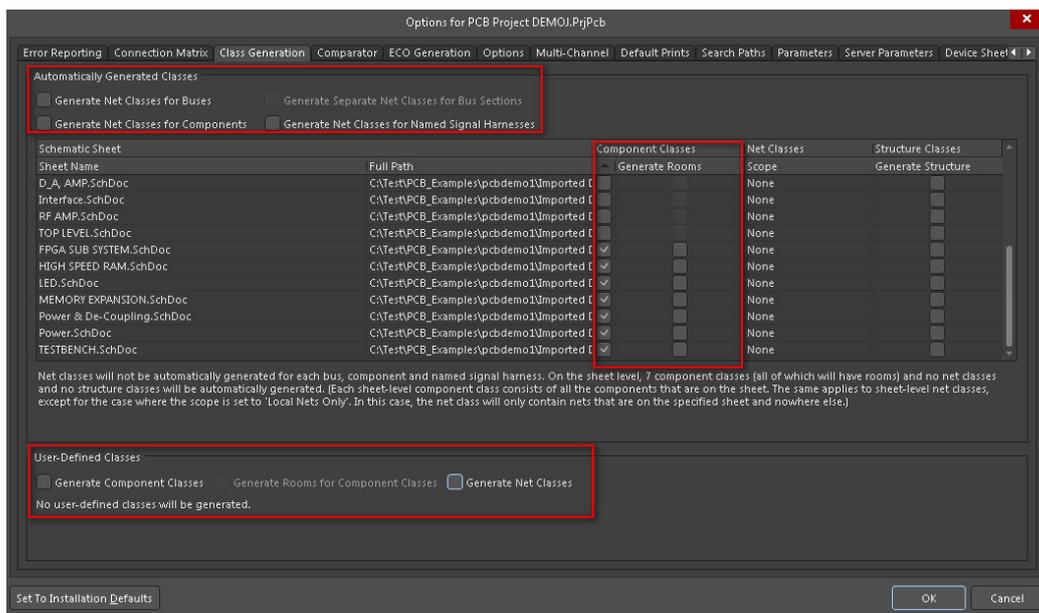


Рис. В.6 - Опции автоматического создания классов и комнат

На вкладке **Comparator** настраиваются опции для поиска отличий между схемой и платой. Вы можете отменить этот поиск и тем самым запретить внесение изменений (Рис. В.7).

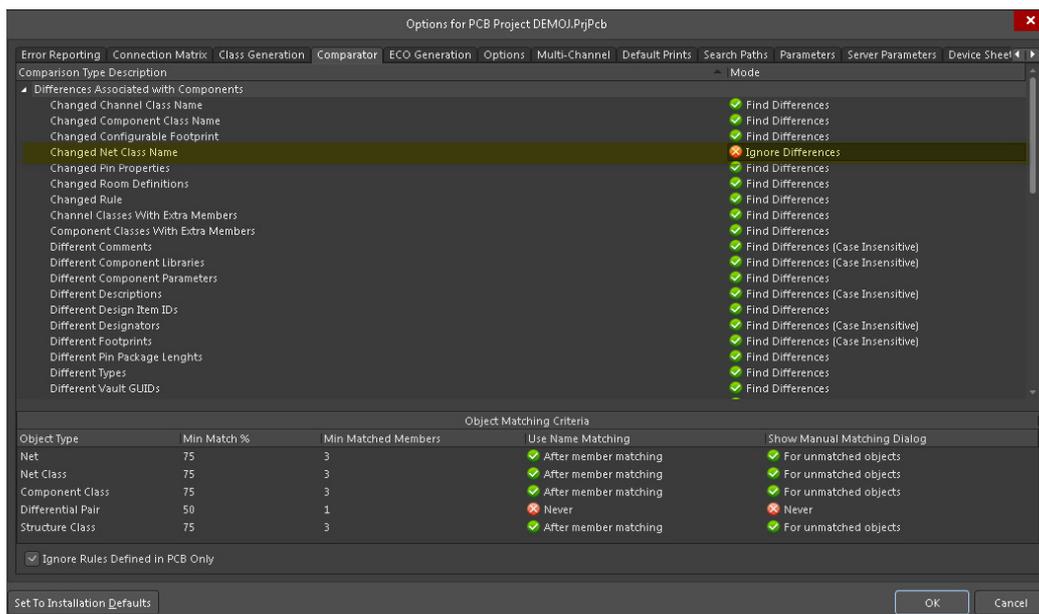


Рис. В.7 - Вкладка Comparator в опциях проекта

На вкладке **ECO Generation** вы можете отключить вывод данных по изменениям в окне ECO. Если установить опцию **Ignore Differences**, то данные по соответствующему объекту не попадут в отчет ECO (Рис. В.8).

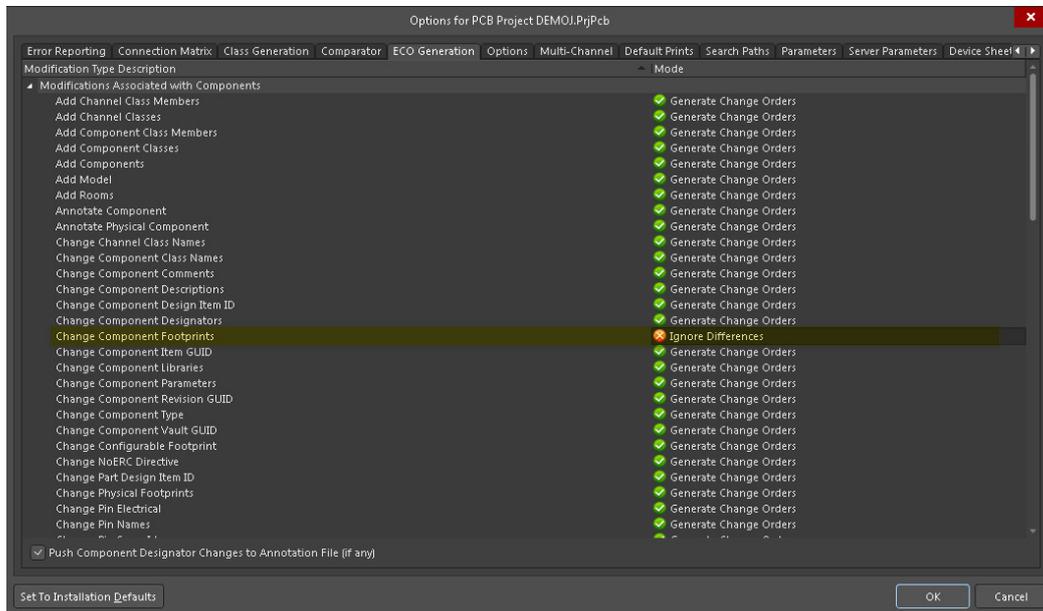


Рис. В.8 - Вкладка **ECO Generation** в опциях проекта

Конечно, количество изменений, которые вы можете увидеть при синхронизации проекта может быть различным. Некоторые ошибки можно устранить только вручную и затем попытаться еще раз передать данные. В итоге на экране должно появиться сообщение о том, что изменения не требуются. Более подробно о синхронизации проекта Altium Designer вы можете прочесть [здесь](#).