

Всесторонний анализ топологии печатной платы в Altair PolEx для Altium Designer

Часть 1. Проверка топологии перед производством

А. Евграфов¹

УДК 621.3.049.75 | ВАК 05.13.12

Внедрение моделирования в процесс разработки печатной платы позволяет инженерам-конструкторам выявлять потенциальные проблемы изготовления и монтажа печатных плат на ранних стадиях проектирования. Верификация топологии печатных плат является необходимым шагом для снижения производственных, финансовых и временных затрат. Комплексный подход включает проверку как электрических характеристик печатной платы (DFE, DFE+, LDFE), так и параметров для изготовления и монтажа печатной платы (DFM, DFA). В статье рассмотрены возможности Altair PolEx – программного решения компании Altair Engineering, предназначенного для анализа, проверки и верификации печатных плат на любой стадии проектирования.

Современные программные инструменты предоставляют мощные средства для быстрого и точного обнаружения широко распространенных дефектов печатных плат, которые в противном случае потребовали бы тщательного ручного анализа, лабораторного тестирования или натурных испытаний. Altair PolEx – это программное решение, которое значительно ускоряет разработку электронных устройств благодаря комплексному моделированию и верификации топологии печатной платы (рис. 1).

Altair PolEx включает в себя инструменты для анализа целостности сигналов (SI) и питания (PI), теплового анализа (Thermal), а также проведения более 1500 проверок топологии на технологичность (DFM), сборку и монтаж (DFA), соответствие электрическим характеристикам (DFE) из единого интерфейса (рис. 2). Инструменты для анализа целостности сигналов позволяют проанализировать и оптимизировать линии передачи сигналов, выполнить анализ глазковой диаграммы, перекрестных помех, памяти DDR. Эти инструменты предоставляют возможность провести анализ во временной и частотной области. Анализ целостности питания дает возможность проанализировать шумы (перекрестные помехи) при одновременном переключении сигналов, а также выполнить анализ падения напряжения по постоянному току, анализ распределения питания по переменному току, анализ питания по переменному току с применением развязывающих конденсаторов.

Тепловой анализ печатной платы осуществляется с использованием метода конечных элементов. Построение

сетки происходит автоматически, температура рассчитывается на верхней и нижней стороне корпуса компонента с учетом температуры перехода. Пользователь может задать граничные условия и добавить радиаторы для улучшения характеристик печатной платы.

Верификация топологии печатной платы на соответствие электрическим характеристикам включает в себя более 400 проверок. Правила сгруппированы по категориям: правила для высокоскоростных сигналов, дифференциальных пар, цепей, питания, компонентов и топологии платы. Пользователь может найти нарушения, связанные с расположением переходных отверстий, экранированием, путями обратного тока, длиной и шириной дифференциальных пар и др. Для повышения эффективности работы можно настроить правила, экспортировать их в отдельный файл и использовать их в дальнейшем при верификации топологии.

Пользователям Altium Designer бесплатно доступна ограниченная версия Altair PolEx for Altium, которая позволяет провести базовый анализ целостности сигналов, тепловой анализ, электрическую верификацию и анализ технологичности печатной платы. Для установки Altair PolEx необходимо перейти во вкладку Extensions and Updates и выбрать для установки Altair PolEx. После установки в меню Altium Designer появится отдельная вкладка Altair PolEx (рис. 3). Тесная интеграция Altium Designer и Altair PolEx позволяет разработчику экспортировать проекты и проводить всесторонний анализ и верификацию топологии печатной платы. Обнаруженные ошибки подсвечиваются в Altium Designer и могут быть сразу исправлены.

Рассмотрим верификационные инструменты Altair PolEx для анализа технологичности топологии печатной

¹ ООО «ЭЛМ», генеральный директор, ae@elm-c.ru.



Рис. 1. Altair Pollex предоставляет полный набор инструментов для моделирования, анализа и верификации электронных систем

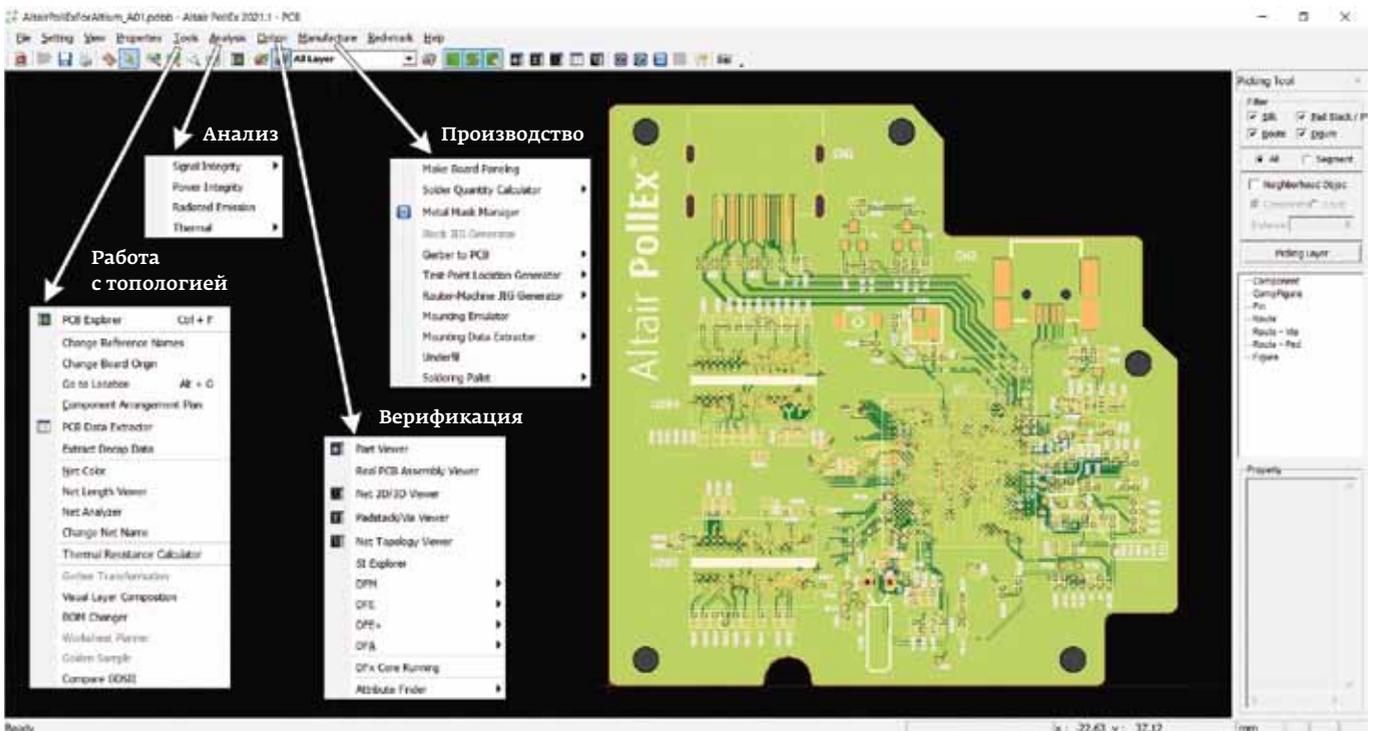


Рис. 2. Altair Pollex позволяет провести комплексный анализ и верификацию топологии печатной платы из единого интерфейса

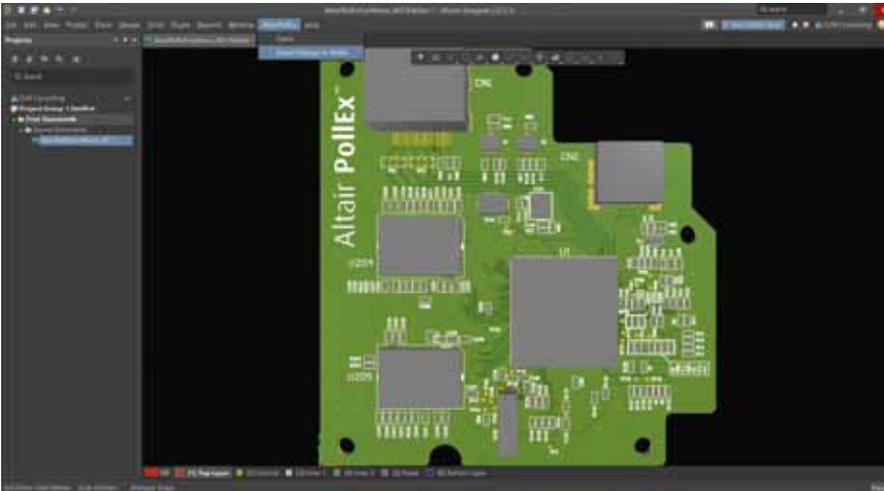


Рис. 3. Тесная интеграция Altium Designer и Altair PollEx позволяет инженеру-разработчику экспортировать проект непосредственно из меню Altium Designer

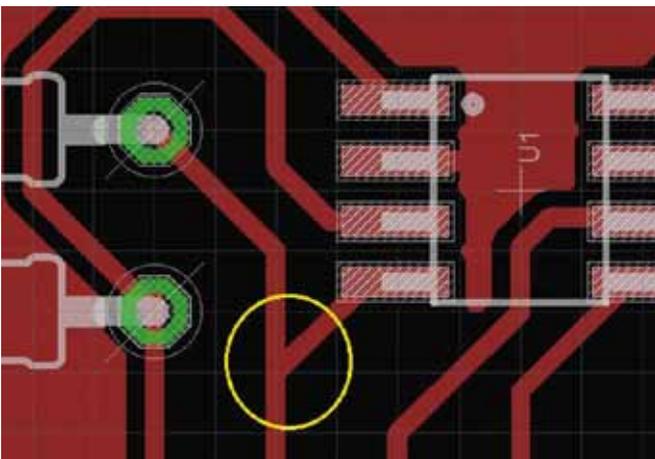
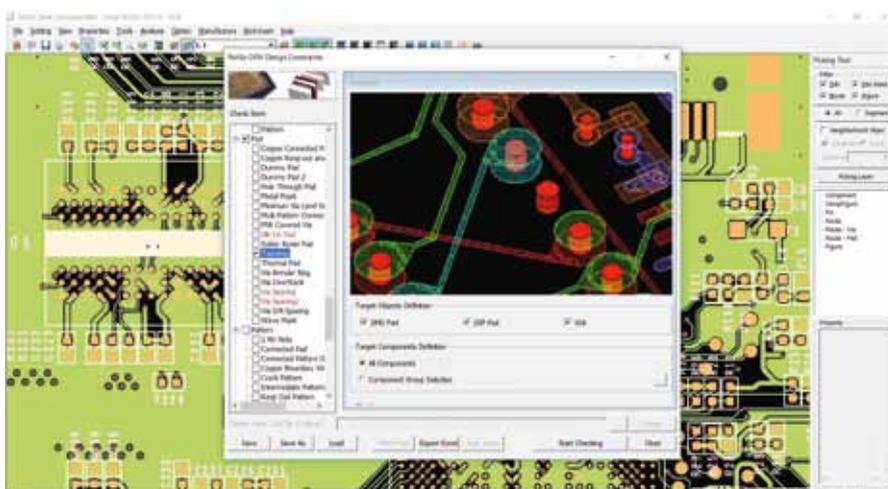


Рис. 4. Кислотные ловушки могут вызвать коррозию или обрыв цепи, что приводит к неисправной работе



платы, которые позволяют обнаружить часто встречающиеся ошибки при производстве.

В процессе производства может возникнуть такой дефект, как кислотные ловушки – места подтравов на печатной плате, которые чаще всего образуются в острых углах между проводниками (рис. 4). Проводники, соединенные под углом менее 90° , создают в процессе производства ловушки, где собирается остаточная кислота, особенно перед промывкой платы. Это может вызвать коррозию или обрыв цепи, что приводит к отказу.

Следует обратить внимание, что к появлению кислотных ловушек могут также привести проводники, соединенные с переходными или

сквозными отверстиями без каплевидных соединений. С помощью Altair PollEx инженер может проверить трассировку на наличие острых углов. Эта проверка обнаруживает проводники, подключенные к контактным площадкам под углом 90° , что позволит исправить трассировку, которая может вызвать проблемы при травлении. В результате этой проверки будут также помечены цепи, у которых угол трассировки отличается от 45° или 90° . Использование проверки Teardrops позволяет выявить контактные площадки без каплевидных соединений, в частности для компонентов в корпусе типа DIP, где возможна вероятность пробоя отверстия (рис. 5).

Микросхемы в корпусах типа BGA являются наиболее часто используемым компонентом в сложных высокоскоростных платах с высокой плотностью компоновки. Необходимо учитывать ряд факторов для обеспечения надежной работы BGA-микросхем. Исправление некоторых

из возможных проблем после изготовления печатной платы может повлечь за собой дополнительные затраты с точки зрения времени и ресурсов. Большинство проблем при использовании BGA-микросхем связано с контактными площадками для «массива шариковых выводов», расположенного с обратной стороны микросхемы. Корректные величины зазоров вокруг каждой контактной площадки

Рис. 5. Altair PollEx позволяет найти контактные площадки без каплевидных соединений

обеспечивает правильный монтаж BGA-микросхем. С помощью Altair Pollex разработчик может проверить зазор между контактными площадками микросхемы и переходными отверстиями (рис. 6). При трассировке BGA-микросхемы переходные отверстия между контактными площадками должны в идеальном случае располагаться в центре четырех контактных площадок BGA-корпуса. В противном случае припой, образованный на контактных площадках, может проникнуть в переходные отверстия, поскольку площадь маски для нанесения припоя больше площади металлизированной контактной площадки.

В процессе производства может возникнуть также эффект «надгробного камня» (Tombstone) из-за неправильного смачивания припоем контактной площадки или вывода компонента. При плавлении паяльной пасты неравномерная сила натяжения на концах выводов компонента приводит к тому, что компонент приподнимается с одной стороны. С помощью Altair Pollex инженер может контролировать соотношение ширины подключенных проводников к контактной площадке, используя проверку Connected Pattern Direction (рис. 7). Из-за несоответствия теплоотдачи двух контактных площадок одну из них нужно сильнее нагревать, чтобы обеспечить правильное соединение. Следовательно, разница температур создаст дисбаланс силы натяжения при смачивании припоем, что приведет к эффекту «надгробного камня». Чтобы предотвратить проблему необходимо убедиться в том, что соотношение ширины подключенного проводника и контактной площадки находится в допустимых пределах.

После изготовления платы обычно тестируют, чтобы удостовериться в отсутствии коротких замыканий и обрывов в цепях. После монтажа компонентов плату часто тестируют повторно, чтобы проверить целостность сигналов и работоспособность платы. Для проведения тестирования на плате, как правило, предусматривают так называемые контрольные точки (Testpoints), на которых с помощью испытательного оборудования можно снять показания и выполнить необходимые тесты. Обычно контрольные точки включают в топологию печатной платы для

тестирования критических цепей и компонентов, связанных с питанием или находящихся в труднодоступных местах, но некоторые из них можно пропустить при разработке платы. Altair Pollex проверяет наличие контрольных точек для указанных компонентов и цепей (рис. 8).

Важную роль при производстве и монтаже печатной платы играет слой шелкографии (слой маркировки), который предназначен для облегчения процесса монтажа компонентов и размещения дополнительной справочной информации. Слой шелкографии содержит следующую информацию: контуры компонентов, обозначающие зоны, в которых они должны быть установлены; индикатор первого вывода (для сложных многовыводных микросхем индикатор первого вывода помогает правильно разместить компонент на печатной плате); позиционные

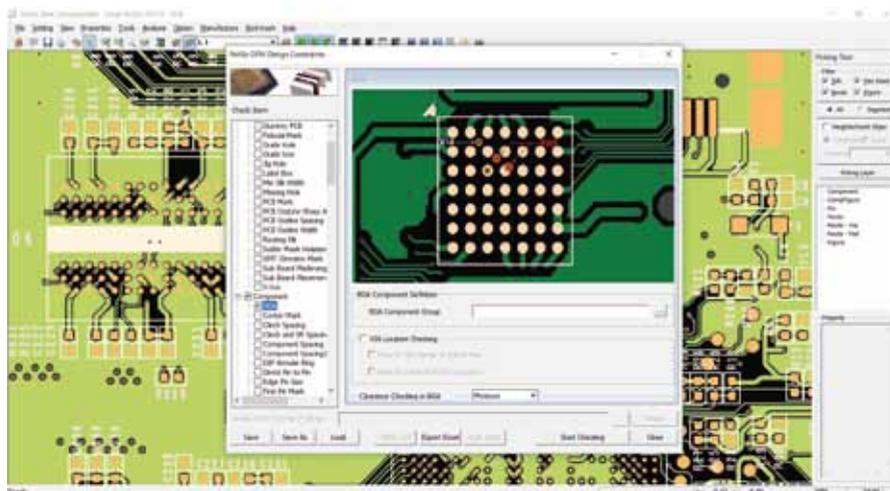


Рис. 6. Altair Pollex позволяет найти нарушение зазора между контактными площадками BGA-микросхемы и переходными отверстиями

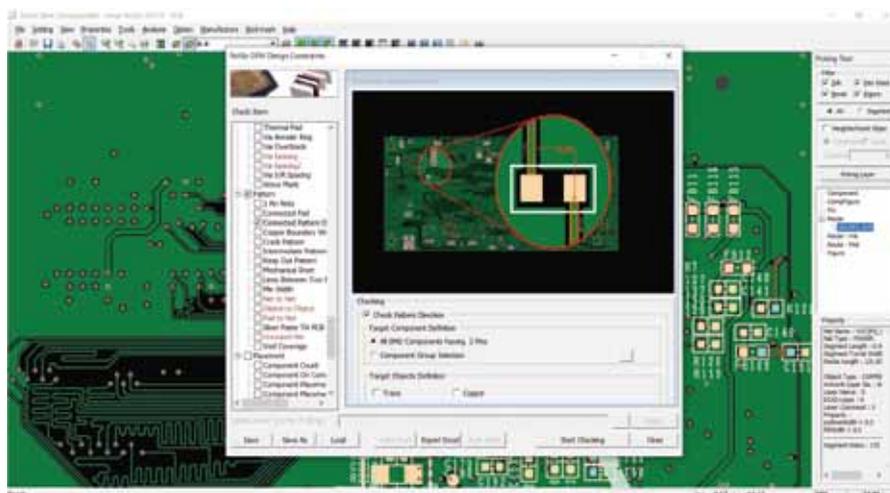


Рис. 7. Altair Pollex позволяет найти нарушения, вызванные эффектом «надгробного камня» на печатной плате

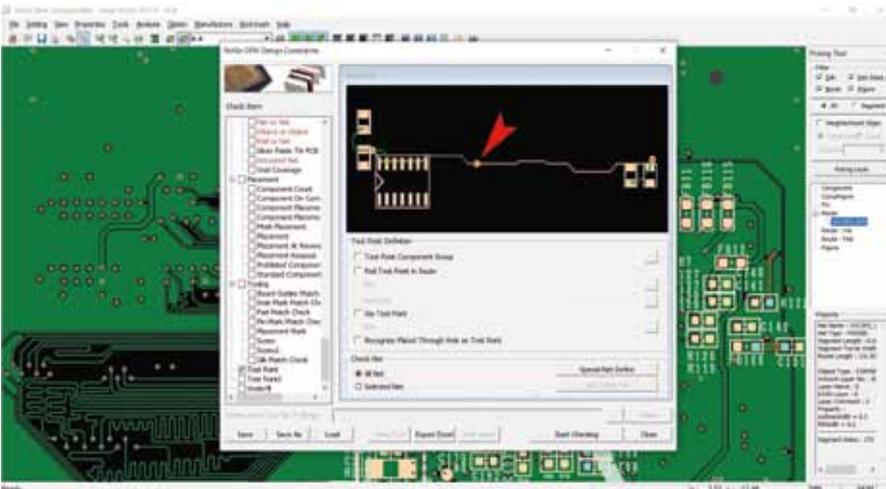
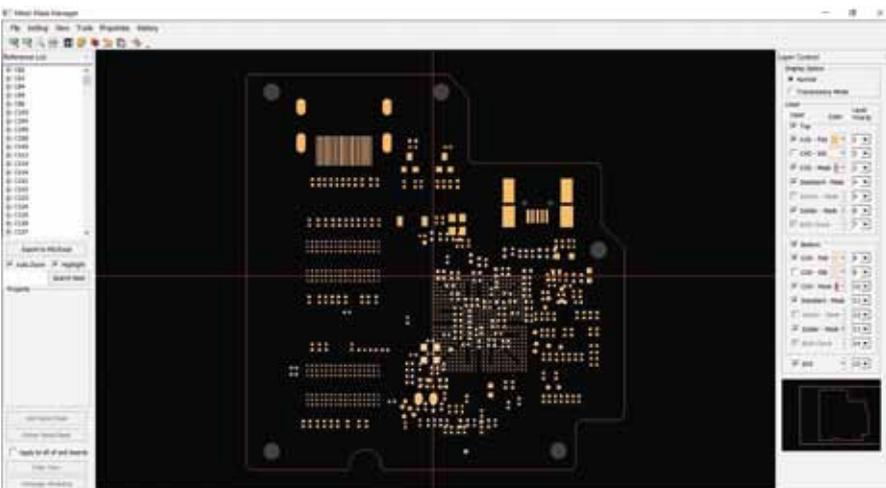


Рис. 8. Altair Pollex проверяет наличие контрольных точек в цепях и компонентах печатных плат



Рис. 9. Altair Pollex проверяет корректность обозначений компонентов на печатной плате



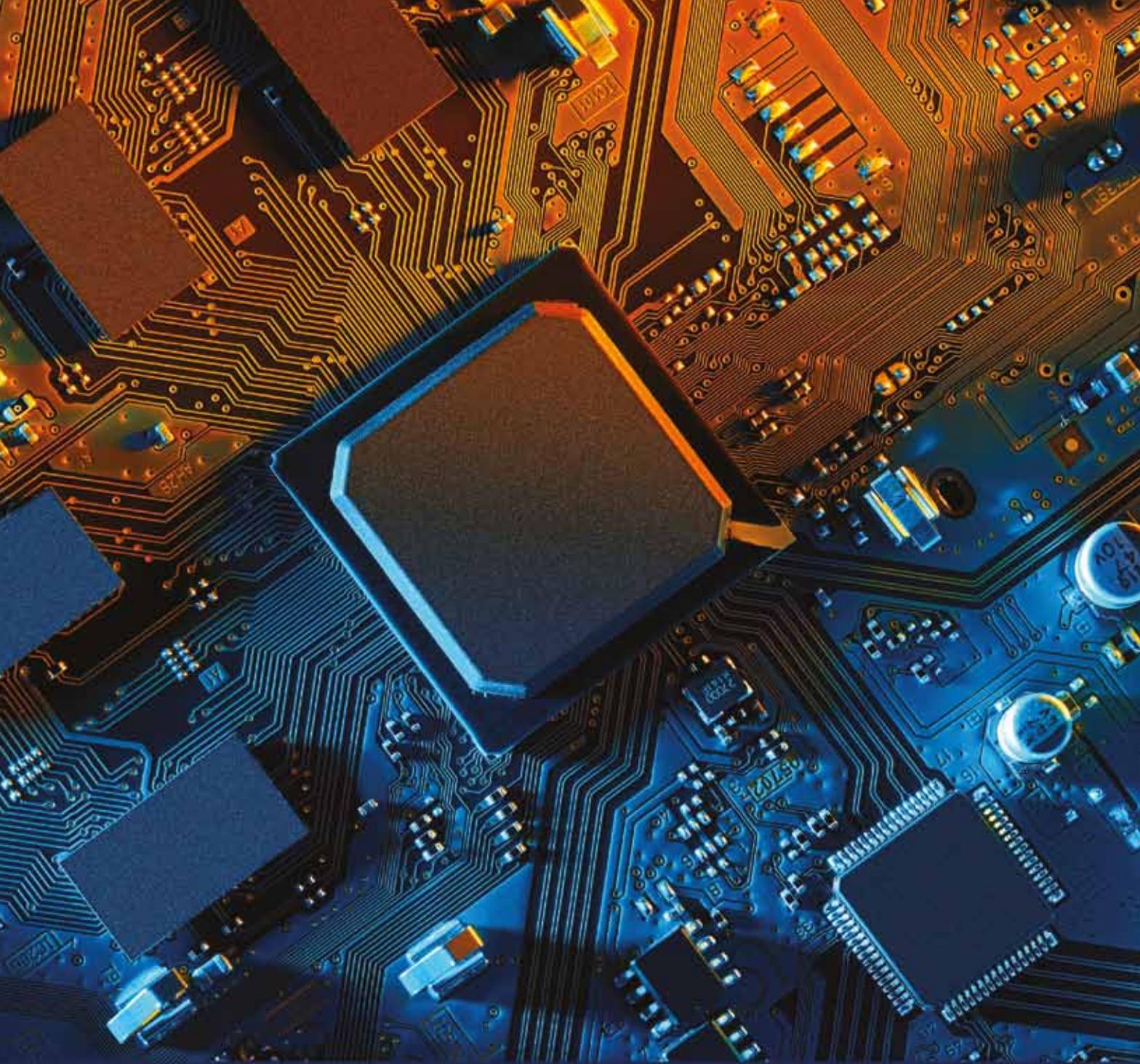
обозначения (они не должны размещаться под компонентом, поверх контактных площадок и переходных отверстий, чтобы не усложнять процесс пайки). Важно убедиться, что информация, расположенная на слое шелкографии, представлена точно, чтобы избежать каких-либо несоответствий в топологии.

При использовании Altair Pollex разработчик может выполнить проверку Reference Name Checking, которая контролирует позиционные обозначения компонентов и наличие индикатора первого вывода для сложных многовыводных компонентов (рис. 9). С помощью проверки Check for reference names overlapping with other objects (components, pads and holes) пользователь может убедиться, что в топологии нет пересечений позиционных обозначений с другими объектами (компонентами, контактными площадками, отверстиями). Следует избегать размещения позиционного обозначения на определенных объектах на плате, чтобы предотвратить ряд проблем: шелкография в отверстиях и шелкография на проводнике могут создать проблемы целостности сигналов и питания, а шелкография на паяемых поверхностях может ухудшить надежность паяных соединений.

Эффективная передача результатов верификации топологии печатной платы так же важна, как и проведение самой верификации. В Pollex DfX реализована функция экспорта, с помощью которой можно передавать информацию о проведенных проверках в формате Excel.

Кроме разработчиков печатных плат, Pollex обеспечивает эффективную рабочую среду для технологов

Рис. 10. Менеджер трафаретов в Altair Pollex используется для управления изменениями в топологии трафаретов печатных плат и сравнения с базой данных стандартных трафаретов



Electronics Lifecycle
Management



Altair Pollex™ – программное решение для всестороннего анализа и верификации топологии печатной платы:

- SI, PI, Thermal, DFM, DFA, DFS, DFE, DFE+. Более 1500 проверок.
- Интеграция в маршрут Altium, Cadence, Siemens EDA, Zuken, Autodesk.
- Бесплатная версия для Altium Designer.
- Лицензирование, техническая поддержка, обучение.

<https://www.elm-c.ru/altair-pollex>

ООО “ЭЛМ” официальный дистрибьютор Altair Engineering Inc.
Тел. +7 (495) 005-51-45 Email: info@elm-c.ru www.elm-c.ru

SMT-процессов, которые могут быстро получить данные для трафаретов, сборки, монтажа и тестирования печатных плат.

Рассмотрим несколько инструментов PollEx, которые повышают эффективность работы инженеров-технологов.

Менеджер трафаретов. После изготовления печатной платы с помощью трафарета на нее наносят слой паяльной пасты для пайки компонентов поверхностного монтажа. После того как наносят пасту, плата помещается в автомат для установки компонентов. В это время флюс, содержащийся в паяльной пасте, удерживает все детали на месте до тех пор, пока не завершится весь процесс установки компонентов. Altair PollEx содержит базу данных стандартных трафаретов, управляет историей изменений трафаретов и контролирует отличия топологии печатной платы от стандартных трафаретов из базы данных (рис. 10). Пользователь может управлять несколькими базами данных трафаретов или изменять трафарет печатной платы в соответствии с унифицированными стандартами.

Создание JIG-блоков. Создание JIG-блоков в Altair PollEx используется для проверки технологичности печатных плат с точки зрения оборудования для трафаретной печати (рис. 11). Устойчивое положение печатной платы обеспечивает равномерное нанесение припоя в процессе поверхностного монтажа. При изменении формы печатной платы необходимо также корректировать JIG-блоки. Быстрое создание проектного чертежа с JIG-блоками возможно с использованием проектных данных печатной платы, Gerber-файлов или мультиплицирования печатной платы (объединения нескольких рисунков печатной платы на одной заготовке для сокращения затрат на производство).

Эмулятор монтажа. Altair PollEx включает в себя набор инструментов для проверки монтажа на основе библиотек 3D-компонентов, созданных с помощью UPE (PollEx Unified Part Library Editor). Разработчик может проверить корректность расположения компонентов, а также проанализировать координаты и углы размещения компонента (рис. 12). Полученные результаты можно экспортировать в Microsoft Excel.

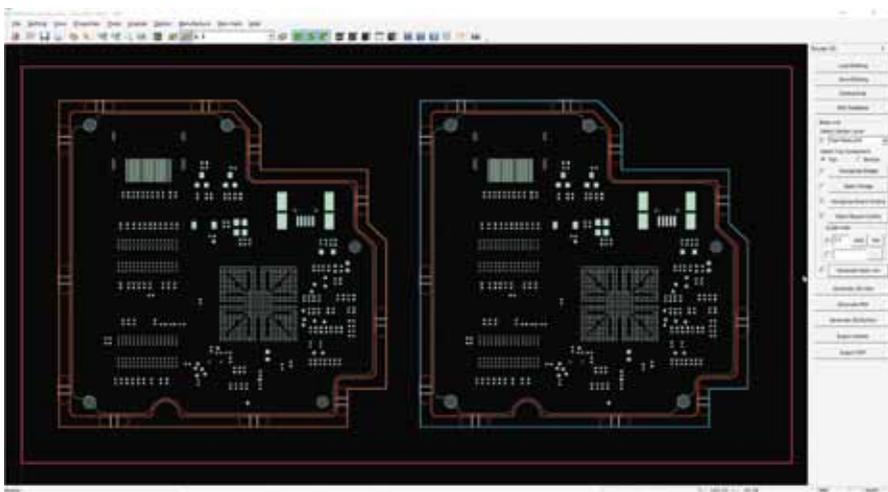


Рис. 11. Создание JIG-блоков в Altair PollEx для проверки технологичности печатных плат с точки зрения оборудования для трафаретной печати

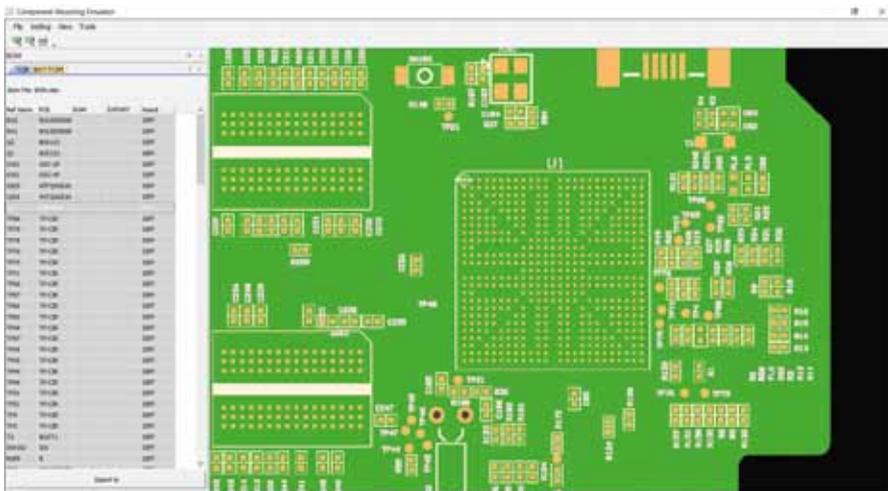


Рис. 12. Инструменты эмулятора монтажа в Altair PollEx позволяют быстро и легко проверить правильность монтажа печатной платы

Программные решения компании Altair Engineering предоставляют возможность инженерам совместно работать над всеми аспектами разработки печатных плат, включая комплексное и междисциплинарное моделирование. Использование Altair PollEx позволяет оптимизировать процесс проектирования и сократить время выхода на рынок, обеспечивая при этом высокую производительность, надежность и соответствие требованиям стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

1. How simulating for PCB manufacturing drives profitability. Altair Technical Paper.
2. www.altair.com.
3. www.elm-c.ru.



Российская неделя
высоких технологий
РНВТ



Минцифры
России



НП «ГЛОНАСС»
Федеральный сетевой оператор



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВЯЗЬ

«Информационные и коммуникационные
технологии»

26–29 апреля 2022

34-я международная выставка

12+

Реклама



ЭКСПОЦЕНТР

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.sviaz-expo.ru