

УДК 681.3.001.63

С.Н. Щеглов

**КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭВА СРЕДСТВАМИ CADENCE***

Рассматриваются конструкторско-технологические аспекты проектирования ЭВА средствами компании Cadence Design Systems. Представлен пакет программных средств PCB Design Studio, предназначенный для сквозного проектирования ПП. Показана поддержка модульного принципа проектирования. Рассмотрены основные возможности Allegro PCB – топологического редактора высокого уровня. Представлена технология SPECCTRA: высокоуровневая автоматическая интерактивная трассировка. Показан пример конвертирование данных из P-CAD в SPECCTRA.

Автоматизированное проектирование; САПР; печатная плата; топология; размещение; трассировка; конвертор; проводник.

S.N. Shcheglov

**DESIGN-TECHNOLOGICAL ASPECTS OF DESIGN ELECTRONIC
COMPUTER EQUIPMENT FUNDS CADENCE**

The article deals with design and technological aspects of designing electronic computer equipment means the company Cadence Design Systems. A package of software tools PCB Design Studio, designed for cross-cutting design PCB. Show support modular design principles. The main features Allegro PCB - topological editor of a high level. The technology SPECCTRA: High-level automatic interactive tracing. Shows an example of converting data from P-CAD in SPECCTRA.

Designing automation; CAD; PCB; topology; tracking; converter; conductor.

Введение. Проектирование электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА) начинается с разработки технического задания (ТЗ), отражающего потребности человека и завершается реализацией ТЗ в виде набора конструкторской и технологической документации [1]. При этом поставленные перед разработчиком задачи должны быть решены с максимальной эффективностью, что охватывает не только снижение себестоимости продукции и сокращение сроков проектирования и производства, но и обеспечение удобства освоения и снижения затрат на будущую эксплуатацию изделий [2]. В связи со сложностью современных ЭВА достижение поставленных целей и формирование проектных решений оказывается невозможным без широкого использования систем автоматизированного проектирования (САПР) [1-3]. Задачи конструкторского проектирования приобрели характеристики оптимизационных многокритериальных задач [1-4]. Организации, занимающиеся проектированием электронно-вычислительной аппаратуры и предъявляющие современные требования к их оформлению и производительности, широко применяют программные продукты компании Cadence Design Systems. Продукция компании Cadence позволяет быстро и качественно решать поставленные перед проектировщиком задачи. Созданное Cadence семейство систем проектирования ЭВА имело до недавнего времени лишь один существенный недостаток программы были достаточно дорогостоящими. Ситуацию изменила сама компания-разработчик: технологии Cadence собраны в программных наборах, стоимость которых доступна каждой заинтересованной компании.

* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (грант № 11-01-00122), г/б № 2.1.2.1652.

Средства проектирования печатных плат в среде Cadence. Печатные платы являются основным элементом электронной аппаратуры (ЭА), выполняя функции несущей конструкции и коммутационного устройства. Печатные платы широко применяются в бытовой технике, аппаратуре средств связи, вычислительной технике, в системах автоматизации, контрольно-измерительной аппаратуре, в медицинском приборостроении, в автомобильной промышленности и в других областях промышленной электроники.

Одной из проблем в настоящее время является разработка и производство ПП, соответствующих мировому современному уровню для обеспечения конкурентоспособности ПП, которая определяется их качеством, надежностью и безопасностью эксплуатации [5].

Пакет PCB Design Studio предоставляет совокупность программных средств для сквозного проектирования ПП. На всех этапах проектирования (от создания схемы устройства до его выпуска в производство) могут применяться только инструменты PCB Design Studio.

На рис. 2 показаны основные инструментальные средства для сквозного проектирования печатных плат с использованием пакета PCB Design Studio.

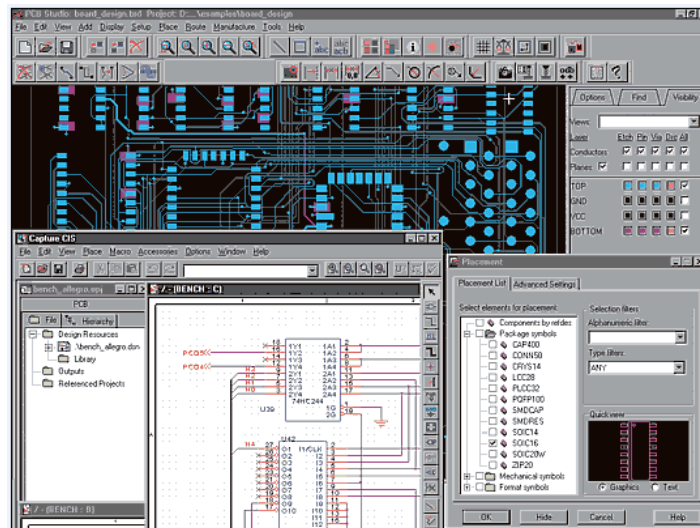


Рис. 2. Основные средства PCB Design Studio, применяемые для проектирования печатных плат

Для проектирования печатных плат PCB Design Studio предлагает следующие средства [6,7].

PCB Librarian – предназначается для создания библиотек компонентов и управления этими библиотеками.

Concept HDL – предназначается для схемного ввода, создания проекта и его повторного использования при коллективной работе группы проектировщиков.

Orcad Capture CIS – используется для ввода электрической принципиальной схемы, с применением интегрированных средств управления компонентами.

Allegro (редактор топологии ПП) – предназначается для размещения и редактирования на уровне платы контуров электронных компонентов и проводников, а также для подготовки готового изделия к производству.

SPECSTRA – содержит редактор размещения элементов Placement Editor и редактор трассировки Route Editor для управляемой полуавтоматической контур-

ной трассировки проводников ПП (по бессеточной технологии проектирования с управлением ее ограничениями).

SPECCTRA autorouter – программа предназначена для контурной трассировки проводников ПП в автоматическом режиме (по бессеточной технологии проектирования с управлением ее ограничениями).

В дополнение к стандартному набору инструментов PCB Design Studio предлагает дополнительный набор инструментов:

Allegro Performance Option – предоставляет расширенный набор правил проектирования высокоскоростных печатных плат. Включает дополнительные языковые средства SKILL и анализ тестируемости.

SPECCTRA Performance Option – используется для обеспечения передовых технологий производства ПП.

SPECCTRA upgrade – увеличивает число слоев ПП при автоматической трассировке (до 256).

PSpice AD – применяется для моделирования аналоговых и смешанных сигналов.

Variant Design – поддерживает множество вариантов конфигураций проекта ПП от единого оригинала (применяется только с Concept HDL и Allegro).

Checkplus – служит для расширенного и заказного контроля правил создания схем (применяется только с Concept HDL).

SPECCTRA Quest Signal Explorer – используется для исследования сигнала на этапах пре- и «посттрассировки» топологии, а также анализа целостности сигнала.

Поддержка модульного принципа проектирования. Требования рынка и современные тенденции проектирования привели к необходимости модульной реализации электронных приборов, классификации по их исполнению и вариантам реализации функционального ядра. Поддержка множества версий одного и того же базового проекта отнимает много времени и ресурсов ПК, что может привести к появлению ошибок. Поэтому намного эффективнее выделять функциональные возможности ядра проекта в один проект, а затем по отдельности выделять и поддерживать различные его версии. Когда функциональные возможности ядра изменены в базовом проекте, эти изменения автоматически воспроизводятся во всех вариантах.

Опция Variants в PCB Design Studio позволяет определять различные версии проекта. Данный подход позволяет выбрать нужную версию на любом этапе проектирования: при моделировании, генерации перечня материалов или при выпуске изделия в производство. Произвести этот выбор можно как из программной среды для ввода схем, так и из редактора топологии ПП. Мощное средство синхронизации гарантирует соответствие схемного и топологического представления: оно сравнивает две формы проекта, фиксирует все изменения и дает возможность выбрать ту форму, которая является главной для каждого класса объектов проектирования, в котором прошли изменения.

Allegro PCB: топологический редактор высокого уровня. В основе PCB Design Studio лежит одна из ведущих мировых систем разработки топологии ПП – Allegro PCB: интерактивный инструмент создания и редактирования сложных многослойных печатных плат, отвечающий всем современным требованиям разработки проектов электронных устройств.

В топологическом редакторе Allegro компания Cadence впервые использовала концепцию разработки под управлением правил. Ограничения на размещение компонентов, объединение их в группы, задание ширины проводников для критических цепей включаются в логическую часть проекта еще на этапе схемного вво-

да. Все эти данные передаются в топологический редактор для использования при размещении и трассировке.

Современное производство ПП часто требует применения очень сложных и мощных средств планирования слоев металлизации. Необходимо свести число этих слоев к минимуму для уменьшения конечной стоимости изделия. Данную задачу решает система Allegro PCB, которая содержит высокоэффективные инструменты планирования и редактирования слоев ПП для создания на ней равномерного рассеивания мощности. Система включает инструменты выбора и разделения топологии ПП по слоям, негативного или позитивного представления внутренних слоев металлизации, а также различные опции, позволяющие пользователю определять фрагменты слоев питания.

Система Allegro PCB оснащена всеми необходимыми средствами представления данных для производства. Пользователю предоставлен полный набор инструментов для изготовления фотошаблонов и печатных плат, а также их тестирования (в том числе таблица апертур формата Gerber 274x; таблица NCDrill, содержащая сведения об общем количестве, координатах и размерах отверстий, а также шаблоны ПП различных форматов). Возможна полная интеграция пакета с внутренними или специфическими внешними системами, применяемыми на том или ином производстве.

На рис. 3 показан интерфейс Allegro PCB.

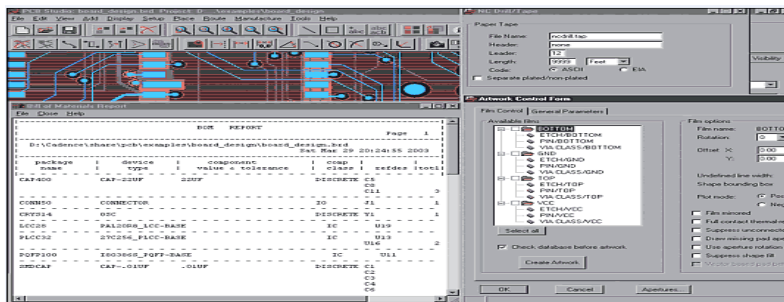


Рис. 3. Работа с проектными данными в программе Allegro PCB

Технология SPECCTRA: высокоуровневая автоматическая интерактивная трассировка. Дополнительным средством создания топологии ПП в PCB Design Studio является программа SPECCTRA. Она предоставляет мощные средства реализации межсоединений: редактор трасс (Route Editor) и автотрассировщик (Autorouter). Оба решения интегрируются с Allegro PCB, благодаря чему создается высокопродуктивная среда создания топологии печатных плат. Все ограничения и правила проектирования, даже если они определены на этапе ввода проекта, передаются из Allegro PCB в SPECCTRA. Стандартный редактор трасс и автотрассировщик позволяют разводку до шести сигнальных слоев одновременно, без ограничения по числу пинов компонентов и цепей.

Редактор трасс SPECCTRA позволяет реконструировать проводники, контактные площадки, переходные отверстия на печатной плате, используя механизмы трассировки при динамическом отображении процесса. Если необходимо «дотрассировать» несколько проводников, функция Plowing автоматически раздвигает существующие трассы и прокладывает требуемое соединение. Используя функцию Shoving, можно сдвигать сегменты трасс или переходных отверстий на фоне остальных проводников и продолжать трассировку поверх других пинов или отверстий. Инструмент Ghosting позволяет создавать и оценивать сценарии возможных результатов перемещения. Когда сегмент трассы или переходные отвер-

ствия перемещается вслед за курсором, окружающие трассы динамически отталкиваются и подсвечиваются. Многоуровневая отмена действий позволяет в любой момент вернуться к любому варианту конфигурации.

«Автотрассировщик» SPECCTRA создан для разработки печатных плат с высокой плотностью монтажа и сложными правилами проектирования. Он основан на современной технологии «бессеточного» проектирования, при которой достигается наибольшая эффективность использования всей области трассирования печатной платы. SPECCTRA autorouter быстро обрабатывает компоненты с шахматным расположением пинов. Используемые алгоритмы трассировки по диагонали, работающие в «сеточном» и «бессеточном» режимах, обрабатывают компоненты нестандартных размеров, которые ранее требовали трассировки вручную. В результате достигается наивысшая скорость проектирования при максимальном использовании площади и минимальном числе слоев ПП.

Конвертор P-CAD SPECCTRA. Программа SPECCTRA фирмы Cadence в настоящее время лучшая на платформе Windows программа автоматической и интерактивной трассировки проводников и размещения компонентов. В связи с этим при ее наличии вполне достаточно использовать систему P-CAD (любой версии) для создания принципиальных схем и упаковки их на печатную плату. Все дальнейшие операции по размещению компонентов и трассировки проводников выполняются при помощи SPECCTRA в интерактивном или автоматическом режиме. Следует отметить, что не только в автоматическом, но и в интерактивном режиме функциональные возможности SPECCTRA гораздо выше, чем у графических редакторов печатных плат систем P-CAD, ACCEL EDA, OrCAD и других. SPECCTRA не является автономной программой – данные о перечне компонентов и электрических связях можно передавать в нее внешним графическим редакторам печатных плат с помощью конверторов.

Программа P2S – один из таких конверторов, предназначенных для взаимодействия P-CAD и SPECCTRA. В системе P-CAD достаточно начертить контур печатной платы и предварительно расставить компоненты с указанием электрических связей (допускается использование любой версии с P-CAD 4.5), после чего с помощью P2S передать данные в программу SPECCTRA. При этом имеется ряд ограничений:

- ◆ контактные площадки выводов компонентов должны иметь простейшую форму: круга, квадрата, прямоугольника, линии или полигона;
- ◆ контур печатной платы должен быть нарисован отрезками линий, не отрывая "пера от бумаги";
- ◆ для всех контактных площадок, в том числе контактных площадок компонентов с планарными выводами, должны иметься файлы стеков (расширение имени *.ps).

Последнее требование обусловлено тем, что в ранних версиях P-CAD контактные площадки планарных компонентов не поворачивались вместе с ними и поэтому пользователи были вынуждены рисовать эти площадки вместе с изображением корпуса планарного компонента. Однако уже в версии P-CAD 4.5 появилась опция Rotate padstacks, включение которой решает эту проблему. Поэтому стеки контактных площадок необходимо создавать как для штыревых, так и планарных выводов.

После загрузки проекта в конвертор устанавливается фактический порядок следования слоев печатной платы, просматривается и редактируется список стеков контактных площадок, просматривается графика компонентов с подсоединенными контактными площадками и устанавливаются правила трассировки, передаваемые в SPECCTRA (хранятся в файлах *.dsn). После завершения разработки печатной платы информация передается обратно в P-CAD для выпуска конструкторской и технологической документации.

В заключение следует отметить, что рассмотренные в данной статье вопросы охватывают далеко не полный спектр возможностей, предоставляемых продукцией компании Cadence Design Systems. Технология Cadence охватывает практически все уровни разработки сложных систем – от системного уровня, свойственного разработчикам аппаратуры, до уровней логического, схемотехнического и топологического проектирования СБИС, их корпусирования, а также разработки печатных плат, на которых эти СБИС будут монтироваться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Норенков И.П.* Основы автоматизированного проектирования / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2006. – 448 с.
2. *Курейчик В.М., Курейчик В.В., Родзин С.И.* Концепция эволюционных вычислений, инспирированных природными системами // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 4 (93). – С. 16-25.
3. *Стемпковский А.Л., Шепелев В.А., Власов А.В.* Системная среда САПР СБИС. – М.: Наука, 1994.
4. *Баринев С.В., Курейчик В.М.* Разработка алгоритма трехмерной компоновки СБИС на основе итерационной кластеризации // Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем – 2008. Сборник научных трудов / Под ред. А.Л. Стемпковского. – М.: ИПИМ РАН, 2008. – С. 55-61.
5. *Иванько А.В., Щеглов С.Н.* Основные этапы проектирования электронных устройств с использованием ПО компании CADENCE DESIGN SYSTEMS // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'06) и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2006). Научное издание в 3-х томах. – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2006. – Т. 2. – С. 49-56.
6. www.cadence.com.
7. www.crete.cadence.com.

Щеглов Сергей Николаевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: leo@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8863371625.

Кафедра систем автоматизированного проектирования; к.т.н.; доцент.

Shcheglov Sergej Nikolatvich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: leo@tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +7863371625.

The Department of Computer Aided Design; Cand. of Eng. Sc.; Associate Professor.

УДК 681.31

С.А. Ховансков, В.А. Литвиненко, О.Р. Норкин

ОРГАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТРАССИРОВКИ*

Предлагается подход к решению проблемы организации распределенных вычислений для выполнения объемных задач. В качестве вычислительной среды распределенных вычис-

* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (грант № 10-01-90017), г/б № 2.1.2.1652.