

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЛИ ЗАЧЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ P-CAD ПЕРЕХОДИТЬ НА ALTIUM DESIGNER?

Е. Чириков<sup>1</sup>

УДК 004.942  
ВАК 05.27.00

На протяжении долгого времени программа P-CAD, разработанная компанией Personal CAD Systems, была самой популярной САПР для проектирования печатных плат на территории России и стран СНГ. Многие разработчики продолжают пользоваться P-CAD, несмотря на то, что в 2008 году поставки этой программы были прекращены. Компания Altium купила права на P-CAD и на смену этой программы предложила САПР Altium Designer, обеспечивающую сквозной цикл проектирования. В программной среде Altium Designer можно создать схемное решение, описать ПЛИС, разработать топологию печатной платы, оформить конструкторскую документацию. При этом у разработчика есть возможность передавать изменения с уровня схемы на уровень платы и обратно. Рассмотрим основные преимущества, ключевые особенности Altium Designer и выясним, почему пользователям P-CAD следует переходить на новую САПР.

**Р**азработка печатных плат – один из наиболее ответственных и трудоемких этапов проектирования аппаратуры. Выбор программного инструмента (САПР) для проектирования печатных плат определяет эффективность труда разработчика и сроки работы над проектом. Многие компании рассматривают переход с P-CAD на более современные инструменты как средство оптимизации процесса проектирования и расширение возможностей по созданию новых продуктов. САПР Altium Designer не только обеспечивает наиболее простой и безболезненный переход с P-CAD, но и предлагает широкие возможности для создания проектов сложных печатных плат, в том числе гибко-жестких, плат со скрытыми и глухими переходными отверстиями.

В рамках программной среды Altium Designer возможны схемотехническое проектирование, работа с ПЛИС, разработка топологии печатной платы, управление проектными данными, создание и проверка правил и ограничений, интеграция цепочек поставки, взаимодействие с механическими (MCAD) системами, формирование конструкторской документации и данных для производства.

Интеграция всех этих элементов в единый интерфейс помогает пользователю просто и быстро переключаться между проектными задачами. При этом Altium Designer автоматически выводит команды и инструменты, необходимые для конкретного этапа работы над проектом, а гибкие настройки позволяют конфигурировать рабочее пространство с учетом индивидуальных потребностей и привычек разработчика.

Рассмотрим ключевые особенности новой системы.

<sup>1</sup> ЗАО "НПП "Родник", технический эксперт, +7 (499) 613-70-01, chirikov@rodnik.ru.

## ИНТЕРФЕЙС

Одно из основных достоинств Altium Designer – простой и понятный интерфейс. Даже начинающий пользователь с минимальным опытом работы в других САПР сможет сравнительно быстро научиться работе в этой программной среде. Система управления интуитивна и основана на стандартных приложениях, работающих под управлением ОС Windows. Важная особенность данной САПР – единое окно для всех входящих в ее состав редакторов. Если в P-CAD каждый редактор запускался как самостоятельное приложение, то в Altium Designer все элементы интегрированы в единую программную среду под названием DXF. Это не мешает пользователю размещать на отдельных мониторах окна с разными редакторами, которые связаны между собой механизмами перекрестного выделения и поиска. Такой подход распространяется не только на отдельного пользователя, но и на проектную группу. Несколько инженеров одновременно могут работать над разными этапами одного проекта, используя один и тот же интерфейс и не затрачивая время на перемещение данных между модулями.

Многие операции, которые в P-CAD приходилось выполнять вручную, в Altium Designer автоматизированы. Важную роль играют рабочие панели, такие как Files, Projects, Libraries и др. Свойства каждого объекта можно быстро изменить на панели Inspector. Удобная функция поиска подобных объектов (Find Similar Objects) в сочетании с панелью Inspector позволяет быстро изменять свойства для большого количества объектов на схеме, плате и в библиотеке. Практически для всех часто используемых команд в Altium Designer определены горячие клавиши, список которых доступен через клавишу ~. Это очень удобно, так как минимум времени требуется на поиск соответствующего раздела в документации к программе. Основные разделы документации на Altium Designer переведены на русский язык, и она выложена в Интернет в свободный доступ [1].

## СИСТЕМА ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ

Компания Altium предлагает пользователям простую, но в то же время гибкую систему лицензирования. На текущий момент доступны три основные конфигурации Altium Designer:

- **Altium Designer Viewer** – бесплатный комплект для просмотра файлов Altium без возможности их редактирования;
- **Altium Designer SE** – комплектация только для разработчиков схем с поддержкой моделирования на языках SPICE, VHDL и аппа-

ратной платформы Nanoboard для отладки программного кода ПЛИС;

- **Altium Designer** – полный комплект, включая редактор топологии и подсистему анализа целостности сигналов.

Все конфигурации лицензий, в свою очередь, имеют три стиля, которые различаются способами их подключения к рабочему месту:

- **Standalone** (одиночная лицензия) – право работы только на одном рабочем месте, на котором активирована лицензия (авторизация лицензии может быть выполнена с сервера Altium либо через файл лицензий);
- **Private Server** (сетевая лицензия) – право работать на количестве мест, указанном в лицензии (авторизация выполняется через сервер лицензий, установленный в локальной сети);
- **On Demand** (удаленная лицензия) – право работать на любом рабочем месте, на котором выполнена авторизация (возможна только через Интернет).

Таким образом, пользователи могут выбрать оптимальный способ распределения лицензий на рабочие места.

## ИМПОРТ / ЭКСПОРТ ДАННЫХ

Возможность передавать данные в сторонние программы и импортировать их в Altium Designer – еще одно преимущество программы. Этот пакет поддерживает большое количество форматов импортируемых и экспортируемых файлов (рис.1).

Встроенные трансляторы данных позволяют импортировать проекты и библиотеки, ранее созданные в других программах. Для решения этой задачи в Altium Designer предусмотрен специальный мастер импорта данных (Import Wizard) из других систем, таких как Cadence OrCAD/Allegro, Mentor PADS/Expedition и др. (рис.2).

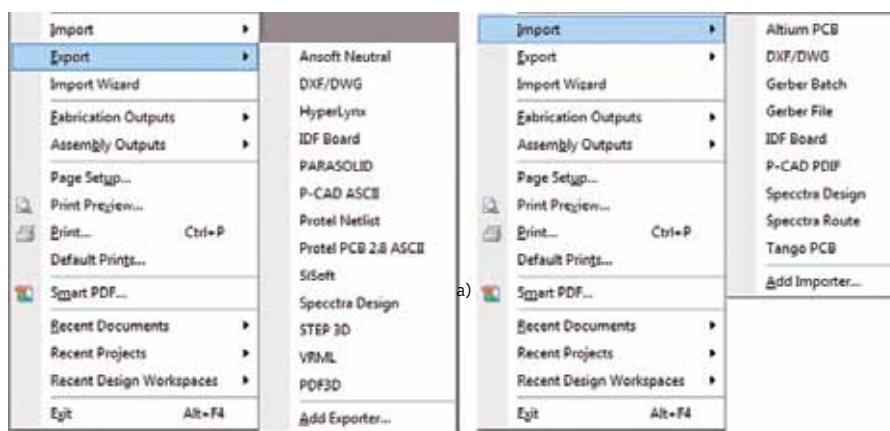


Рис.1. Импорт/экспорт в Altium Designer

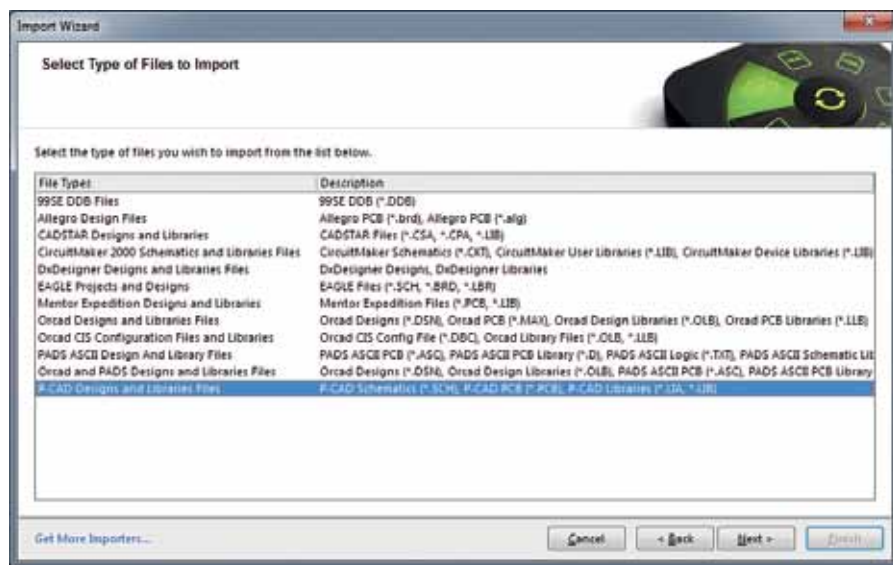


Рис.2. Мастер импорта данных в Altium Designer

Для российского пользователя важно наличие качественного транслятора проектов и библиотек P-CAD. Компания Altium оказывает поддержку всем клиентам, переходящим на Altium Designer, в особенности тем, кто переходит с P-CAD. В рамках акции им предоставляются скидки, поэтому переход с P-CAD на Altium Designer становится экономически выгодным.

На сайте [www.altium-ru.com](http://www.altium-ru.com) представлена подробная пошаговая инструкция импортирования проекта и библиотек из P-CAD в Altium Designer [2].

## БИБЛИОТЕКИ КОМПОНЕНТОВ

Идеология библиотек Altium Designer отличается от их концепции в P-CAD. Основная идея заключается в том, что символ, созданный в редакторе символов, по сути, является компонентом. Атрибуты компонента – это атрибуты символа. К такому компоненту могут быть подключены модели для решения соответствующих задач: Footprint – для печатной платы, IBIS – для анализа целостности сигналов, Spice – для моделирования. С созданием Altium такой концепции максимально упростился процесс разработки.

Предлагается несколько вариантов организации библиотеки.

**Project Library** (библиотека проекта). В этом случае внутри проекта минимум два файла, один содержит символы, другой – посадочные места. Подобная библиотека удобна, когда всю разработку от схемы до платы ведет один исполнитель.

**Integrated Library** (интегрированная библиотека). Предварительно созданные библиотеки символов и посадочных мест собираются в один файл (архивируются) и могут быть использованы для работы в разных

проектах. Только интегрированная библиотека обеспечивает целостность создаваемой базы, поскольку при компиляции проверяется соответствие символов и подключенных к ним посадочных мест.

**Database Library** (библиотека в виде базы данных). Файл библиотеки представляет собой интерфейс связи с внешней базой данных (в Access, Excel и др.), в которой для каждого компонента прописаны символ, посадочное место и другие модели, атрибуты. Такой подход считается оптимальным, поскольку позволяет администрировать библиотеку и синхронизировать ее с другими базами данных предприятия (например, базой данных склада).

**Component Library** (библиотека Vault). Эти библиотеки формируются с использованием программы Altium Vault, которая расширяет функционал управления библиотечными компонентами, предоставляя такие возможности, как управление компонентами, их ревизиями, жизненным циклом каждого компонента; работа с поставщиками компонентов; отслеживание применяемости компонента в проектах и т.п.

## КОНТРОЛЬ ВЕРСИЙ ПРОЕКТА

В современном процессе проектирования не обойтись без сетевых решений и возможностей многопользовательского доступа. На большинстве предприятий библиотечные базы выложены на общедоступном сервере (в проектном хранилище), где хранятся и текущие разработки. Из этого сервера как центрального хранилища члены проектной группы могут получать данные и возвращать их обратно. При этом ведется история всех вносимых изменений, то есть проект хранится в виде последовательности версий исходного проекта и исходных документов. Использование проектного хранилища с контролем версий гарантирует, что ни одна версия проекта не будет утеряна. Это обеспечивает безопасную работу над одним проектом нескольким членам проектной группы, которая может быть географически распределенной.

В рамках системы управления проектными данными в Altium Designer поддерживается создание проектных хранилищ, использующих систему контроля версий Subversion или CVS [1]. Для синхронизации версии проекта на локальном и сетевом ресурсах используется специальная панель Storage Manager, в которой отображаются все сохранения и статусы выполнения синхронизации доку-

ментов. Благодаря этому администратор системы всегда может отследить, кто из пользователей и когда вносил изменения в проект, сравнить две версии проекта и при необходимости вернуться к более ранней.

Дополнительно к Altium Designer может быть подключена программа Altium Vault, значительно расширяющая функционал управления данными.

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ ПОМОЩНИКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

При проектировании плат и заполнении библиотек пользователю часто приходится выполнять много однотипных операций. В Altium Designer все процедуры, которые можно свести к строгому алгоритму действий, реализованы в виде помощников (Wizard). Они могут быть использованы при создании компонентов (Symbol) и их моделей (Spice, Footprint), правил проектирования, дифференциальных пар, контура платы и т.д. Помощник обеспечивает пошаговое выполнение простейших действий, в результате чего получается готовый элемент (правило, плата и т.д.). Применение помощника минимизирует вероятность ошибки при выполнении сложных процедур. Термины во многих диалоговых окнах иллюстрируются, что упрощает работу в Altium Designer. Например, при создании модели посадочного места (Footprint) пользователь всегда видит рисунок, визуальную составляющую настройки конкретного шага мастера (рис.3).

## ПОДДЕРЖКА ПЛИС

Широкое распространение ПЛИС в современных проектах накладывает дополнительные требования к средствам САПР. Как правило, программирование ПЛИС и создание схемы ведутся параллельно, затем начинается процесс разработки платы; причем, САПР для программирования ПЛИС не связаны с системами проектирования печатных плат. В Altium Designer реализован системный подход к проектированию, когда в единой среде можно разрабатывать и проекты на базе ПЛИС. Встроенные в Altium Designer инструменты – синтезатор и логический анализатор – обеспечивают полный цикл программирования ПЛИС, при этом сохраняется связь как со схемой, так и с платой, в которой используется эта ПЛИС. Таким образом можно вносить изменения в проект на любом этапе и передавать их между схемой и платой, схемой и ПЛИС и т.д.

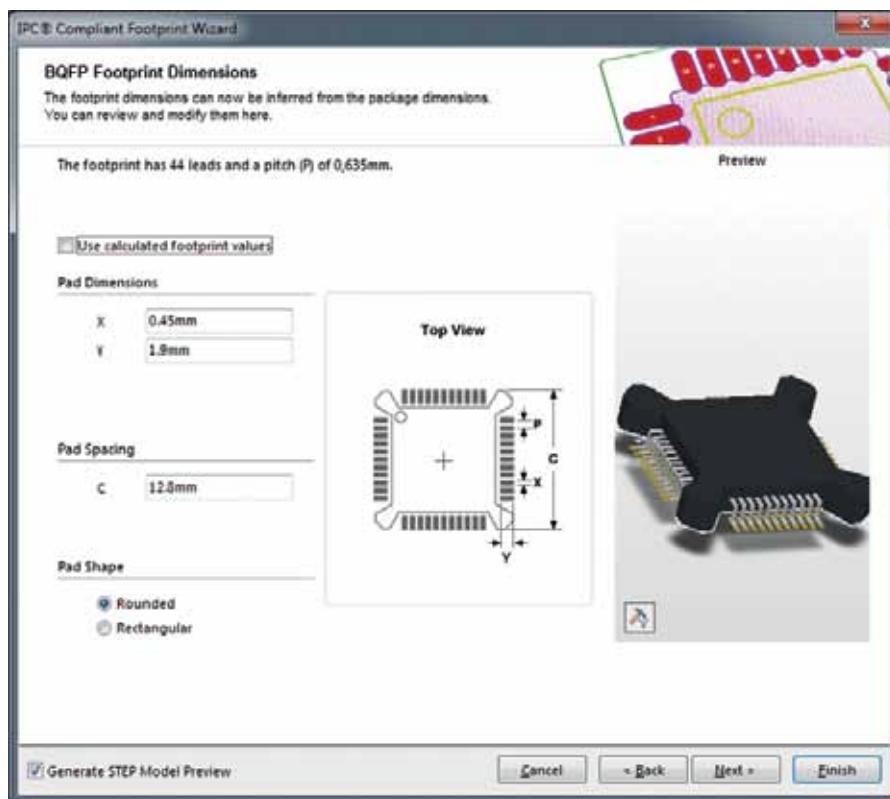


Рис.3. Мастер создания посадочного места (Footprint)

## ИЕРАРХИЧЕСКИЕ И МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Если схема устройства реализуется на нескольких листах, то, как правило, на отдельном листе изображается функциональный блок (группа) – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в общую конструкцию [3]. Функциональный блок (группа) изображается на листе нижнего уровня, а взаимосвязь этих блоков – на листе верхнего уровня (главном листе). Схема, содержащая листы верхнего и нижнего уровней, называется иерархической. Функциональный блок, в свою очередь, также может состоять из нескольких блоков в случае многоуровневой иерархии. Если один и тот же функциональный блок повторяется несколько раз, то такая схема считается многоканальной. Altium Designer полностью поддерживает как иерархический, так и многоканальный подход к проектированию, который охватывает уровни схемы и печатной платы.

## СОЗДАНИЕ ПРАВИЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, КЛАССОВ ЦЕПЕЙ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПАР НА СХЕМЕ

Помимо создания правил проектирования, классов цепей и дифференциальных пар на печатной плате в Altium Designer имеется возможность их создания на схеме. В редакторе схем удобно задавать правила, которые относятся к цепям или шинам, потому что для

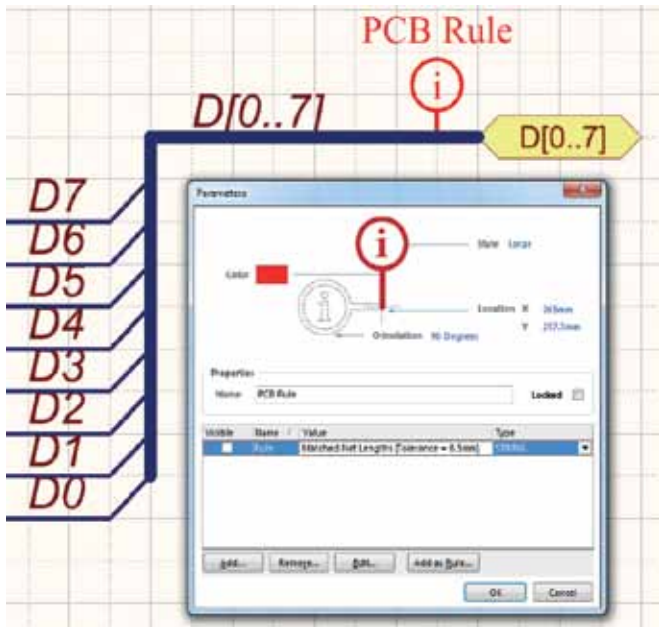


Рис.4. Создание правила проектирования на схеме

определения области применения правила достаточно закрепить метку с правилом за нужной цепью или шиной. Такой вариант актуален в случае установки правил для дифференциальных пар или шин, проводники которых должны быть выровнены по длине (рис.4).

## ТЕКСТОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ЕСКД

Компания Altium развивает свои программные продукты в соответствии со специфическими требованиями российских стандартов. В частности, в 15-й версии Altium Designer появился новый плагин (extension) для формирования текстовой документации в соответствии с ГОСТ (рис.5).

Плагин для формирования текстовой документации содержит три базовых шаблона для спецификации, перечня элементов и ведомости покупных изделий. В шаблонах предусмотрена возможность редактирования графической части штампа и настройки порядка формирования отчетов. Пользователь может указать любой уровень группировки компонентов, наименований разделов, шрифтов и других настроек. Для спецификации предусмотрена возможность формирования дополнительных разделов, таких как "Сборочные единицы", "Детали" и др.

## РЕДАКТОР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Редактор печатных плат отличается широкими возможностями настройки и усовершенствованными инструментами интерактивной трассировки. Для того чтобы исключить ошибки или значительно снизить вероят-

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<b>Конденсаторы</b>			
C1...C5	GRM1885C1H101J Murata 100 нФ 10В 10% 0603 SMD	5	
C6	GRM188R60G106ME47D Murata 10 мкФ 10В 10% 0603 SMD	1	
C7,C8	GRM1885C1H101J Murata 18 пФ 10В 10% 0603 SMD	2	

Изм.					Лист			Листов		
№	Датум	Исполн.	Провер.	Дата	№	Имя	№	Имя	№	Имя
					<b>ТЕСТ.46XXXX.001 ПЭЗ</b>					
					Лит. 1 8					
					ЗАО "НПП "РОДНИК"					
					Перечень элементов					
					Копировал			Формат А4		

Рис.5. Перечень элементов, полученный из Altium Designer

ность их появления, в редакторе печатных плат реализована методология трассировки с контролем ограничений (правил). Поддерживаются все основные правила для высокоскоростных проектов: контроль дифференциальных пар, задержек сигналов, полной длины проводников и др.

Altium Designer одинаково хорошо работает как с метрической, так и с дюймовой системой мер, причем его точность на два порядка выше, чем P-CAD, а переключать систему единиц можно в любой момент реализации проекта с помощью горячей клавиши.

Редактор печатных плат снабжен рядом специальных функций, упрощающих работу с компонентами, имеющими разный шаг между выводами, в том числе в разных системах единиц, поскольку предусмотрена так называемая электрическая сетка (Electrical Grid). Эта сетка очерчивает область вокруг электрического объекта (конца проводника, контактной площадки, переходного отверстия), попадая в которую указатель мыши притягивается точно к его центру независимо от установок сетки Snap Grid. Благодаря этому существенно

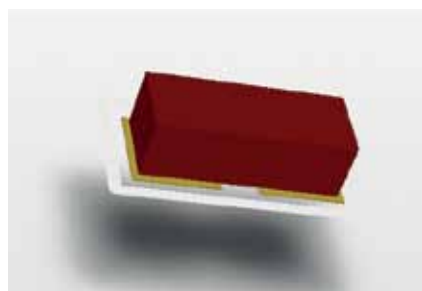
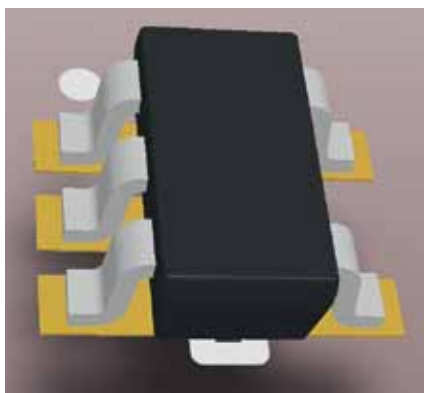


Рис.6. Упрощенная 3D-модель компонента



**Рис.7.**  
3D-модель компонента в формате STEP



**Рис.8.**  
3D-модель компонента, созданная в IPC Compliant Footprint Wizard

упрощается работа с разнородными компонентами и исключаются проблемы, связанные с тем, что на одной плате используются топологические посадочные места с метрическим и дюймовым шагом выводов.

Кроме того, в Altium Designer допускается три типа слоев: электрические (в том числе сигнальные и экранные) и механические. Проект может содержать до 32-х сигнальных слоев, предназначенных для формирования рисунка многослойной печатной платы, и 16-ти внутренних экранных слоев для выполнения проводников в виде металлизированных полигонов (земли и питания).

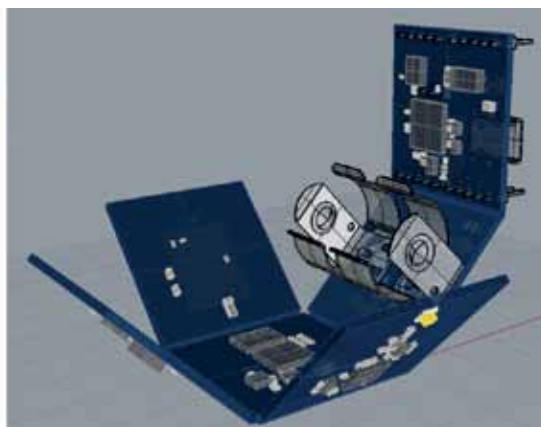
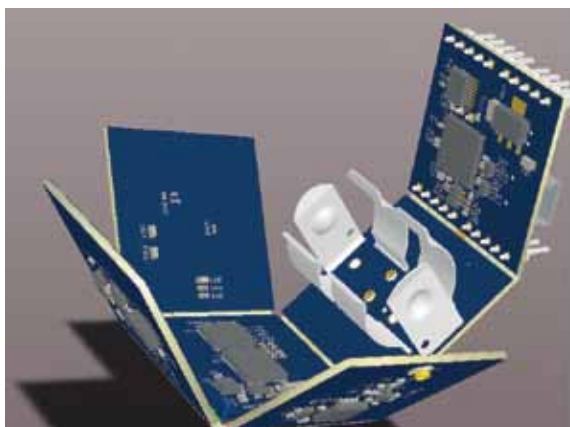
Как и в редакторе схем, в редакторе печатных плат несколько режимов и подрежимов прорисовки проводников. В редакторе плат предусмотрены следующие режимы рисования: ортогонально, ортогонально с дугой, под углом 45°, под углом 45° с дугой, под произвольным углом.

Все подсистемы иерархической структуры проекта соотносятся с определенной областью на плате (области размещения или Room), что значительно упрощает работу конструктора. Так, при многоканальной структуре проекта все компоненты определенного канала будут автоматически привязаны к Room, что облегчит их последующее размещение и трассировку связей с помощью функции Copy Room Format.

Выполняемые вручную операции постоянно контролируются, поэтому любое неверное действие мгновенно идентифицируется как нарушение, а внесенные на плату изменения могут быть переданы обратно в редактор схем. Целостность проекта контролируется посредством механизма синхронизации проекта, ключевым элементом которого является специальный модуль программы – компаратор. При необходимости может быть сгенерирован традиционный отчет о внесенных изменениях (ECO).

Максимальную эффективность и гибкость обеспечивают средства интерактивной трассировки, обладающие такими возможностями, как разводка соединения одним щелчком мыши, "расталкивание" или огибание препятствий, автоматическое следование существующим соединениям в соответствии с правилами проектирования. Интерактивная трассировка также может быть выполнена для нескольких параллельно идущих проводников (трассировка шин).

При разводке высокочастотных схем важно обеспечить определенную длину проводников на печатной плате. В редакторе печатных плат для этого предусмотрен инструмент Interactive Length Tuning, который добавляет к проводнику меандр соответствующей длины.



**Рис.9.**  
3D-модель платы в Altium Designer (слева) и экспортированная в MCAD (справа)

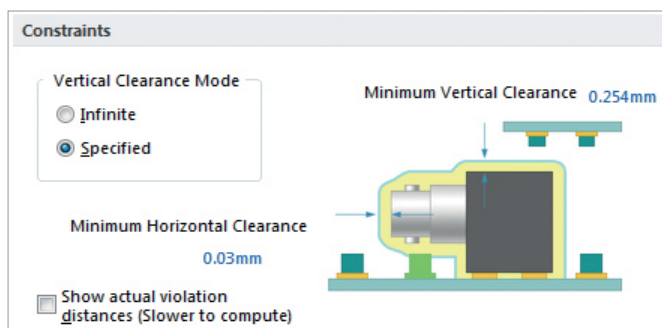


Рис.10. Правило минимального расстояния между 3D-объектами

## РАБОТА С 3D

В Altium Designer предусмотрена возможность интеграции с механическими (MCAD) системами проектирования, а также на высоком уровне реализована работа в 3D. Это позволяет не только создать реалистичную 3D-модель платы, но и проверить совместимость компонентов между собой, а также с конструкцией проектируемого устройства в целом. На текущий момент в Altium Designer реализованы следующие возможности работы с 3D-объектами:

- создание упрощенных 3D-моделей компонентов путем вытягивания выбранного контура (рис.6);
- создание 3D-модели с помощью подключения модели в формате STEP (рис.7);
- автоматическое создание реалистичных 3D-моделей с помощью инструмента IPC Compliant Footprint Wizard (рис.8);
- создание гибко-жестких печатных плат и их экспорт в MCAD-систему (рис.9);
- передача данных между MCAD-системой (SolidWorks) и Altium Designer;
- возможность задания правил для работы с 3D-объектами (например, правило минимального расстояния между 3D-объектами) (рис.10);
- возможность представления платы в формате 3D PDF (универсальный формат, который обеспечивает возможность трехмерного просмотра платы в Adobe Acrobat Reader). Это позволяет просматривать 3D-дизайн платы с хорошей детализацией без необходимости устанавливать специализированное программное обеспечение.

Кроме того, в Altium Designer можно создавать анимационные ролики для презентаций.

## СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОГРАНИЧЕНИЙ DRC

Altium Designer включает в себя систему проверки правил проектирования (DRC-систему), работающую на основе языка запросов Query. Для каждого правила предусмотрена вспомогательная картинка, по которой можно легко определить, для каких объектов действуют те или иные правила (рис.11).

При создании сложных правил процесс можно упростить путем автоматического формирования запросов с помощью панели Find Similar Objects. В этой панели достаточно выбрать критерии, выделяющие нужные объекты, и указать требуемое правило. Наряду с этим функция проверки запросов (Test Queries) дает возможность увидеть область применения запроса и корректность настроенного приоритета правил.

## РАСЧЕТ СТЕКА СЛОЕВ

Для расчета стека слоев в Altium Designer 16 используется приложение ICD Stackup Planner (рис.12). Обеспечивая двунаправленную передачу данных, это приложение автоматически создает соответствующие слои в менеджере стека слоев Layer Stack Manager. Кроме того, автоматически формируются правила для переходных отверстий, минимальных расстояний и дифференциальных пар. Также из Altium Designer можно импортировать несколько наборов слоев (что характерно для гибко-жестких печатных плат), вносить изменения в стек слоев на основе рассчитанного в ICD Stackup Planner импеданса и передавать изменения обратно в Altium Designer [5].

## БИБЛИОТЕКИ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК И ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ

Контактная площадка (КП) и переходное отверстие (ПО) – одни из основных элементов печатной платы, параметры которых удобно задавать заранее. Для удобства управления свойствами КП и ПО в Altium Designer предусмо-

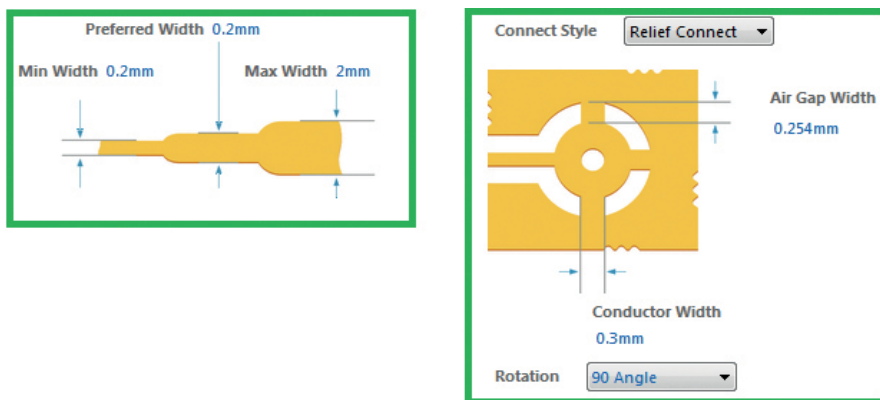
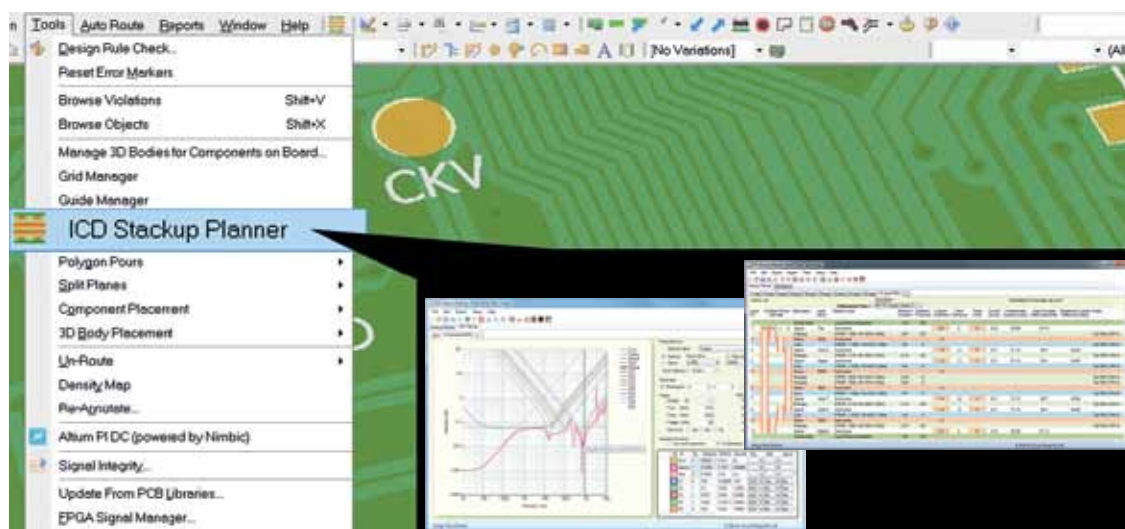


Рис.11. Наглядная иллюстрация правил проектирования в Altium Designer с помощью картинок



**Рис.12.** Приложение ICD Stackup Planner для стека слоев в Altium Designer

трена возможность автоматического создания шаблонов и библиотек шаблонов КП и ПО. Для управления такими шаблонами в редакторе печатных плат появились новый редактор шаблонов Templates Editor и панель PCB Pad Via Templates (рис.13).

### СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Встроенный в Altium Designer редактор Draftsman предназначен для формирования чертежей на раз-

работанные в программе печатные платы. Особенностью этого редактора является прямая связь чертежей с файлом топологии. Все элементы чертежей, в том числе виды платы, таблица сверловки, схема слоев, спецификация, формируются автоматически на основе шаблона пользователя (рис.14). Причем эти элементы обновляются автоматически при внесении изменений в топологию. Инженеру не требуется постоянно экспортировать информацию в MCAD-



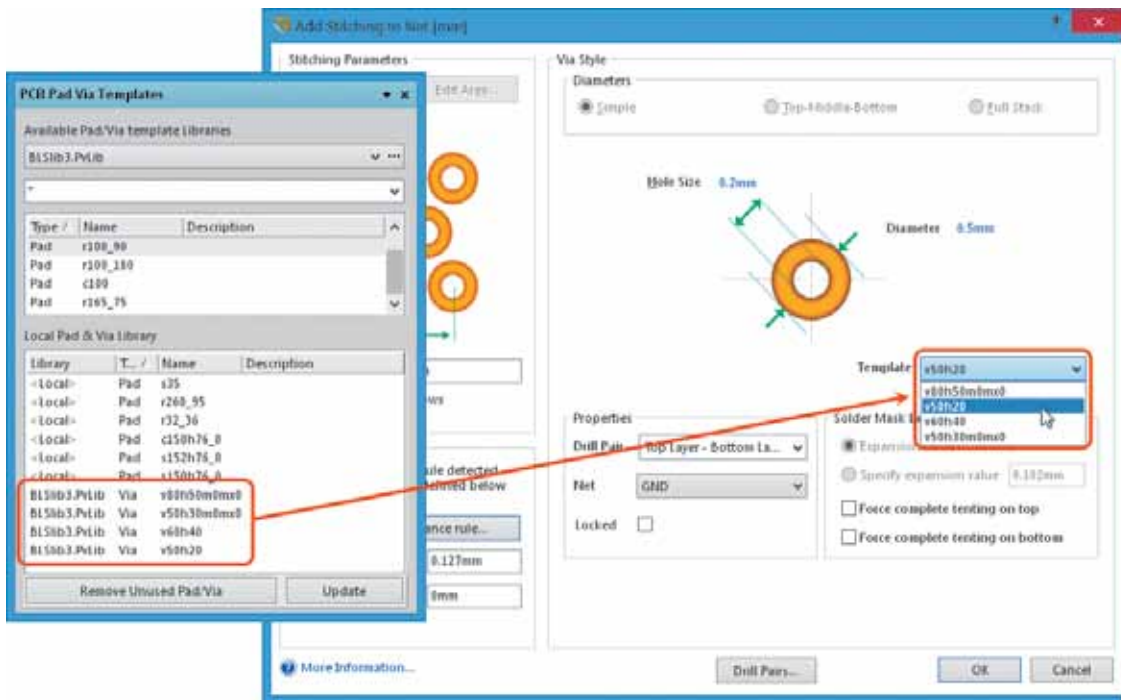


Рис.13. Использование шаблонов контактных площадок и переходных отверстий

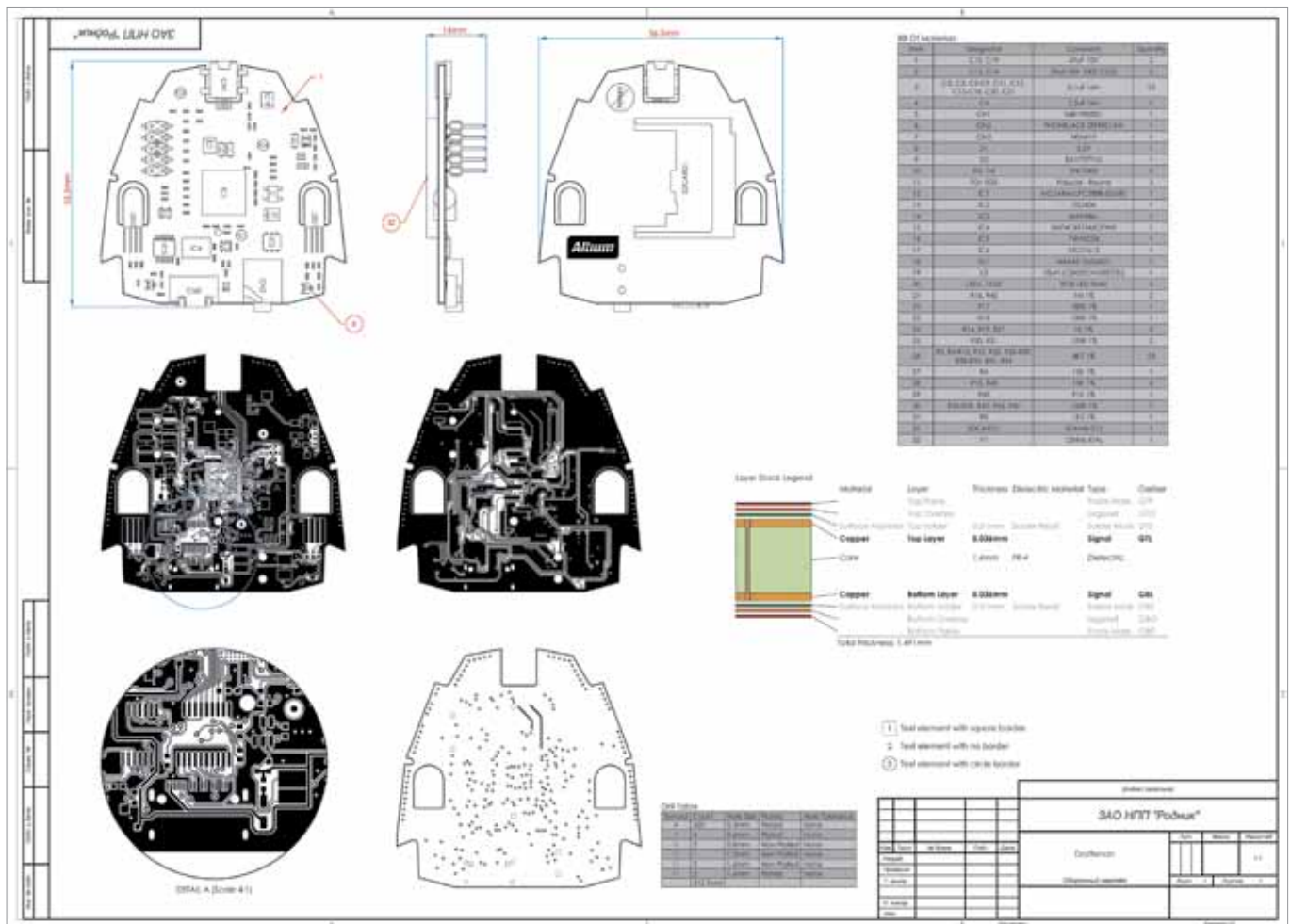


Рис.14. Вид чертежа в Altium Designer Draftsman

систему и создавать большое количество вспомогательных файлов. Следовательно, исключается риск появления ошибок, в том числе из-за некорректной трансляции данных.

Среди особенностей редактора следует отметить создание выносок на чертежах, содержащих ссылки на технические требования. Кроме того, можно выделить следующие ключевые возможности редактора Draftsman:

- синхронизация чертежа с исходным файлом платы;
- создание многолистового документа;
- использование индивидуальных шаблонов для каждого листа чертежа;
- автоматическая генерация чертежа по предустановленному шаблону;
- добавление основных и дополнительных чертежных видов (Assembly View, Fabrication View, Section View или Drill Drawing View);
- формирование графики сборочного чертежа из 3D-моделей (не требуется добавлять отдельные слои для чертежа в библиотеке);

- добавление настраиваемого вида слоев платы с возможностью введения справочной информации;
- добавление таблицы BOM (списка компонентов), которая может отображать все элементы платы или элементы выбранного сборочного вида;
- добавление выносок для индикации позиций BOM или пунктов списка технических требований;
- поддержка исполнений (вариантов) платы;
- пользовательские настройки всех объектов редактора чертежей (пункт меню DXF>Preferences);
- вывод чертежа на принтер, в PDF-файл или через OUTJOB файл.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://wiki.altium.com>
2. <http://altium-ru.com/migrating-from-pcad>
3. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению, п.3.7.
4. **Сабунин А.Е.** Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. – Солон-Пресс, 2009.
5. <http://www.icd.com.au>

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



### ВАЛИДАЦИЯ НА СИСТЕМНОМ УРОВНЕ. ВЫСОКОУРОВНЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕСТИРОВАНИЕМ

М.Чэнь, К.Цинь, Х.-М.Ку, П.Мишра

При поддержке ЗАО "СКАН"

Перевод с англ. под ред. А.Н.Ланцева

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2014. – 296 с.,  
ISBN 978-5-94836-365-3

Цена 760 руб.

В этой книге описываются методы высокоуровневого моделирования и валидации комплексных систем аппаратных средств и программного обеспечения, включая архитектуры с многоядерными процессорами. Читатели узнают, как избежать затрат времени и ошибок при всесторонней системной валидации, в том числе при моделировании систем и их отказов, а также об автоматической генерации специализированных тестов и эффективных методиках валидации с использованием подобных тестов и подтверждения работоспособности систем. Методологии, описанные в этой книге, помогут разработчикам улучшить качество валидации благодаря выполнению тестов на ранних стадиях проектирования при одновременном снижении стоимости этих процессов и усилий, направленных на валидацию систем в целом.

Эта книга предназначена для студентов старших курсов, аспирантов, исследователей, разработчиков инструментов САПР, проектировщиков и менеджеров, заинтересованных в развитии эффективных инструментов и методов проектирования и валидации на системном уровне, генерации направленных тестов и функциональной валидации гетерогенных конструкций СНК.

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; ☎ (495) 956-3346; ✉ [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)